

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire

*En vue de l'obtention du diplôme de Master*

*Filière : Sciences Biologiques*

*Option :*

**THEME**

---

**La steppe algérienne face à la désertification cas de  
la commune d'El Assafia la wilaya de Laghouat**

---

**Présenté par :**

**M<sup>me</sup> Reche Sabrina**

**Devant le jury:**

**Président(e) :M.**

**Rapporteur : M. Benaceur Farouk**

**Co-Rapporteur :,M. Mechraoui Chouaib**

**Examineur :M. Chaibi Rachid**

**2021/2022**

**Résumé :**

La présente étude vise à caractériser les propriétés physico-chimiques du sol et déterminer les indicateurs de fertilité des sols étudiés. La collecte des données a consisté à prélever le sol de la couche 0-25 cm, sur la région El Assafia. Les sols ont été prélevés à 4 niveaux

.Ils sont séchés, tamisés et analysés au laboratoire de sol

Les résultats analytiques de sol ont été comparés à des valeurs de références. Les sols étudiés présentent une texture sableuse et un pH légèrement alcalin, et sont très pauvre en matière organique

Les analyses ont montré une corrélation entre les indicateurs de la fertilité des sols

Mots clés ; El Assafia , indicateur de fertilité, sol

**Abstract :**

:This study aims to characterize the physico-chemical properties of the soil and determine the fertility indicators of the soils studied. Data collection consisted of taking soil from the 0-25 cm layer on area of El Assafia. The soils were sampled at 4 levels.

They are dried, sieved and analyzed in the soil laboratory.

The soil analytical results were compared with reference values. The soils studied have a sandy texture and a slightly alkaline pH, and are very poor in organic matter.

Analyzes have shown a correlation between soil fertility indicators

Keys words : the fertility indicators, soil, El Assafia

**الملخص :**

هدف هذه الدراسة إلى توصيف الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتحديد مؤشرات خصوبة التربة المدروسة. اشتمل جمع البيانات على أخذ التربة من طبقة 0-25 سم في جبل العسافية. تم أخذ عينات التربة في 4 مستويات.

يتم تجفيفها ونخلها وتحليلها في معمل التربة.

تمت مقارنة النتائج التحليلية للتربة مع القيم المرجعية. التربة المدروسة لها قوام رملي ودرجة حموضة قلووية قليلاً ، وهي فقيرة جداً في المواد العضوية.

أظهرت التحليلات وجود علاقة بين مؤشرات خصوبة التربة الكلمات المفتاحية : العسافية التربة مؤشرات الخصوبة

# *Remerciements*

---

*Nous remercions notre dieu qui nous a donné la force pour achever ce travail.*

*Nous tenant à remercier sincèrement notre encadreur Monsieur Benaceur Farouk et Monsieur Mechraoui chouaib, sons précieux conseils et sons aides durant toute la période du travail.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté a notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*Nos professeurs, pour leur bienveillance et leurs orientations.*

*Toute la promotion de Master 2 écologie végétal et environnement 2021-2022. Que tous ceux qui nous ont aidées, de prêt ou de loin, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.*

***Merci***

# Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
--------------------------	----------

## **Chapitre I : Généralités sur le sol**

1. Définition .....	3
2. Les différentes phases du sol.....	4
2.1. La phase liquide du sol.....	4
2.2. La phase gazeuse du sol .....	4
2.3. La phase solide du sol .....	5
3. Les facteurs écologiques à l'origine de la formation des sols.....	5
3. Les éléments constitutifs du sols .....	6
3.1. Fraction minérale.....	6
3.2. Fraction organique.....	6
3.3. Le complexe argilo-humique.....	8
4. Les différentes fonctions du sols .....	8

## **Chapitre II : Présentation de la région d'étude « la commune d'El Assafia »**

1. Caractéristiques naturelles de la commune .....	10
1.1. Le relief.....	10
1.1.1. Les pentes .....	10
1.1.2. L'altitude .....	11
1.2. Les caractéristiques édaphiques.....	11
1.3. L'érosion.....	11
1.4. Climat .....	11
1.4.1. les précipitations.....	11
1.4.2. La température.....	13
1.4.3. L'humidité relative de l'air.....	13

1.4.4.	Le vent.....	14
1.4.5.	La gelée .....	14
2.	Synthèse climatique .....	15
3.	Production animale .....	18
4.	Production végétale.....	18
5.	La pomme de terre dans la commune d'El Assafia .....	19

### **Chapitre III : Matériels et méthodes**

1.	Choix de la station d'étude et des sites de prélèvements .....	20
1.1.	Choix de la station d'étude .....	20
1.2.	Choix des sites de prélèvements .....	20
2.	Etude des caractéristiques floristiques .....	20
2.1.	Travail expérimental.....	21
2.1.1.	Travail de terrain .....	21
2.1.1.1.	Etude qualitative.....	21
2.1.1.2.	Spectre biologique et type de végétation.....	27
2.1.1.3.	Spectre biogéographique .....	28
2.2.	Prélèvement du sol.....	28
3.	Méthode d'analyse du sol .....	29
2.1.	Préparation du sol .....	29
2.2.	Méthode d'analyse physico-chimique .....	29
4.	Méthode .....	30
4.1.	Le pH .....	30
4.2.	La conductivité électrique CE .....	32
4.3.	L'Humidité .....	32
4.4.	La matière organique .....	32
4.5.	La granulométrie.....	34
4.6.	Le potassium K.....	35
4.7.	Le phosphore .....	35
4.8.	Le dosage de l'azote total .....	36

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

1. Territoire phytogéographique .....	38
2. Diversité et abondance des taxons .....	40
3. Spectres biologiques .....	40
3.1. Spectre biologique brut.....	40
3.2. Spectre biologique pondéré .....	41
4. Elements phytogéographiques .....	41
5. Diversité spécifique et homogénéité .....	42
5.1. Indice de diversité de Shannon-Weiner.....	42
6. Interprétation des données de l'analyse physico-chimique du sol.....	42
6.1. Interprétation des données de l'analyse physico-chimique du sol.....	42
6.2. Discussion autour des propriétés physico-chimique du sol.....	49
<b>Conclusion</b> .....	<b>50</b>
<b>Références bibliographique</b> .....	<b>51</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Topographie de la commune d'El Assafia.....	10
<b>Tableau 2</b>	Caractéristiques édaphiques de la commune d'El Assafia.....	11
<b>Tableau 3</b>		11
<b>Tableau 4</b>	Précipitations moyennes mensuelles de la région d'El Assafia.....	12
<b>Tableau 5</b>	moyennes des températures mensuelles entre (2002-2012).....	13
<b>Tableau 6</b>	L'humidité relative (H%) mensuelle enregistrée durant l'année 2012.....	13
<b>Tableau 7</b>	Moyennes de nombre de jours de gelée à Laghouat (2002-2012).....	14
<b>Tableau 8</b>	La production animale dans la région en 2013.....	18
<b>Tableau 9</b>	Les superficies des principales cultures dans la commune d'El Assafia.....	18
<b>Tableau 10</b>	La production de la pomme de terre dans les 05 dernières années.....	19
<b>Tableau 11</b>	Classes d'abondance de la matière organique.....	32
<b>Tableau 12</b>	Liste des familles avec nombres de genres et d'espèces.....	38
<b>Tableau 13</b>	Listes des espèces (familles, types biologiques et phytogéographiques)....	39
<b>Tableau 14</b>	Valeurs de l'indice de Shannon-Weiner dans les relevés .....	42
<b>Tableau 15</b>	La texture du sol de la région étudiée.....	42
<b>Tableau 16</b>	Le taux de potassium.....	47
<b>Tableau 17</b>	Le taux de phosphore.....	47
<b>Tableau 18</b>	Le taux de sodium.....	47
<b>Tableau 19</b>	Propriétés physico-chimique du sol utilisé dans la culture de pomme de terre.....	48

## Liste des figures

<b>Figure 1</b>	Situation géographique de la commune d'El Assafia .....	10
<b>Figure 2</b>	Variation interannuelle des précipitations (2002-2012).....	12
<b>Figure 3</b>	Moyennes des températures annuelles (2002-2012).....	13
<b>Figure 4</b>	Variation annuelle de la vitesse du vent dans la zone d'étude (2002-2012)	14
<b>Figure 5</b>	Diagramme Ombrothermique de Gaussen pour Laghouat (2002-2012).....	16
<b>Figure 6</b>	L'étage bioclimatique de la commune d'El Assafia.....	17
<b>Figure 7</b>	les superficies des principales cultures dans la zone de el Assafia.....	19
<b>Figure 8</b>	La profondeur de l'échantillon.....	29
<b>Figure 9</b>	La balance du laboratoire.....	30
<b>Figure 10</b>	Agitateur de laboratoire.....	31
<b>Figure 11</b>	Filtration de la solution.....	31
<b>Figure 12</b>	Appareil pH mètre.....	31
<b>Figure 13</b>	Calciner le sol au four à moufle à 550 °C pendant 06 heures.....	33
<b>Figure 14</b>	Pesage.....	33
<b>Figure 15</b>	Echelle granulométrique.....	34
<b>Figure 16</b>	Tamissage du sol.....	34
<b>Figure 17</b>	Appareil spectromètre.....	35
<b>Figure 18</b>	Tube à essai.....	35
<b>Figure 19</b>	Le spectrophotomètre d'ammonimolybdate.....	36

<b>Figure 20</b>	Appareil de kjelldahl.....	37
<b>Figure 21</b>	La solution dans la haute.....	37
<b>Figure 22</b>	Contribution spécifique des familles.....	39
<b>Figure 23</b>	Spectre biologique brut des espèces recensées.....	40
<b>Figure 24</b>	Spectre biologique pondéré des espèces recensées.....	41
<b>Figure 25</b>	Le PH dans les différents niveaux dans nos échantillons.....	43
<b>Figure 26</b>	La conductivité électrique dans les différents niveaux dans nos échantillons	44
<b>Figure 27</b>	Pourcentage de MO dans les différents niveaux dans nos échantillons.....	45
<b>Figure 28</b>	Pourcentage d'humidité dans les différents niveaux dans nos échantillons...	45
<b>Figure 29</b>	Le taux de carbone dans les différents niveaux dans nos échantillons.....	46

## Abréviations

<b>BNEDER</b>	Bureau National des études du développement rural
<b>H°</b>	Humidité
<b>HAP</b>	hydrocarbures aromatiques polycycliques
<b>HCDS</b>	Haute Commissariat du Développement de la Steppe
<b>g</b>	gramme
<b>mm</b>	Millimètre
<b>MO</b>	Matière organique
<b>ONM</b>	Office National de la Météorologie
<b>°C</b>	Degré Celsius
<b>%</b>	Pourcent
<b>∅</b>	Diamètre
<b>µm</b>	Micromètre

**Introduction générale**

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (Glossary of Soil Science Terms, 1965 ; Legros, 2007). Qui est dénommée couverture pédologique, est une ressource fondamentale qui supporte la croissance des plantes et assure ainsi la production primaire dont dépend directement la population humaine. Le sol est un milieu vivant et fragile, qui abrite d'intenses échanges et transformations biologiques et physico-chimiques. Il est à ce titre une interface biologique et géochimique déterminante dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes (Duchaufour, 1984 ; Pedro, 1985 ; Boulaine, 1989), est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs génétiques :

- \* La roche-mère sur laquelle s'est développé;
- \* Environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation (Duchaufour, 1984, Boulaine, 1989).

Le sol est un milieu vivant très structuré (Gobat et *al.*, 1998), interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère, Sa vie est liée aux échanges entre le monde minéral, organique et vivant. Des transferts de matière et d'énergie ont lieu en permanence, non seulement entre ces divers compartiments, mais aussi entre chacun d'eux et le milieu extérieur : échanges gazeux, échanges de température, chutes de pluie, évaporation, drainage, apports de résidus animaux et végétaux...

Ainsi. C'est un milieu poreux constitué d'un ensemble de 5 fractions différentes : les minéraux solides, la matière organique, la fraction vivante, la phase gazeuse, et la phase liquide (Morel, 1989). Le sol est, par son fonctionnement et son organisation, un véritable système écologique dynamique (Cagri, 1970 ; Lavelle, 1987). Il est le milieu commun à l'ensemble des écosystèmes terrestres (forestiers, prairiaux, agricoles...) et participe activement à leur fonctionnement.

La qualité d'un sol qui est définie simplement comme étant sa capacité à fonctionner, dépend de multiples facteurs intrinsèques au sol, à l'écosystème ou d'origines anthropiques. Les notions de fertilité, de productivité, de durabilité des ressources, et de qualité environnementale sont les principales bases des définitions actuelles de la qualité des sols.

L'évaluation de cette qualité peut être réalisée par de simples observations ou des mesures qualitatives très complexes (Mausbach *et* Tugel, 1997). Les indicateurs correspondent à des propriétés physiques, chimiques et biologiques, mais également à des processus et des flux de matière ou d'énergie qui peuvent être mesurés pour surveiller les changements dans le fonctionnement du sol (USDA, 1996).

Dans un sol qui fonctionne correctement, les échanges sont abondants et aisés. Les problèmes actuels concernant l'utilisation des sols (pollutions diverses, perte de structure, érosion, désertification...) traduisent le plus souvent des dysfonctionnements du système dans son intégralité et leur résolution nécessite de ce fait une approche écologique. (O'Neill *et al*, 1986) considèrent que le bon fonctionnement d'un écosystème est caractérisé par l'intégrité des cycles des éléments et des flux d'énergie, par sa stabilité, et par la résilience des perturbations ou des stress. Les relations intimes que le sol crée avec les écosystèmes terrestres lui confère une grande importance dans la régulation des processus écologiques. Il est donc logique de considérer la "santé des sols" (soil health) comme une division essentielle de la "santé des écosystèmes" (ecosystem health) (Rapport *et al.*, 1997 ; Van Bruggen *et* Semenov, 1999).

### **Problématique**

\* Quelle est les caractéristiques physique-chimique du sol de la région d'El Assafia ?

L'objectif de notre travail est de caractériser le sol dans le djebel El Assafia.

Le présent travail est devisé en trois parties :

- La première partie c'est la recherche bibliographique elle est présenté en deux chapitres :

- Le premier présentera des généralités sur les sols,
- le second abordera la zone d'étude.

- La deuxième partie : matériel et méthodes ; c'est la partie expérimentale du travail dans le terrain ainsi qu'au laboratoire.

- La troisième partie c'est la partie la plus importante de notre travail, présentation des résultats et discussions.

Et enfin, on terminera avec une conclusion et des perspectives.

## Chapitre I. Généralités sur le sol

### 1. Définitions

L'entité sol peut avoir de nombreuses définitions qui dépendent généralement de la discipline d'étude. La discipline concernée dans ce travail est la pédologie. Il en résulte une définition évolutive naturaliste de l'entité sol:

Le sol est une entité naturelle, c'est-à-dire dont l'existence initiale ne dépend pas de l'homme (Baize *et* Girard, 1995), superficielle et souvent meuble résultant de la transformation, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants (biosphère), d'un matériau minéral (géosphère) issu le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques et biologiques » (Girard *et al*, 2004).

Le sol est la couche supérieure de la croûte terrestre, composée de matière minérale, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes. Il dispose de son atmosphère interne, ainsi que d'une flore et d'une faune spécifiques. Les sols proviennent de l'altération et de la transformation des roches sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent (Barles *et al*, 1999). Ce sont des systèmes dynamiques complexes qui évoluent en permanence sous l'action de processus pédo-génétiques relativement lents, bien que certains événements ponctuels puissent accélérer leur évolution (par exemple érosion rapide et importante dans le cas d'un événement climatique violent), et peuvent se dégrader (Duchaufour, 1997 *in* Grosbellet, 2008).

Le sol est une ressource fondamentale qui supporte la croissance des plantes. Le sol est un milieu vivant et fragile, qui abrite d'intenses échanges et transformations biologiques et physico-chimiques. Il est à ce titre une interface biologique et géochimique déterminante dans le maintien du fonctionnement des écosystèmes (Robert, 1996).

Le sol est une formation naturelle de surface à structure meuble, d'épaisseur variable, résultant de transformation de la roche mère sous-jacente, sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques (Demolon, 1966).

Le sol est un système complexe constitué de différentes matières premières interagissant les unes avec les autres. Les propriétés du sol résultent de l'effet de toutes ces interactions (Mac Carthy *et al*, 1990).

## **2. Les différentes phases du sol**

Le sol est un système dispersé à trois phases (Hillel, 1974 *in* Hubert 2008). Par ailleurs, le sol est considéré comme un système hétérogène, poreux et polyphasique constitué de trois phases : solide, liquide et gazeuse. Aux interfaces entre ces différentes phases, d'importants phénomènes de rétention d'eau et de substances chimiques, des échanges d'ions et de molécules peuvent avoir lieu (Hillel, 1982).

### **2.1. La phase liquide du sol**

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol ». Cette dernière, occupant une partie plus ou moins importante de la porosité du sol, est constituée d'eau où se trouvent diverses substances organiques et minérales dissoutes et des particules en suspension. La composition de la solution du sol varie selon celle du sol mais également en fonction du climat, des apports anthropiques (fertilisants, produits de traitement phytosanitaire...) et de l'activité biologique du sol (exsudats racinaires, produits de synthèse et de dégradation microbienne . . .etc).

La solution du sol joue un rôle important dans la nutrition végétale, car les plantes y puisent les éléments nutritifs présents sous des formes solubles dites « assimilables » ou « biodisponibles ». Cette notion de biodisponibilité concerne également de nombreux xénobiotiques (pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ...etc. Leur présence dans la solution du sol les rend accessibles aux microorganismes et aux plantes. (Hillel, 1982).

### **2.2. La phase gazeuse du sol**

Dans les sols, les gaz occupent 15 à 35% du volume total. Dans un sol bien aéré, les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont l'azote (78 à 80%), l'oxygène (18 à 20%) et le dioxyde de carbone (0,2 à 3%). Quoique faible, la quantité de gaz carbonique présente dans le sol est nettement supérieure à celle présente dans l'air atmosphérique (0,03%). Ceci est dû à la respiration des organismes vivants du sol et à la minéralisation de la matière organique

D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides ou les HAP peuvent également être détectées dans l'atmosphère du sol.

Ces gaz peuvent exister dans le sol soit à l'état libre soit dissous dans la solution du sol. Cependant, dans certaines conditions (d'hydromorphie par exemple), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral du sol est alors occupé par l'eau et le sol est dit saturé (Duchaufour, 1984 ; Robert, 1996 ; Calvet, 2003).

### **2.3. La phase solide du sol**

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale (90 à 99% de la masse du sol) mais comprend toujours une fraction organique dont le taux varie selon le type de sol et les conditions de pédogenèse. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins de 1% à 20% de la masse du sol (Calvet, 2003).

### **3. Les facteurs écologiques à l'origine de la formation des sols**

Jenny (1941), a formalisé le rôle des différents facteurs écologiques intervenant dans la formation des sols par une équation simple:

$$\text{Sol} = f(\mathbf{R}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{t}, \mathbf{p})$$

- **R**: le matériel minéral parental ou roche mère (Physique, minéralogique, et caractéristiques chimiques);

- **B**: les êtres vivants et leur matière organique (Faune, Flore, Micro-organisme, Matière organique);

- **C**: le climat (Pression, température, évapotranspiration);

- **t**: le temps;

- **p**: la pente et l'altitude (Altitude, inclination, profondeur de la nappe phréatique).

Ces cinq facteurs et leurs variations se combinent pour donner une gamme presque infinie de sols, chacun ayant ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques à un degré d'évolution donné.

### 3. Les éléments constitutifs du sol

Le sol est un milieu organisé (Chenu *et* Bruand, 1998) dont la matrice du sol, ou phase solide, est constitué d'une phase minérale souvent majoritaire, et d'une phase organique et de micro et macro organismes vivants.

#### 3.1. Fraction minérale

La fraction minérale du sol est formée par l'ensemble des produits d'altération physique, chimique et biochimique des minéraux dits « primaires » de la roche-mère (Duchaufour, 1984). Les minéraux constituent, en général, de 95 à 99% du sol.

#### Ces éléments minéraux peuvent avoir différentes tailles granulométriques :

- **Sables** ( $\varnothing=2000$  à  $50\mu\text{m}$ ) : Fragments de roches stables chimiquement abondants dans la partie grossière du sol, ne jouent aucun rôle dans la fertilisation des sols; leur rôle est surtout physique, car ils maintiennent l'organisation morphologique du sol (Benslama, 2005, in Samai 2007).

- **Limons** ( $\varnothing=50$  à  $2\mu\text{m}$ ) : ils sont de nature chimique variable. Ils sont instables et jouent un rôle très important dans la fertilité des sols. Les limons peuvent être dégradés en fragments plus fins; ou ils peuvent évoluer par glomération ou agrégation. (Benslama, 2005).

- **Argiles** granulométrique ( $\varnothing < 2\mu\text{m}$ ) : Résultantes d'altération des roches, transformations secondaires, et elles sont les fractions les plus actives du sol. (Benslama, 2005). Les argiles sont des silicates d'aluminium plus ou moins hydratés, microcristallins, à structure en feuillets (phyllithes).

#### 3.2. Fraction organique

La fraction organique est constituée à plus de 80% de matière organique (MO) morte (tissus végétaux, résidus d'organismes). Il existe plusieurs catégories de constituants organiques. (Oades, 1998 – Stevenson, 1999 – Baldock *et* Nelson, 2000).

##### a. Les constituants vivants

Ils sont représentés par:

• Les tissus végétaux, principalement les tissus vivants des plantes, mais certains auteurs incluent également dans cette catégorie les tissus des végétaux morts restant debout à la surface du sol (arbres morts encore dressés).

- Les animaux du sol comprenant la microfaune, la méso-faune et la macrofaune.
- La biomasse microbienne qui correspond à la microflore vivante du sol c'est à dire, les bactéries, les champignons, les actinomycètes et les algues. (Baldock *et* Nelson, 2000).

**b. Les constituants non vivants**

Ils sont représentés par :

• **La matière organique particulaire**

Se présente évidemment sous forme de particules plus ou moins grandes et sont des fragments de tissus dans lesquels des structures cellulaires sont reconnaissables. On la divise en générale en plusieurs fractions en se basant, soit sur les dimensions des particules, soit sur leurs masses volumiques. (Duchaufour, 1995) :

- La litière: contient les fragments les plus grands, elle n'est pas mélangée à des minéraux et elle est localisée à la surface du sol puisqu'elle résulte de la chute des feuilles et des tiges mortes. (Toutain, 1974).

- La matière organique grossière: correspond à des fragments de tissus végétaux dont la taille varie entre 20 et 50 µm selon l'échelle granulométrique utilisée par (Baldock *et* Nelson, 2000) et (Calvet, 2003).

• **La matière organiquée légère:**

Dans cette fraction, la masse volumique des particules organiques est petite par rapport aux deux «02» fractions précédentes. (Dabin, 1976). La matière organique moléculaire: constituée par des molécules de tailles très diverse plus ou moins associées entre elles et produites par les transformations chimiques des constituants tissulaires et elle est divisée en deux «02» fractions. (Andreux, 2004).

- **Les substances non humiques:** sont des molécules appartenant à des familles chimiques identifiées: hydrates de carbone, protéines, acides aminés, lipides, tannins, lignines et acides organiques. Une partie de ces substances non humiques peut être dissoute dans la solution du sol et une autre partie associée aux minéraux et aux substances humiques. (Andreux, 2002).

- **Les substances humiques:** sont des macromolécules acides, de taille variable, de composition chimique et de structure complexe et on trouve:

- Les acides fulviques;
- Les acides humiques;
- Les humines. (Bruckert, 1972).

**c. Matière organique inerte**

**3.3. Le complexe, argilo-humique**

D'après Gobat *et al*, 2003 ; Bronick *et Lal*, 2005, La matière organique est intimement mêlée à la matière minérale du sol, notamment les fractions les plus fines (argiles), et forme avec elles ce que l'on appelle le complexe argilo-humique.

Les caractéristiques sont:

- Une stabilité structurale;
- Une capacité d'échange élevée;
- Une capacité de rétention en eau importante. (Benslama ,2005).

**4. Les différentes fonctions du sol**

Le sol a de nombreuses fonctions. Il est un milieu biologique dans/et sur lequel se développent des êtres vivants. Ce développement va dépendre de la qualité de ce sol ou fertilité (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange cationique, etc...). Il est aussi un acteur déterminant du cycle de l'eau (stockage et régulation) et de la qualité de cette eau (source de pollution, capacité de rétention des polluants mais aussi biodégradation de ceux-ci). (Quenea, 2004).

D'après (Gobat *et al*, 2003) le sol est un « carrefour multifonctionnel » ou de « pivot du système biogéochimique » (Pedro, 2008) vient de l'essor encore récent de l'écologie des sols. Ainsi, par ses fonctions naturelles, le sol peut être considéré comme (Gobat *et al*, 2003).

- Un support pour les êtres vivants. Le sol est le milieu de vie des êtres vivants terrestres et par cette fonction, il assure le maintien de leur réserve génétique (notamment au niveau des microorganismes du sol);

- Un réservoir de matières organiques et minérales. Le sol est la ressource primordiale en éléments nutritifs des êtres vivants terrestres, Il faut aussi noter que les sols cultivés contiennent des stocks de matières organiques sensiblement plus faibles que ceux des sols sous forêts ou sous prairies, et que ces stocks peuvent varier considérablement selon les systèmes de cultures pratiqués. (Chenu C., Balabane M., 2001 in Laboubée, 2007);

- Un régulateur des échanges et des flux de l'écosystème. Le sol est le pivot du système biogéochimique et il joue un rôle majeur dans les cycles fondamentaux du fonctionnement de la planète comme par exemple le cycle du carbone, de l'azote, des cations, ou encore de l'eau;

- Un lieu de transformation de la matière organique. Cette fonction du sol est principalement due à l'abondance et à la diversité des microorganismes du sol. Pasteur a d'ailleurs écrit dès la moitié du XIXème siècle : « s'il n'y avait pas de microbes dans les sols qui recouvrent notre planète, la surface de la Terre serait encombrée de cadavres, de sorte que la vie serait devenue impossible »;

- Un système épurateur de substances polluantes. Le sol par ses propriétés de rétention et de transformation permet de limiter la dispersion de substances polluantes comme les pesticides, les nitrates ou les éléments traces métalliques aux autres milieux de l'écosystème terrestre (comme les nappes phréatiques du sous-sol ou les cours d'eau et le milieu marin).

**Chapitre II. Présentation de la région d'étude la commune de Assafia**

**Situation géographique :**

Selon le découpage en zone homogène effectué pour la wilaya de Laghouat, la commune d'El Assafia est située dans la zone homogène des hautes plaines semi-arides à topologie agro- pastorale. La commune est située à l'extrême nord- est de la wilaya de Laghouat. La commune à une superficie totale de 420 km<sup>2</sup> avec une population de 6976 d'habitant.



**Figure (01) :** Situation géographique de la commune d'El Assafia

**1. Caractéristiques naturelles de la commune :**

**1.1. Le relief**

**1.1.1. Les pentes**

La commune présente une topographie plane, ce qui ne constitue pas une contrainte pour l'érosion. En effet, **75 %** se trouvent dans la classe des pentes comprises entre 0% – 3%.

**Tableau (01) :** Topographie de la commune d'El Assafia

<b>Pentes</b>	<b>0-3%</b>	<b>3 -12%</b>	<b>12.5 – 25%</b>	<b>&gt; 25%</b>	<b>Total (ha)</b>
<b>Superficie</b>	20218,88	5550,83	878,10		26647,81
<b>%</b>	75,87	20,83	3,30		100

*Source : HCDS-BNEDER-2004*

**1.1.2. L'altitude**

Selon BNEDER (2006), deux classes modérées d'altitude se distinguent au niveau de la commune. Celle inférieure à 600 m qui représente 49,05% des terres et celles comprises entre 600 et 800 m qui constituent 50.95% des terres.

**1.2. Les caractéristiques édaphiques :**

**Tableau (02) :** Caractéristiques édaphiques de la commune d'El Assafia

Substrat	Sup. (ha)
1oa	2984,05
1Rc	1829,40
2rc	339,46
R C+o a	21407,29
R g+R c	87,60
Total	26647,80

*Source : HCDS-BNEDER-2004*

**1.3. L'érosion**

Les terrains dans la commune d'Assafia sont stables comme indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau (03) :**

Type	Sup. (ha)
MS	205,71
S	26442,11
Total	26647,82

*Source : HCDS-BNEDER-2004*

**1.4. Climat**

D'après Prevost (1999), les végétaux comme les animaux ont des exigences climatiques qui définissent leurs aires géographiques de répartition.

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants, il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, vent, lumière, etc..... (Faurie et *al.*, 2003).

Selon Toutain (1977), les climats sahariens sont caractérisés notamment par la faiblesse des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands

écarts de température. Le rayonnement solaire représente la source d'énergie primaire associée aux deux facteurs écologiques fondamentaux qu'est la lumière (éclairage) et la chaleur (température) (Ramade, 2003).

**1.4.1. Les précipitations**

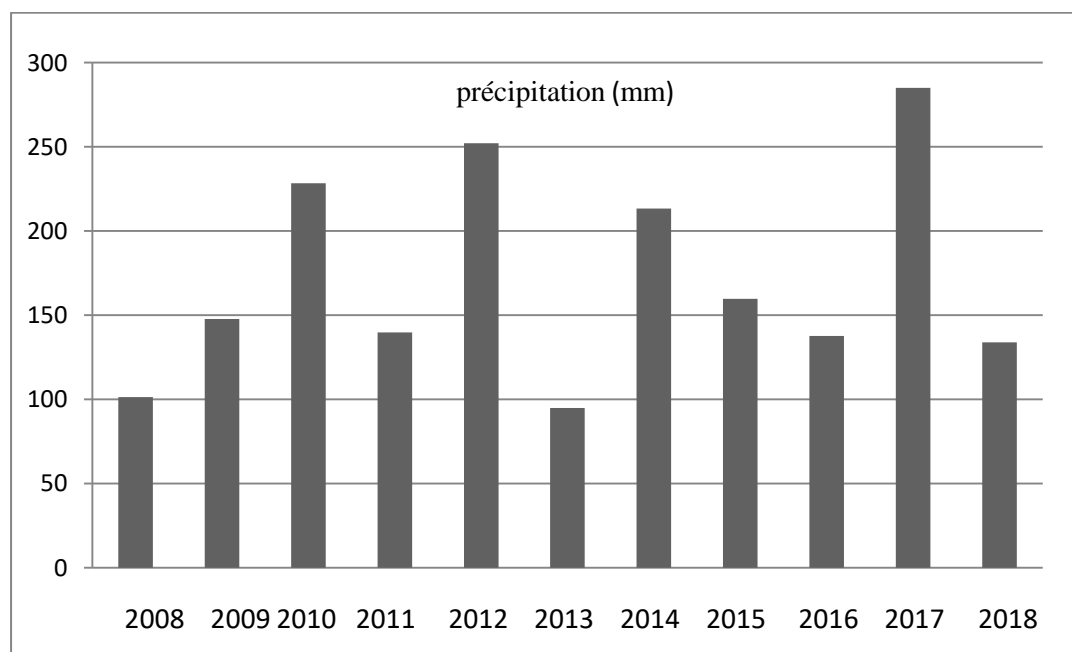
**Tableau (04) :** Précipitations moyennes mensuelles de la région d'El Assafia

Période 2008-2018													
Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
<b>P (mm)</b>	11.4	7.4	12,5	22.8	10	8.9	7.7	13.5	27.4	27.6	10,9	11.6	<b>172.2</b>

Source ONM, 2019.

D'après le tableau 04 on remarque une octobre c'est le moi le plus humide par contre février c'est le moi le plus sèche.

La figure 02 illustré que une variation entre les années dans la précipitation et on remarque que de 2011 avec une précipitation de 285 mm c'est l'année la plus humide et 2007 l'année la plus sèche avec une précipitation de 95 mm.



**Figure (02) :** Variation interannuelle des précipitations de la région d'Assafia (2008-2018).

Source : ONM, (2019).

**1.4.2. La température**

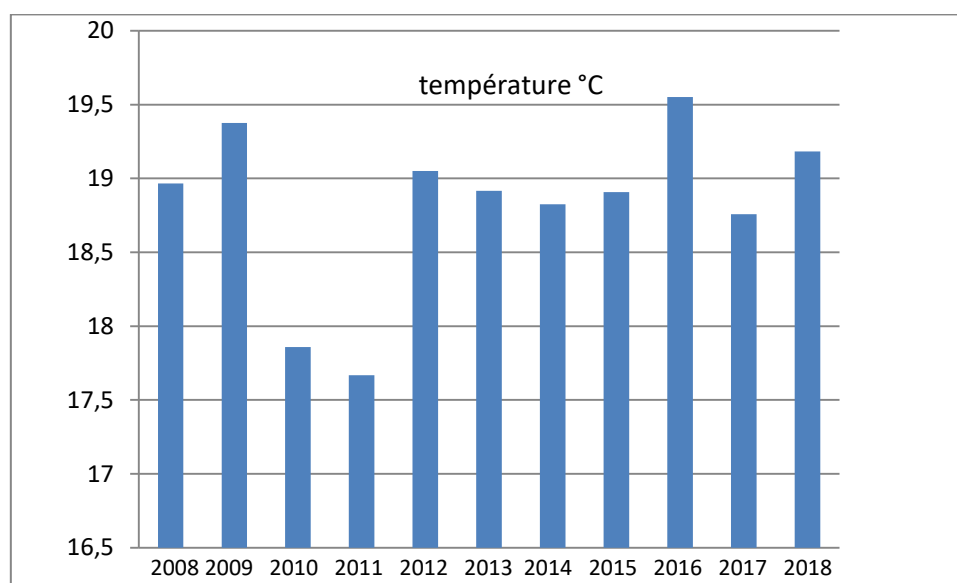
**Tableau (05) :** moyennes des températures mensuelles de la région d’Assafia entre (2008-2018)

Période	2008/2018											
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Moy. Mensuelle (°C)	7.87	9.56	13.72	17.11	22.37	27.17	32.25	30	25	19.5	12.5	8.78

Source ONM, 2019.

D’après le tableau 05 nous remarquons le maximum des températures a été enregistré durant le mois de juillet et le minimum enregistré dans le mois de janvier.

La figure 03 représente les températures annuelles entre la période (2008-2018) et on remarque



**Figure 03** Moyennes des températures annuelles de la région d’Assafia (2008-2018).

Source : ONM, (2019)

**1.4.3. L’humidité relative de l’air**

**Tableau(06):** L’humidité relative (H%) mensuelle enregistrée durant l’année 2018

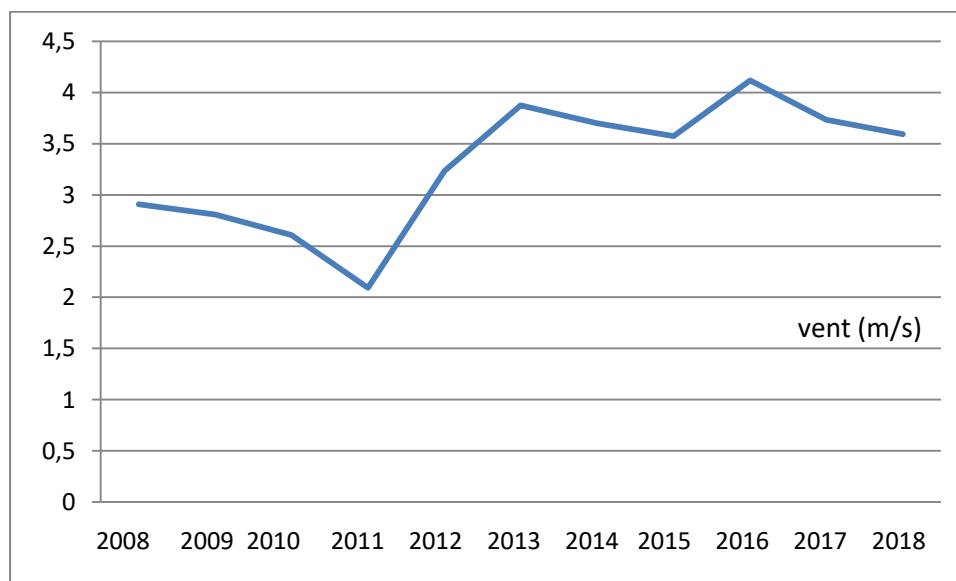
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
H%	65	58	54	40	38	49	25	25	40	55	73	67

Source : ONM, 2019.

D’après le tableau précédent, l’humidité enregistrée durant l’année de 2018 montre que l’humidité est élevée durant la période hivernale, et pendant la période estivale l’hygrométrie est faible.

**1.4.4. Le vent**

La figure 04 indique la variation dans la vitesse du vent durant la période 2002-2012 et on remarque une variation dans la vitesse du vent qui enregistre comme une vitesse minimal de 2 m/s en 2005 et arrive plus de 4 m/s en 2010.



**Figure (04) :** Variation annuelle de la vitesse du vent dans la zone d’étude (2008-2018)

Source : ONM, (2019)

**1.4.5. La gelée**

Selon Halimi (1984), les gelées sont fortement influencées par l’altitude et engendrées par les basses températures (inférieures à 0 °C). Les gelées sont fréquentes en printemps elles peuvent provoquer de graves dégâts sur les jeunes plantes.

D’après le tableau 20 on remarque les apparitions des gelées que dans la période hivernale et les fortes périodes des gelées sont situées dans le mois de janvier.

**Tableau (07) :** Moyennes de nombre de jours de gelée de la région de Laghouat (2008-2018).

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Nombre de jours	8.45	4.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	5

Source ONM, 2019.

## 2. Synthèse climatique

Les caractéristiques climatiques d'une région peuvent être exprimées soit par une formule mathématique, soit par un graphique (Faure et *al.*, 2002).

D'après Dajoz (2006), la pluviométrie et la température, sont les éléments les plus importants pour le développement des êtres vivants. Il serait donc intéressant d'utiliser ces deux principaux facteurs climatiques pour construire le diagramme ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger.

D'après Ozenda (1982), l'indice d'aridité de De Martonne est représenté par la formule suivante :

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

P : total des précipitations annuelles en (mm). ( $P_{\text{Assafia}}=172.21$  mm)

T : température moyenne annuelle en degré Celsius. ( $T_{\text{Assafia}}=18.82$  °C)

D'après Prévost (1999), L'indice de Martonne est d'autant plus bas que le climat est plus aride et nous pouvons distinguer plusieurs classes :

- Climat très sec ( $I < 10$ ) ;
- Climat sec ( $I < 20$ ) ;
- Climat humide ( $20 < I < 30$ ) ;
- Climat très humide ( $I > 30$ ).

Le calcul de l'indice d'aridité de la région d'elAssafia a révélé une valeur de 5.97 qui permet de classer la région dans un climat **très sec**.

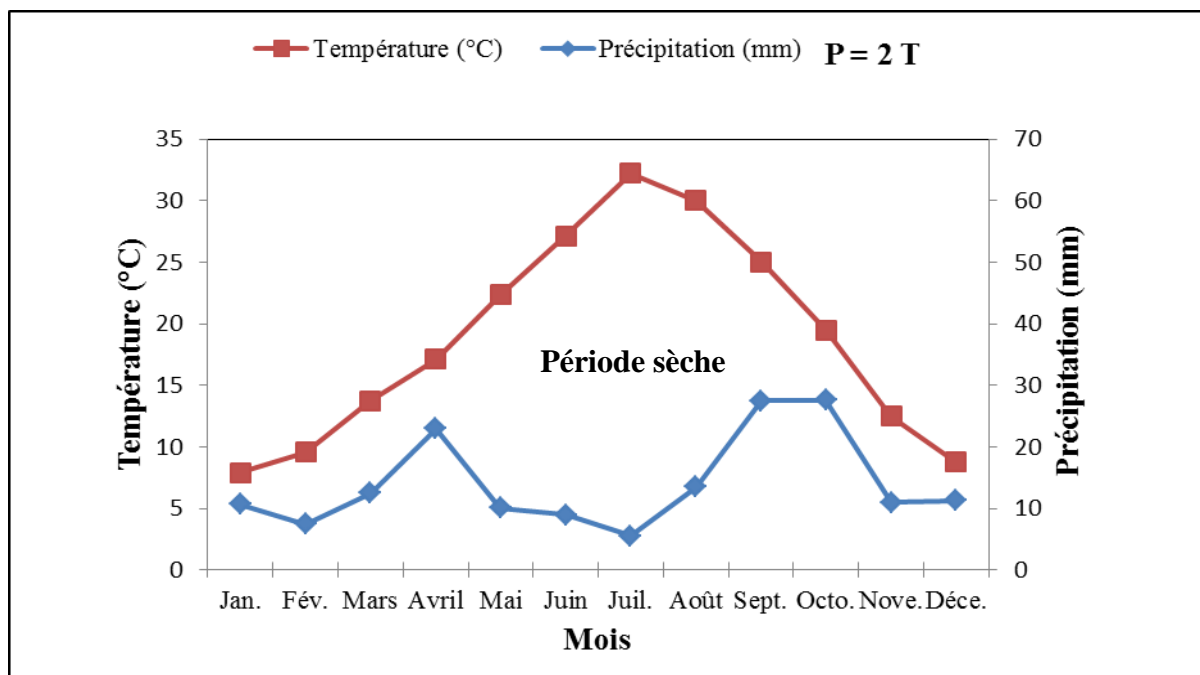
### a- Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles (Dajoz, 2003).

D'après Frontier et *al.* (2004) ; le diagramme ombrothermique de Gaussen est constitué en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en °C et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle

adoptée pour les températures dans les unités choisies. Un mois est « sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et « humide » dans le cas contraire.

Le diagramme de Bagnouls et Gaussen (1953), a pour objectif la détermination de la période sèche, le diagramme ombrothermique est un graphique sur lequel la durée et l'intensité de la période sèche se trouvent matérialisées par la surface de croisement où la courbe thermique passe au-dessus de la courbe des précipitations.



**Figure (05) :** Diagramme Ombrothermique de Gaussen pour la région de Laghouat (2008-2018).

**b- Climagramme pluviothermique d’Emberger**

Selon Emberger (1955), le Climagramme d’Emberger permet de connaître l’étage bioclimatique de la région, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid (variantes thermiques) et en ordonnées par le quotient pluviothermique  $Q_2$  d’Emberger. Nous avons utilisé la formule de Stewart adaptée pour l’Algérie qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3.43 \times \frac{P}{(M - m)}$$

$Q_2$  : Quotient pluviothermique d’Emberger.

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm =172.21mm.

M : Moyenne des maximums du mois le plus chaud en. (°C).

$M_{(assafia)}=39.50^{\circ}\text{C}$ .

m : Moyenne des minimums du mois le plus froid en (°C).  $m_{(Assafia)}=2.19^{\circ}\text{C}$ .

Le quotient pluviométrique est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 2003). Cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne et qu'en fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

Humides pour :  $Q > 100$ .

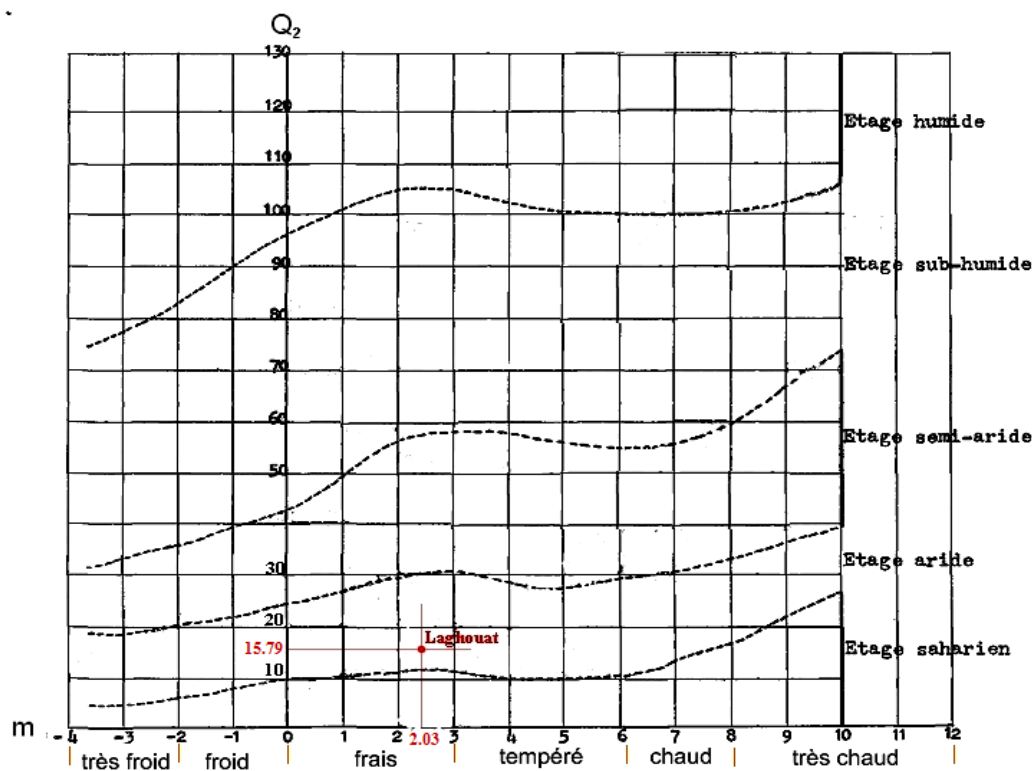
Tempérées pour :  $100 > Q > 50$ .

Semi arides pour :  $50 > Q > 25$ .

Arides pour :  $25 > Q > 10$ .

Désertiques pour :  $Q < 10$ .

Après application de la formule, nous obtenons la valeur de  $Q_2$  (le quotient pluviothermique) de la région de el Assafia pour la période entre 2002 à 2012, est égal à 15.83, avec une température minimale ( $m^{\circ}\text{C}$ ) est de **2.19**°C, ce qui place la région de el Assafia à l'étage bioclimatique **aride**, variante à hiver **frais** (Figure 06).



**Figure (06) : L'étage bioclimatique de la commune d'El Assafia**

Source :

**3. Production animal**

Comme toutes les régions steppiques la commune de Assafia est caractérisée par la dominance de l'élevage ovin par rapport les autre élevage

**Tableau (08) :** La production animale dans la région en 2018

<b>Animal</b>	<b>Nombre (tête)</b>
<b>Ovin</b>	16000
<b>Caprin</b>	5000
<b>Bovin</b>	150
<b>Camelin</b>	45
<b>Equin</b>	04

Source DSA, (2019).

**4. La production végétale**

La commune d'el Assafia présente une superficie agricole totale de 4382 ha dont 2005 ha de SAU, avec 02 ha des forêts et une superficie de 33430 ha des pastorales.

L'agriculture dans la commune est dominée par la céréaliculture qui occupe plus de 65% de la superficie agricole.

**Tableau (09) :** Les superficies des principales cultures dans la commune d'El Assafia

<b>Production</b>	<b>Superficie en (ha)</b>
Céréaliculture	1535
Arboriculture	191
Oléiculture	120
Palmier dattier	186
Culture maraichère	52
Culture fourragère	150

Source : DSA, (2019)

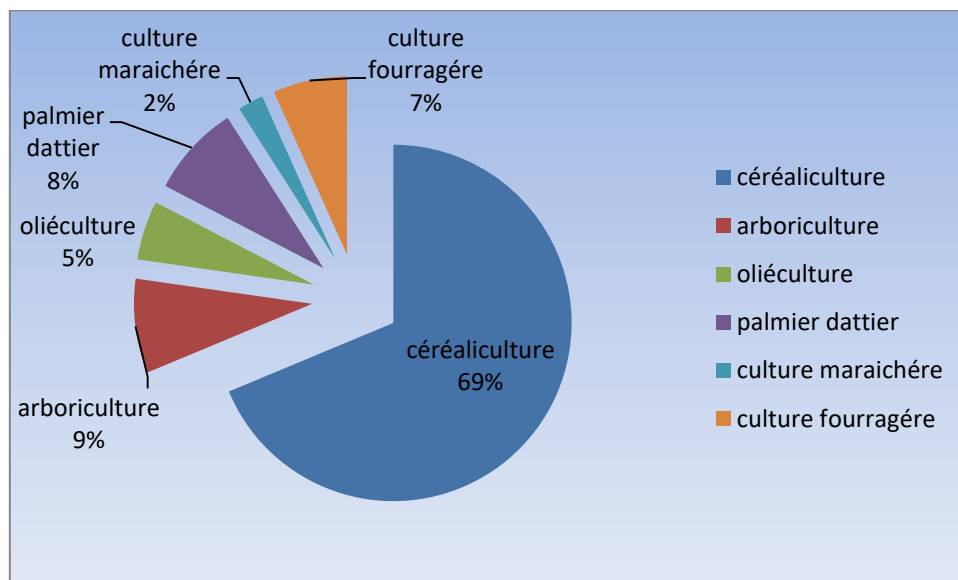


Figure (07) : les superficies des principales cultures dans la zone de el Assafia

## Chapitre III. Matériels et méthodes

### 1. Choix de la station d'étude et des sites de prélèvements

#### 1.1. Choix de la station d'étude

La vision à l'échelle paysagère basée sur la physionomie, amène à choisir les éléments majeurs, significatifs, représentatifs et répétitifs du paysage végétal (formations végétales) à étudier (Gillet, 2000). Le choix de la station est basé sur la présence de formations steppiques .

#### 1.2. Choix des sites de prélèvements

Une vision à l'intérieur de l'élément paysager choisi, a guidé le choix d'emplacement des relevés et de leurs limites. Les critères fondamentaux de ce choix sont les trois critères d'homogénéité (Gillet, 2000) : Homogénéité floristique, homogénéité physionomique et homogénéité des conditions écologiques.

- *Homogénéité floristique*, apparition plus ou moins régulière de combinaisons définies d'espèces, c'est-à-dire répétitivité de la combinaison floristique.

- *Homogénéité physionomique*, aspect lié à la dominance d'une ou plusieurs espèces.

- *Homogénéité des conditions écologiques*, uniformité des conditions apparentes c'est-à-dire homogénéité dans la physionomie et la structure de la végétation ainsi que les conditions édaphiques (Gillet, 2000).

Le site étudié est homogène dans ses conditions environnementales, telles que l'exposition, la lumière, la microtopographie, etc. A l'intérieur de la surface choisie des relevés, le choix est orienté par l'absence de variations significatives de la composition des espèces ou du milieu.

### 2. Etude des caractéristiques floristiques

L'étude de la flore porte sur la réalisation des relevés phytoécologiques et le traitement des résultats par l'application d'indices écologiques. Elle s'appuie sur la technique du relevé phytosociologie de Braun-Blanquet qui consiste à dresser la liste des plantes présentes dans un échantillon représentatif et homogène du tapis végétal (Gillet, 2000).

#### 2.1. Travail expérimental

Notre travail est organisé en deux parties : une partie tout d'abord effectuée sur terrain, dans laquelle nous avons prélevé les données floristiques et les échantillons du sol. Une deuxième partie est réalisée au niveau du laboratoire, dans laquelle les paramètres physicochimiques du sol sont identifiés, suivie d'une étape d'application d'indices écologiques et de traitements statistiques sur les données floristiques récoltées.

Le travail est réalisé dans la période printanière : début du printemps (mois de Mars, 2022).

### **2.1.1. Travail de terrain**

#### **2.1.1.1. Etude qualitative**

##### **a. Aire minimale**

La surface du relevé doit être égale à l'aire minimale ou autrement dit une surface suffisamment grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association (Guinochet, 1973). Gounot (1961), signale que l'aire minimale correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée. C'est la plus petite surface sur laquelle ressort la plupart des espèces (Lemee, 1967). Elle varie selon les groupements végétaux (Djbaili, 1984).

En pratique, la valeur de l'aire minimale s'apprécie assez facilement (Lemee, 1967). Elle est sensiblement constante pour les divers relevés d'un groupement déterminé, mais varie beaucoup d'un groupement à l'autre (Ozenda, 1982).

Cette aire est de l'ordre de 100 à 400 m<sup>2</sup> pour les groupements forestiers, de 50 à 100 m<sup>2</sup> pour les formations de matorral (Benabid, 1984), de 20 à 50 m<sup>2</sup> pour les groupements de prairies et de pelouses et, de quelques mètres carrés seulement pour les plus denses et homogènes (Ozenda, 1982).

Pour le présent travail l'aire minimale sera fixée à 9 m<sup>2</sup> parce que la formation végétale des psammophytes étudiée est floristiquement pauvre et plus homogène dans ses conditions stationnelles. Ces parcelles sont matérialisées à l'aide de petits pieux et d'un ruban de balisage pour bien délimiter la surface du relevé.

##### **b. Exécution des relevés phytoécologiques**

Après détermination de l'aire minimale, il s'effectue des relevés phytoécologiques avec les informations concernant les variables géographiques (date, localité, coordonnées, altitude, pente et exposition), les variables environnementales notamment édaphiques et les variables spécifiques ou floristiques (liste des espèces végétales présentes, et indices de structure).

**c. Exploitation des résultats par l'application des indices écologiques**

L'application des indices écologiques, notamment la richesse et la diversité, le paramètre de pondération (abondance, dominance), la distribution, le type de formation et le type biologique permettent de mieux caractériser la flore et la végétation de la station.

**d. Abondance-dominance de BRAUN-BLANQUET**

Une communauté d'espèces végétales peuplant un micro habitat et présentant de ce fait des exigences écologiques très voisines, constitue une *synusie* à l'intérieur de laquelle chaque *idiotaxon* élémentaire est affecté d'un indice semi-quantitatif (ou coefficient) d'abondance-dominance et d'un indice d'agrégation ou coefficient de sociabilité (Gillet, 2000). L'indice est une estimation globale de la densité (nombre d'individus, ou abondance) et du taux de recouvrement (projection verticale des parties aériennes des végétaux, ou dominance) des éléments de la *synusie* (organismes individuels représentant l'*idiotaxon* élémentaire) dans l'aire-échantillon (Gillet, 2000).

Braun-Blanquet a inventé le coefficient d'abondance-dominance, qui associe les concepts d'abondance et de dominance. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol. Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement (Walter, 2006). Cet indice sera estimé selon l'échelle de Braun-Blanquet, de la manière suivante :

**- L'espèce couvre plus de 50% :**

Si plus de 75%, coefficient (5).

Si moins de 75%, coefficient (4).

**- L'espèce couvre moins de 50% :**

Si plus de 25%, coefficient (3).

Si moins de 25%, coefficient (2).

**- L'espèce couvre moins de 5% :**

Si individus abondants, coefficient (1).

Si individus peu abondants, coefficient (+).

**- L'espèce est rare (individu unique, très faible recouvrement) :**

Coefficient (r).

**• Recouvrement**

Le recouvrement désigne la proportion de la surface totale d'une station couverte par une espèce végétale. Le degré de couverture, désigne le pourcentage de la surface du sol couverte par la végétation (Ramade, 2008). L'approche de calcul du recouvrement est en fonction de la forme de la surface résultant de la projection de la partie aérienne du végétal (Duranton et *al.*, 1982).

$$R (\%) = \pi (d/2)^2 \times (N/S) \times 100 \text{ (Forme circulaire de la partie aérienne)}$$

$$R (\%) = a \times b \text{ (Forme rectangulaire de la partie aérienne)}$$

Où **d** : diamètre moyen en m

**N**: nombre de pieds de l'espèce

**S** : surface échantillonnée

**a** : longueur

**b** : largeur

**• Taux de recouvrement**

D'après Gounot (1969), le taux de recouvrement est calculé selon la formule suivante :

$$TR = (Rc_i / Rc_t) \times 100 \text{ Où :}$$

**TR** : Taux de recouvrement;

**Rc<sub>i</sub>** : recouvrement de l'espèce *i*;

**Rc<sub>t</sub>** : recouvrement total.

**• Densité**

Les mesures de la densité sont exprimées en nombre d'individu par unité de surface (100 m<sup>2</sup>) elle a été mesurée par comptage direct ou estimée à l'aide d'un cadre de (0,25m 2) pour le cas de phragmites par exemple. Il est utilisé parfois le terme d'abondance pour celui de densité (Gounot, 1969).

$$D = n_i / S$$

Où  $n_i$  : nombre d'individus d'une espèce ;  
 $S$  : la surface

• **Richesse totale (S)**

C'est le nombre total d'espèces présentes dans un biotope ou une station donnée :

$$S = sp_1 + sp_2 + sp_3 + sp_4 + \dots + sp_N$$

$S$ : Nombre total des espèces observées ;  $sp_1$ ;  $sp_2$ ;  $sp_3$ ;  $sp_4$ ;  $sp_N$ : Espèces observées

DAGET et POISSONET (1991), ont proposé l'échelle de référence suivante pour cette richesse floristique stationnaire. Elle permet d'établir des comparaisons entre stations:

Flore raréfiée = moins de 5 taxons dans l'unité de milieu ;

Flore très pauvre = de 6 à 10 taxons ;

Flore pauvre = de 11 à 20 taxons ;

Flore moyenne = de 21 à 30 taxons ;

Flore assez riche = de 31 à 40 taxons ;

Flore riche = de 41 à 50 taxons ;

Flore très riche plus de 51 à 75 taxons ;

Flore particulièrement riche = plus de 75 taxons

**Indice de richesse de Margalef ( $D_m$ )**

L'indice de Margalef est un indice de diversité spécifique souvent employé (Ingram, 2008) :

$$D_m = \frac{(S-1)}{\log_2 N}$$

Où **S** : Nombre d'espèces

**N** : Nombre d'individus dans un échantillon

L'indice indique si la richesse spécifique d'une toposéquence est élevée ou non.

#### • Indice de diversité de Shannon-Weiner

L'indice de diversité de Shannon dérive d'une fonction établie par Shannon et Wiener qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de Shannon-Weaver (Krebs, 1989 ; Magurran, 1988). Cet indice symbolisé par la lettre  $H'$  fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus.

La valeur de  $H'$  représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (Blondel, 1979 ; Dajoz, 1985 ; Magurran, 1988) :

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i, p_i = n_i/N$$

Cet indice indique l'état de diversité des espèces d'un biotope étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité dans ce cas est égal à zéro.

Selon Magurran (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5, il dépasse rarement 4,5. Selon Dajoz (1984), cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution. Lorsque :

$H' = 0$  : tous les individus appartiennent à la même espèce.

$H' < 1,5$  : le peuplement étudié est peu diversifié.

$H' > 1,5$  : le peuplement étudié est diversifié.

#### • Indice d'homogénéité de Pielou

C'est le rapport entre la diversité calculée  $H'$  et la diversité théorique maximale ( $H'_{max}$ ) qui est représentée par  $\log_2 S$  (Blondel, 1979).

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Cet indice varie de zéro (0) à un (1). Lorsqu'il tend vers zéro ( $E < 0,5$ ), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Barbault, 1981).

**e. Indice de dominance**

La coexistence des espèces dans les communautés écologiques est presque toujours asymétrique, où certaines espèces deviennent dominantes par rapport à d'autres. Cette inégalité de contribution des espèces est reflétée par le degré de dominance, qui peut être fortement évidente quand certaines espèces monopolisent l'occupation de l'espace et caractérisent du point de vue physiologique la structure de l'association végétale (Cardinale et *al.*, 2006).

**- Indice de dominance de Simpson ( $D_S$ )**

Pour cet indice, la dominance se réfère à l'ampleur à laquelle, une ou plusieurs espèces soient abondantes d'une façon disproportionnée dans une communauté végétale. L'abondance des espèces varie le long de gradients environnementaux ou par rapport à des impacts sur l'environnement (Ingram, 2008). Les applications les plus communes de l'indice de Simpson incluent les comparaisons de différents assemblages de la communauté végétale à travers des emplacements dans un même écosystème, et est écrit comme suit (Ingram, 2008) :

$$D_S = \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Où  $D_S$  : indice de dominance de Simpson;

$S$  : nombre total d'espèces;

$n_i$  : est le nombre d'individus de l'espèce  $i$  dans l'échantillon;

$N$  : est le nombre total des individus dans un échantillon.

Plus la valeur de  $D_S$  est grande, plus est élevée l'équité de l'espèce dans tout l'échantillon, et comme la valeur de  $D_S$  diminue dans un échantillon, la dominance d'autres espèces serait prévue à augmenter (Ingram, 2008). L'indice de dominance de Simpson s'est avéré plus sensible pour détecter de petites différences entre les échantillons (Ingram, 2008).

### 2.1.1.2. Spectre biologique et type de végétation

Le spectre biologique donne de précieuses indications sur la structure, la physionomie et les stratégies adaptatives de la communauté végétale (Gillet, 1998). Les « *formes biologiques* » (Delpech *et al.*, 1985) constituent un élément de référence intervenant dans la définition des formations végétales. Depuis le premier système de classification, purement descriptif, basé sur l'observation de la capacité d'une plante à fleurir et fructifier une ou plusieurs années successives, certains auteurs ont tenté d'intégrer les variables écologiques dans les systèmes de classification proposés (Grisebach, 1872; Warming, 1908; Ozenda, 1977 cités par Kaabeche, 1990; Lacoste et Salanon, 2001).

Toutefois, la classification la plus utilisée, celle de Raunkiaer (1905, 1918) est de nature « morphologique ». Rappelons qu'elle prend en compte la position, par rapport au sol, des bourgeons de « rénovation » du végétal et permet de reconnaître, en ce qui concerne les « végétaux vasculaires », les 5 principaux types biologiques suivants: Phanérophyte, Chaméphyte, Hémicryptophyte, Cryptophyte et Thérophyte.

Cette classification est depuis élargie à l'ensemble du Règne végétal (Braun-Blanquet, 1928; Rothmaler, 1955 *in* Kaabeche, 1990); diverses catégories sont définies à l'intérieur d'un même type (Godron *et al.*, 1968). Cependant, le classement d'une plante dans un type plutôt que dans un autre n'est pas évident, l'observation sur le terrain a montré que le type biologique d'une même plante peut changer selon le climat, ce qui implique que les types biologiques sont naturellement à noter tels qu'ils sont dans la végétation étudiée, non pas tels qu'ils sont habituellement (Emberger, 1966 *in* Kaabeche, 1990).

Selon la participation de chaque type biologique à l'ensemble de la flore, le spectre biologique peut être dressé et donne de précieuses indications sur la structure, la physionomie et les stratégies adaptatives de la communauté végétale (Gillet, 2000).

Il est utilisé la classification de types biologiques établie par Raunkiaer (1934) (Annexe 2). Deux types de spectres biologiques sont établis à partir des types biologiques des espèces recensées dans les relevés phytocéologiques, un spectre biologique simple et un autre pondéré.

Un premier spectre biologique global des sites prélevés, est construit à partir du nombre d'espèces de chaque type biologique (spectre biologique simple). Et un spectre biologique pondéré est établi à partir de la pondération des espèces, avec le produit de leurs recouvrements moyens dans les relevés (Gillet, 2000), afin de permettre une figuration de la structure et de la physionomie des formations végétales qui couvrent la station.

### **- Le type de végétation (ou formation végétale)**

Lorsqu'on s'intéresse à la végétation, une première approche peut se faire sans tenir compte de la composition floristique, mais compte tenu de la physionomie de la végétation (Ozenda, 1982). La notion de formation végétale s'appuie sur les particularités d'aspect des végétaux qui la composent. Il s'agit de classer les principaux végétaux en fonction de leur physionomie. Pour cela, il sera fait appel à la classification de Raunkiaer (1934).

Elle s'appuie sur la morphologie générale du végétale et notamment sur la position des bourgeons de renouvellement par rapport à la surface du sol. Ces bourgeons sont les organes qui permettent de passer la mauvaise saison. Lacoste et Salanon (2001) donnent les différents types (ou formes) biologiques.

#### **2.1.1.3. Spectre biogéographique**

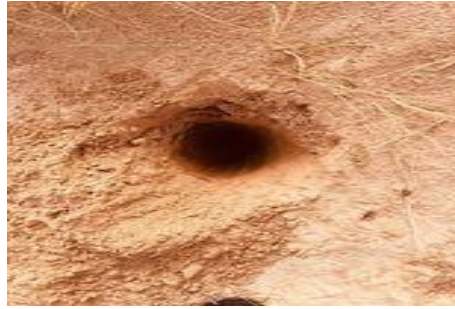
L'élément phytogéographique correspond à « l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini ; il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminés» (Braun-Blanquet, 1919 cité par Kaabeche, 1990). Pour la présente étude, il est établi un spectre biogéographique global des espèces recensées dans la station, la classification des appartenances des espèces est faite sur des bases floristiques de Barry et Celles (1972-1973) et Kaabeche (1990).

## **2.2. Prélèvement de sol**

Dans le site sur un ensemble des point pris dans la couche 0-20 cm cm échantillonné

• **Pour la réussite de note échantillonnage nous devons respecter les étapes suivantes**

- A l'aide de petite Palle en va creusons une fosse et en prends échantillons.



**Figure (08) :** La profondeur de l'échantillon

Source : Photo originale, (2022).

- En mélange Tous les Echantillons du sol de chaque niveau dans un sac plastique
- Et après videz-le dans un récipient en plastique.
- Remplir l'étiquette et notée la numérotation de niveau de terre

### **3. Méthode d'analyses du sol**

L'analyse des échantillons récoltés nous donnera des renseignements importants sur le sol. Voici une brève description des principaux paramètres appartient d'une analyse du sol.

#### **3.1 Préparation du sol**

Les échantillons ramenés au laboratoire sont séchés à l'aire libre pendant quelques jours, Puis, en commence notre analyse.

#### **3.2 Méthode d'analyse physico-chimique**

On a été effectuées les déterminations suivantes :

- ✓ Le pH ;
- ✓ La conductivité électrique ;
- ✓ L'humidité ;
- ✓ La matière organique et le Carbone ;
- ✓ L'azote total ;
- ✓ La granulométrie ;
- ✓ Le potassium ;

- ✓ Le phosphore.

#### 4. Méthode

Nous avons prélevé deux échantillons différents en profondeur sol 1 (20) et sol 2 (40) :

##### 4.1 Le PH

Le pH fait partie d'une des plus importantes caractéristiques physico-chimiques des sols, car la spéciation, Par définition, il est l'unité de mesure de la concentration en ions hydrogènes, Permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il existe plusieurs méthodes de Mesure du pH. (Dajoz, 1985).

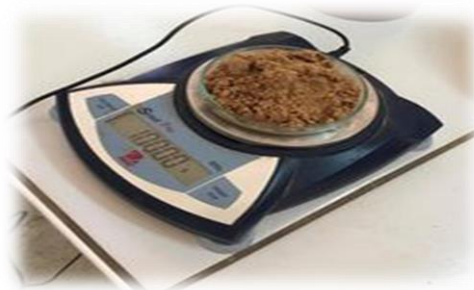
À l'aide d'un pH mètre, nous avons mesuré le pH dans une suspension d'eau, avec un **Rapport sol/eau égale à 10/25ml.**

##### Matériels et Méthode

- ❖ Spatule, eau distillée, pissette, papier filtre ;
- ❖ Bécher ;
- ❖ Entonnoir ;
- ❖ Agitateur ;
- ❖ Ph mètre ;
- ❖ Erlenmeyer ;
- ❖ Balance.

##### Méthode

- Dans une balance en va mesurer une quantité du sol (10 g) :



**Figure(09) : La balance du laboratoire source** (Photo original)

- Dans un erlenmeyer nous avons ajouté 25 ml d'eau distillé à 10 g du sol :
- Nous mettons les échantillons dans l'agitateur pendant 15 minutes :



**Figure (10) :** Agitateur de laboratoire source (Photo original)

- Après l'agitation nous avons filtré les échantillons en utilisant du papier filtre dans un bécher :



**Figure (11) :** Filtration de la solution (Photo original)

- En utilise d'un PH mètre, nous avons mesuré le ph :



**Figure (12) :** Appareil pH mètre

#### 4.2 La conductivité (C.E)

La conductivité électrique s'effectue de la même manière que le pH eau (du sol/eau), mais par le conductimètre à la place du pH mètre (Samai, 2007).

### 4.3 L'humidité

L'humidité du sol est la quantité d'eau en suspension et la quantité d'eau retenue par les pierres appelée « eau poreuse »

L'humidité hygroscopique : elle indique en pourcentage la quantité d'eau retenue par la terre séchée à l'air libre (Aubert, 1978).

#### Matériel et méthode

- ❖ Balance électrique ;
- ❖ Pot aluminium ;
- ❖ Une étuve.

#### Méthode

Nous avons prélevé deux échantillons différents en profondeur sol 1 (20) et sol 2 (40) : nous mettons une quantité du sol dans un pot aluminium à l'intérieur d'une étuve à 105 C° pendant 48h après nous pesons le poids (benslama 2005).

### 4.4 La matière organique (MO)

Elle est exprimée en pourcentage du poids sec de la terre. (Benslama et Zanache, 1998). Selon Lambert (1975), on peut distinguer quatre classes d'abondance de la matière Organique résumées dans le tableau suivant : (Tableau 1)

#### Classes Taux de matière organique :

**Tableau (11) :** Classes d'abondance de la matière organique

Classes	Taux de matière organique	Qualification
1	< 2mm	Terre fine
2	50µm à 2mm	Sable
3	2µm à 50µm	Limon
4	< 2µm	Argile

*Source : Lambert ,(1975).*

#### Matériel et méthode

### Matériel

- ❖ Balance électrique ;
- ❖ Creuset ;
- ❖ Pince ;
- ❖ Four à moufle.

### Méthode

- On prend (02) Echantillon différent profondeur

- On prend 5g de chaque Echantillon.

• Nous mettons 5g de sol et on met dans le four à moufle à 550 C° pendant 4 à 5 Heures et Après cela, nous les sortons avec le pince et nous le laissons à froidir :



**Figure (13) :** Calciner le sol au four à moufle à 550 °C pendant 06 heures.

- Puis on pèse :



**Figure (14) :** pesage

### 4.5 La granulométrie

L'analyse granulométrique d'un sol, consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. On sépare par les analyses de sol, les particules en trois classes distinctes : soit sable (de 2 à 0,05 mm), le limon (de 0,05 à 0,02 mm) et l'argile (inférieure à 0,02 mm). (Damayet Julien, 1995). Cela nous permet de connaître certaines caractéristiques du sol, comme la capacité des racines à y pénétrer, la capacité du sol à retenir l'eau, ou sa vulnérabilité à la compaction. (Calvet, 2003) ; Et donc la granulométrie est effectuée selon la méthode internationale. (par l'emploi de la pipette de Robinson)  
 Mode opératoire :

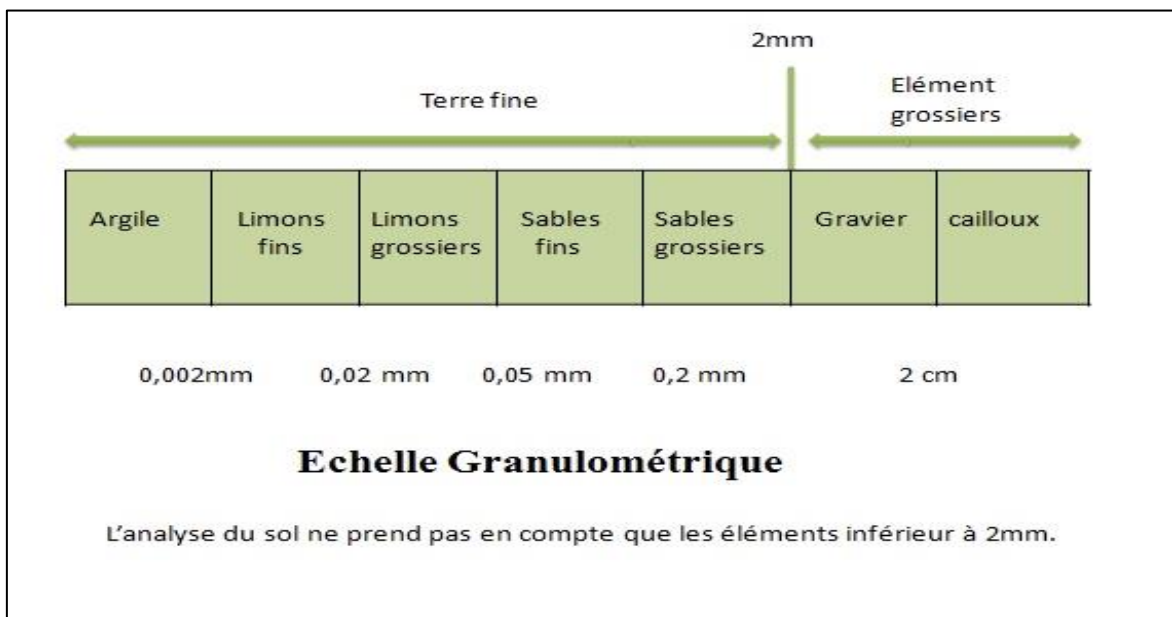


Figure15. Echelle granulométrique



Figure16. Tamisage du sol.

#### 4.6 Le potassium K

Cet ion a un pouvoir flocculant aussi faible que celui du sodium. Son abondance dans un sol, lorsque les teneurs en calcium diminuent, disperse même l'argile (par remplacement d'un ion très flocculant par un autre ion au pouvoir flocculant plus faible).



Figure 17. Appareil spectromètre

### Matériel

L'eau distillée, verrerie, Spatule, Balance, Agitateur, Baro magnétique, Entonnoirs, Bêchers, Papier filtre, Support de tubes, Des tubes à essais, appareil spectrométrie



### Méthode

Figure18. Tube à essai

- On pèse 10g de sol et on ajoute à cela 100ml de ED et met la solution du sol à l'agitation, pendant 30 min

Après on va filtrer la solution du sol

Alors on vide la solution filtrée dans un tube à essai et on le laisse pendant 24 h et on mesure le (k+) par appareil spectromètre.

### 4.7 Le Phosphore

Est un élément essentiel de tous les organismes vivants. Chez les végétaux, il joue un rôle essentiel dans de nombreux processus biologiques comme la croissance, la photosynthèse et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, il représente souvent un facteur limitant, par suite de sa faible concentration dans les sols (Pousset, 2000).

Pour mesurer le phosphore dans le sol on utilise la méthode spectrophotométrique.

### Matériel

Micropipette de 1000  $\mu$ l ; Spatule, balance, eau distillée ; pipette ; cuve ; bécher 100ml

- Acide sulfurique ; Ammonium molybdate ;
- Le spectrophotomètre

### Le réactif

Sulfo-molybdique

### La méthode

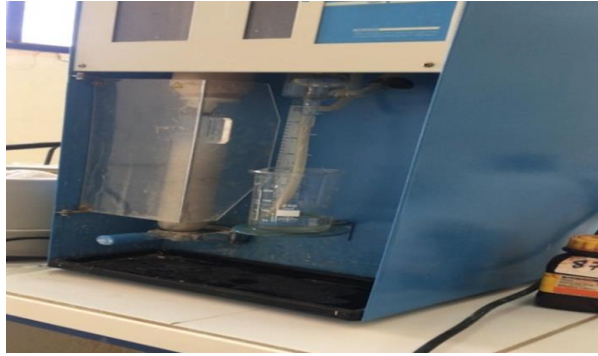
Préparation de réactif Sulfo-molybdique On ajouter 50ml d'eau distillée dans 5g Dans une cuve nous avons ajouté par une micropipette (de 1000  $\mu$ l) 1ml de réactif Sulfo-molybdique sur la solution mère (5g du sol + 50ml d'eau distillée) ; et après nous le mettons dans le spectrophotomètre pour la mesure de phosphore.



**Figure19:** Le spectrophotomètre d'ammonimolybdate

### 4.8 Dosage de l'azote total

Le dosage a été fait par la méthode de KJLDAHL l'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal ; sous l'action de l'acide sulfurique concentrée à l'ébullition se comporte comme oxydant. Les substances organiques sont décomposées ; le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacale, ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique



**Figure20.** Appareil de kjelldahl.

Sous forme de sulfate d'ammonium. Pour accentuer l'action oxydant de l'acide sulfurique, on élève la température d'ébullition, en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium qui jouent le rôle de catalyseur. La matière organique totalement oxydée, la solution contenant de sulfate d'ammonium est récupérée. On procède ainsi à un de l'azote ammoniacal par distillation après l'avoir déplacé de combinaison par une solution de soude en excès

### **Matériel**

Appareil Kjeldahl

Burette +statif

Becher 250ml, Balance

Eau distillé

### **Les acides**

Hcl

Acide sulfurique

Sulfate de potassium

Acide sulfurique

Eau oxygénée



**Figure 21.** La solution dans la haute

## Chapitre IV. Résultats et discussions

L'objectif de la présente étude est la caractérisation de la steppe de la zone d'El-Assafia à travers sa composition floristique, sa répartition spatiale, son degré d'abondance, son pourcentage de recouvrement et ses caractéristiques édaphiques.

### 1. Territoire phytogéographique

Selon Barry et Celles (1972-1973) et sur des bases phytogéographiques (Kaabeche, 1990; Quezel et Santa 1962-1963), la zone d'étude fait partie de :

- l'Empire Holarctis;
- la Région Méditerranéenne;
- la Sous-région Eu-Méditerranéenne;
- le Domaine Magrébin Steppique;
- le Secteur Saharo-Atlasique (de l'Atlas Saharien, AS);
- le District Atlasique Naïli-Amourien (AS2).

### 2. Diversité et abondance des taxons

La flore recensée dans la zone d'étude se répartit en 4 familles, 7 genres et 7 espèces (Tab.11).

**Tableau 12.** Liste des familles avec nombres de genres et d'espèces

Famille	Genre	Nombre d'espèces
Poaceae	<i>Stipagrostis</i>	1
Fabaceae	<i>Argyrolobium</i>	2
	<i>Hippocrepis</i>	
Asteraceae	<i>Artemisia</i>	3
	<i>Onopordum</i>	
	<i>Pallenis</i>	
Brassicaceae	<i>Maresia</i>	1

Au vu du tableau ci-dessus, la famille la plus abondante et diversifiée est la famille des Asteraceae avec (03) genres et (03) espèces, suivie par celles des Fabaceae (02) genres, (02) espèces. Les deux familles restantes telles que Poaceae et Brassicaceae sont représentées par une seule espèce chacune.

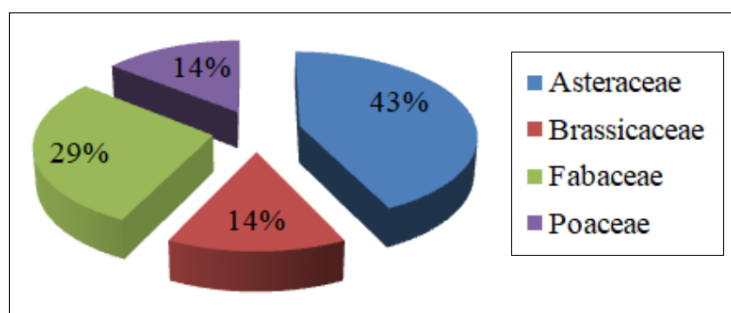
Le tableau suivant (Tab.12) porte la liste des espèces avec leurs familles, leurs types biologiques et phytogéographiques.

**Tableau 13.** Listes des espèces avec leurs familles, types biologiques et phytogéographiques (Quézel et Santa, 1962-1963; Le Houérou, 1995)

Espèce	T.Biol.	T. Biogéographique	Famille
<i>Stipagrostis pungens</i> subsp. <i>pungens</i> (Desf.) De Winter	He.	Sahara-Afrique du Sud	Poaceae
<i>Argyrolobium uniflorum</i> (Decne.) Jaub. & Spach	N.Ph.	Saharo-Méditerranéen	Fabaceae
<i>Artemisia campestris</i> subsp. <i>glutinosa</i> (J.Gay ex Besser) Batt.	Ch.	Circumboréal	Asteraceae
<i>Hippocrepis bicontorta</i> Loisel.	Th.	Saharo-Sindien	Fabaceae
<i>Maresia nana</i> (DC.) Batt.	Ch.	Méditerranéo-Irano-Touranien	Brassicaceae
<i>Onopordum acanthium</i> L.	He.	Eurasiatique septentrional	Asteraceae
<i>Pallenis cuspidata</i> Pomel	He.	Euro. Méditerranéen	Asteraceae

- **Diversité des familles**

Quatre (04) familles constituent le total des espèces recensées, leurs contributions est données sur la figure suivante (Fig.22).



**Figure 22.** Contribution spécifique des familles

D'après la figure ci-dessus, la famille des Asteraceae s'exprime mieux par rapport aux autres familles (43%), cela est peut être grâce à ces facultés adaptatives multiples (Fertout-Mouri, 2018), suivie de la famille des Fabaceae, la prédilection des plantes de cette famille pour les habitats arides ou semi-arides est reliée à leur adaptation aux variations climatiques et imprévisibles de l'habitat. En effet, les Fabaceae fixent l'azote via

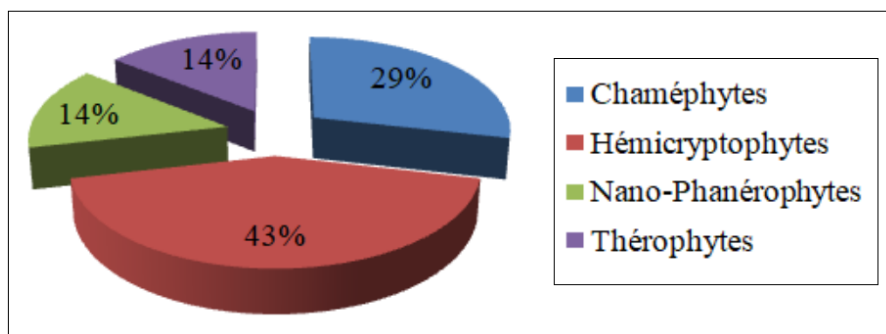
la symbiose légumineuses-*rhizobium* qui permet d'obtenir des taux élevés en azote ammoniacal au niveau de leurs racines en fonction de la demande de leur métabolisme (Wojciechowski et *al.*, 2004).

De point de vue phytoécologique, ces espèces ont une amplitude écologique importante ce qui leur confère une large plasticité écologique vis-à-vis de la sécheresse qui pourrait s'expliquer par des variations génétiques et des adaptations locales des diverses populations.

### 3. Spectres biologiques

#### 3.1. Spectre biologique brut

Un spectre biologique brut est établi pour les plantes recensées est donné sur la figure ci-dessous (Fig.23).

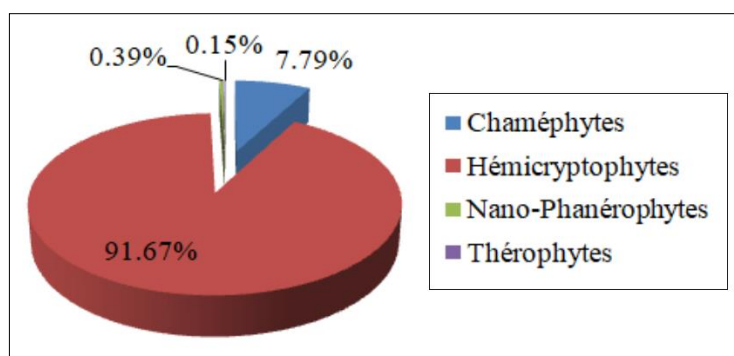


**Figure 23.** Spectre biologique brut des espèces recensées

Le spectre établi montre la prédominance des hémicryptophytes avec (43%), selon Julve (1989) ce sont les plantes qui ont la stratégie la plus performante et colonisent donc des milieux très divers ; les chaméphytes sont également bien représentées avec (29%), ces plantes tant plus photophiles et plus xérophiles, leur proportion augmente dès qu'il y a dégradation des milieux car elles peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse, se traduisant par réduction de la surface foliaire et développement d'un puissant système racinaire (Orshan et *al.*, 1984; Floret et *al.*, 1990) ; les thérophytes et les phanérophytes sont moins représentées (14%), selon Kadi-Hanafi (2003) le nombre des phanérophytes régresse avec l'aridité et l'ouverture du milieu.

### 3.2. Spectre biologique pondéré

Il est établi un deuxième spectre biologique dit pondéré ou réel, obtenu à partir de la pondération de la contribution des espèces avec le produit de leurs fréquences relatives ou de leurs recouvrements moyens dans les relevés (Gillet, 2000). Le spectre présenté (Fig.24), est construit à partir de la pondération des espèces recensées avec le produit de leurs recouvrements moyens afin de permettre une figuration de la structure physiognomique de la végétation sujette.



**Figure 24.** Spectre biologique pondéré des espèces recensées

La figure ci-dessus montre que la formation végétale étudiée est une hémicryptophytaie cespiteuse formée majoritairement de touffes vivaces,

### 4. Eléments phytogéographiques

L'élément phytogéographique correspond à « l'expression floristique et phytosociologique d'un territoire étendu bien défini, il englobe les espèces et les collectivités phytogéographiques caractéristiques d'une région ou d'un domaine déterminés » (Braun-Blanquet, 1919 cité in Kaabeche, 1990).

Les appartenances biogéographiques de la flore recensée (Tab.12) correspondent aux régions suivantes : Sahara-Afrique du Sud, Saharo-Méditerranéenne, Circumboréale, Saharo-Sindienne, Méditerranéo-Irano-Touranienne, Eurasiatique-Septentrionale et Euro-Méditerranéenne.

L'examen de ces appartenances montre une prédominance des éléments méditerranéen et saharien dans la flore recensée, cette prédominance est peut être due à l'appartenance de la région d'étude au District Atlasique Naïli-Amourien (AS2) auquel s'ajoutent des pénétrations méditerranéennes, et compte tenu de la position de la station

d'étude qui est limitrophe au Sous-secteur oriental du Sahara Septentrional (SS2), des pénétrations sahariennes sont aussi susceptibles.

## 5. Diversité spécifique et homogénéité

### 5.1. Indice de diversité de Shannon-Weiner

Les résultats de mesure des indices de diversité spécifique dans les relevés sont donnés sur le tableau (13).

**Tableau 14:** Valeurs de l'indice de Shannon-Weiner dans les relevés

N° de relevé	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	R <sub>8</sub>	R <sub>9</sub>	Moy.
Indice de Shannon-Weiner	1,16	0,95	1,41	1,86	0,75	1,44	1,43	1,35	1,33	<b>1,30</b>

L'examen des résultats montre que la valeur de l'indice de Shannon-Weiner dans les relevés est comprise entre 0,75 et 1,86 avec une moyenne de 1,30.

## 6. Interprétation des données de l'analyse physico-chimique du sol

### 6.1. Interprétation des données de l'analyse physico-chimique du sol

#### a. La texture

La texture conditionne l'ensemble des propriétés physique et chimique des sols : phénomènes d'échange, capacité de rétention, l'infiltration...etc. (Derdour, 1999).

**Tableau.15.** La texture du sol de la région étudiée.

Fractions	A%	L%	S%
Niveau 1	0.38	0.26	99.36
Niveau 2	0.21	0.62	99.17
Niveau 3	15.16	0.74	84.1
Niveau 4	0.18	2.47	97.35

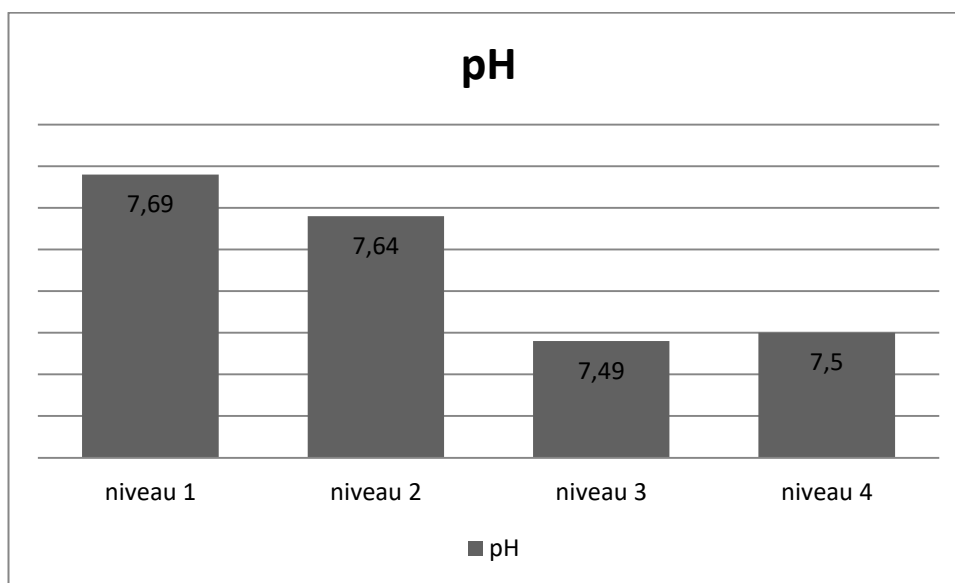
A: argile; L: limon; S: sable

Les échantillons du sol ont une texture à dominance sableuse (entre 84.1% et 99.36, % éléments sableux). A partir de cette texture, nous pouvons dire que notre sol à un pouvoir fixateur presque nul du fait de sa forte perméabilité et de l'absence d'un complexe argilo-humique.

#### b. Le pH

Le pH élevé sont eux aussi un facteur défavorable à la mobilité de nombreux éléments, tels que le fer, le manganèse, le cuivre et le zinc, qui ont un grand rôle physiologique au niveau des plantes (photosynthèse, fabrication des enzymes) ou l'humification (catalyseurs pour l'oxydation des polyphénols). Une augmentation de pH bloque l'absorption de ces éléments sous des formes oxydées, que les plantes ne peuvent pas assimiler (Rognon, 1994).

La figure suivante indique le pH dans les différents niveaux dans nos échantillons



**Figure 25.** Le PH dans les différents niveaux dans nos échantillons.

Le pH dans le niveau 1 est estimé à 7.69, ce qui correspond à un sol légèrement alcalin.

Le pH dans le niveau 2 est estimé à 7.64, ce qui correspond à un sol légèrement alcalin.

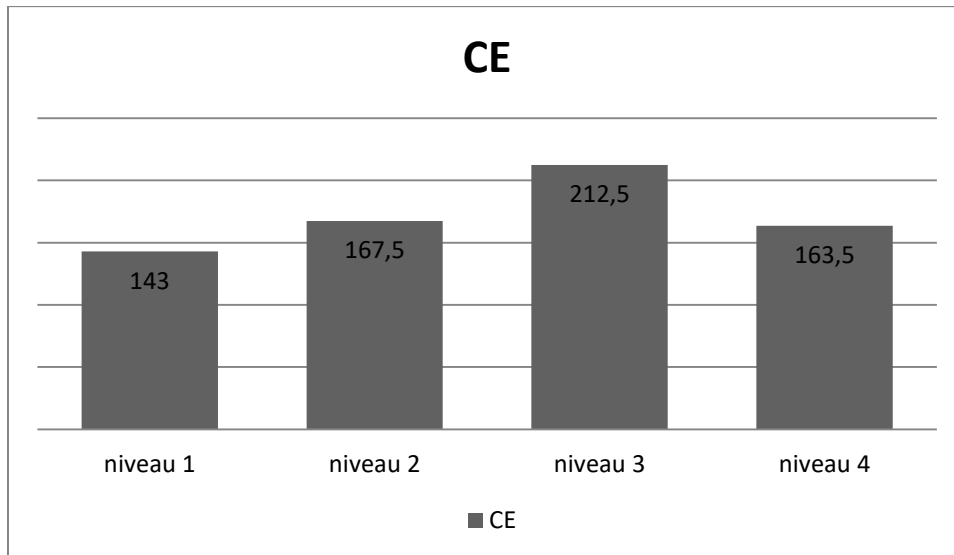
Le pH dans le niveau 3 est estimé à 7.49, ce qui correspond à un sol légèrement alcalin.

Le pH dans le niveau 4 est estimé à 7.5, ce qui correspond à un sol légèrement alcalin.

Ce type de pH a tendance à limiter l'absorption de certains éléments tels que le phosphore, le fer, le zinc, le cuivre, le bore et le manganèse par la plante. (Moumen, 1995).

### **c. La salinité**

La salinité a un effet sur la propriété du sol, car la présence de sodium soluble dans le sol modifie le complexe absorbant et dégrade la structure, aussi un sol salé peut limiter les prélèvements en eau et inhibe la nitrification de l'azote, en plus de cela la possibilité de formation d'une "croûte de surface" qui conduit à une asphyxie racinaire. (Moumen, 1995).



**Figure26.** La conductivité électrique dans les différents niveaux dans nos échantillons.

Pour la conductivité électrique, elle est de l'ordre de 0.14 mmhos/cm, 0.16 mmhos/cm, 0.21 mmhos/cm, 0.16 mmhos/cm, ce qui est considéré comme un sol non salin.

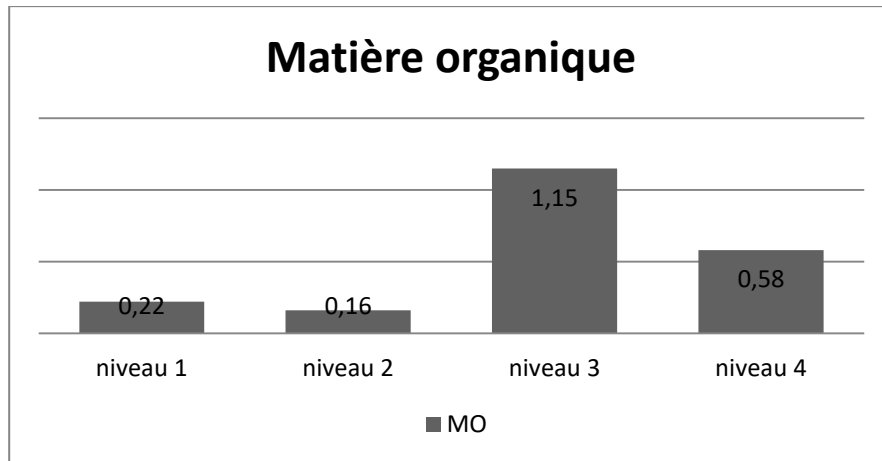
D'après Pouget (1977), la salinité des sols est faible au niveau des dayas et cuvettes de décantation, cette faible salinité est due à plusieurs facteurs parmi eux :

- Un bon lessivage dû à la texture sableuse du sol ;
- Absence d'irrigation, puisque le sol est vierge et n'a pas été cultivé précédemment ;
- Il n'y a eu aucune application d'amendement.

#### **d. La matière organique**

Un faible pourcentage de la matière organique accentue le lessivage du sol du fait que la matière organique joue un rôle important dans la capacité de rétention d'eau et des sels minéraux (Moulai, 2001). Un sol pauvre en matière organique a tendance à être également pauvre en oligo-éléments. Les substances organiques jouent un rôle dans la minéralisation avec libération d'oligo-éléments (Gervy, 1970).

Selon Kiekens (1985) in Reguieg *et* Hocine (1992), la matière organique constitue une source d'approvisionnement important en oligo-éléments pour le sol ; celle-ci, provenant essentiellement des déchets des récoltes ou d'excréments, subit dans le sol une biodégradation microbienne libérant les oligo-éléments dans la solution du sol.

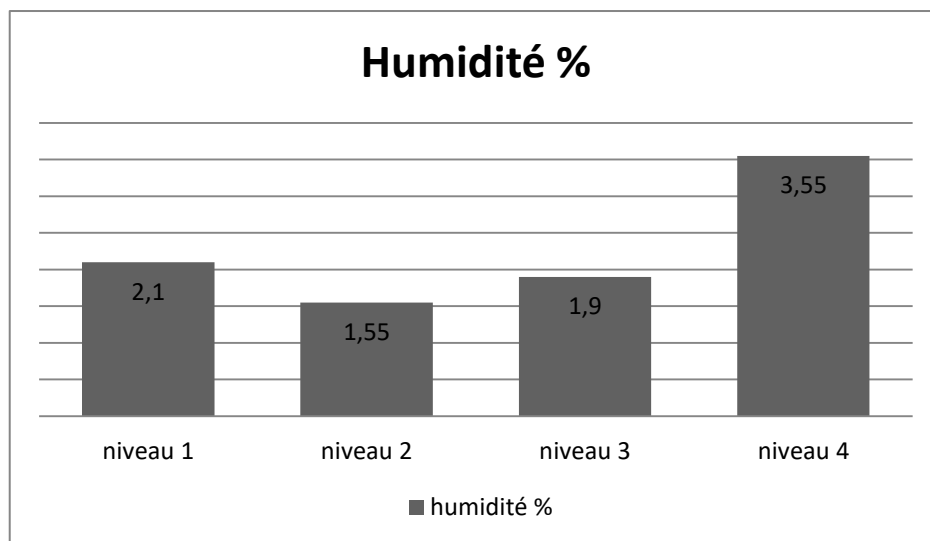


**Figure 27.** Le pourcentage de matière organique dans les différents niveaux dans nos échantillons.

L'analyse du sol de nos échantillons montre que ces derniers sont très pauvres en matière organique (0,22% et 0,16%), pour le niveau 1 et niveau 2. Ils sont plus riches en matière organique (1,15% et 0,58%) pour le niveau 3 et 4 respectivement.

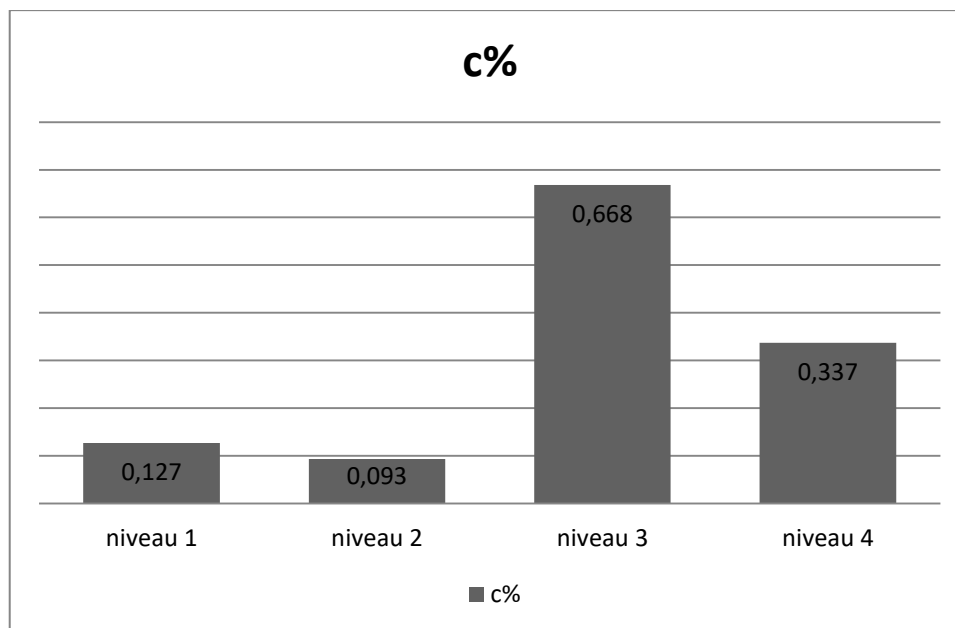
**e. L'humidité du sol**

Sur un sol sec, le Manganèse devient moins disponible. Cependant, l'engorgement du sol rend l'absorption du fer plus difficile (Moumen, 1995).



**Figure 28.** Le pourcentage d'humidité dans les différents niveaux dans nos échantillons.

**f. Taux de carbone**



**Figure29.** Le taux de carbone dans les différents niveaux dans nos échantillons.

**g. Les sels minéraux présents dans le sol**

L'analyse des principaux éléments minéraux (Na.P.K), nécessaires à la bonne croissance des plantes montre que notre sol est très pauvre en PK. Ainsi le phosphore ne représente que 0.033 ppm dans le niveau 1 et 0.0269 ppm dans le niveau 2, et pour le niveau 3 représente 0.0255 ppm, et 0.0241 ppm dans le niveau 4. Alors que le sodium est de 0.0165 ppm dans le niveau 1 et 0.033 ppm dans les niveaux 2 et 4, et pour le niveau 3 représente 0.099 ppm.

Le potassium représente 274 ppm dans les niveaux 1 et 3, et 254 ppm dans le niveau 2 et 608 ppm pour le niveau 4.

L'analyse des sels minéraux au niveau du sol démontre la nécessité d'une fertilisation adéquate.

**• Le potassium K**

Cet ion a un pouvoir flocculant aussi faible que celui du sodium. Son abondance dans un sol, lorsque les teneurs en calcium diminuent, disperse même l'argile (par remplacement d'un ion très flocculant par un autre ion au pouvoir flocculant plus faible).

**Tableau.16.** Le taux de potassium.

	niveaux	mg/kg
1	9	274
2	8	254
3	9	274
4	20	608

- **Le phosphore**

**Tableau.17.** Le taux de phosphore.

	niveaux	mg/kg
1	0.0465	0.033
2	0.038	0.0269
3	0.036	0.0255
4	0.034	0.0241

- **Le sodium Na**

En présence d'eau salée, l'argile floccule. Mais en présence d'eau douce(pluie), l'argile sodique est fortement dissociée ( $Na^+$  tend à s'écartier des micelles).

Le sodium va alors agir sur l'eau pour former avec les ions  $OH^-$ , une base forte NaOH.

Le PH du sol va alors augmenter (jusqu'à 8-9). NaOH étant une base forte, la dissociation en ions Na et  $OH^-$  est complète. Les  $OH^-$  auront tendance à se recombinaer aux H pour former des molécules d'eau. Afin de faire face à la diminution d' $H^+$  dans la solution du sol. Les argiles vont perdre progressivement ceux qui sont situer à leur surface: l'argile se disperse.

Nous retiendrons donc que le sodium a une action dispersante sur l'argile. Il est donc important d'éviter l'emploi d'engrais sodiques (sylvinite, nitrate de soude) en sols argileux.

**Tableau 18.** Le taux de sodium.

	niveaux	mg/kg
1	2	0.0165
2	4	0.033
3	8	0.099
4	4	0.033

## Chapitre 4. Résultats et discussions

Les analyses du sol traitées au niveau du laboratoire de l'Université Amar Téliidji sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau 19** : les propriétés physico-chimique du sol .

Eléments	Méthodes d'analyses	Normes	Résultats				Interprétations
			Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	
Argile	Pipette de Robinson	Triangle texturale	0.38	0.21	15.16	0.18	Sol sableuse
Limon			0.26	0.62	0.74	2.47	
Sable			99.36	99.17	84.1	97.35	
Na	Spectrophotomètre à Flamme	0.15 à 0.25 %	0.0165	0.033	0.099	0.033	Très pauvre
P2O5 pp	Spectrophotomètre	95.5 ppm	0.033	0.0269	0.0255	0.0241	Très pauvre
K2O ppm	Spectrophotomètre à Flamme	200 ppm	274	254	274	608	Très riche
Calcaire totale %	Méthode volumétrique	<5%	16.406	23.906	34.844	143.75	Modérément calcaire
Ph	PH-mètre 1/2.5	5.6 à 7	7.69	7.64	7.495	7.505	Elevé (alcalin)
C.E $\mu$ s à 25°C	Conductimètre 1/5	< 2 mmhos/cm	143	167.5	212.5	163.5	Non salé
Matière organique %	MO%=C%x 1.72	2.5 à 5 %	0.22	0.16	1.15	0.58	Extrêmement faible
C %	Méthode de four à moufle	1.8 à 2.8	0.127	0.093	0.668	0.337	Très faible
Humidité	séchage à l'étuve pendant 24h à 105C°	-	2.1	1.55	1.9	3.55	-

## **6.2. Discussions autour des propriétés physico-chimiques de notre sol**

La couverture pédologique de notre parcelle expérimentale située dans la (Commune d'El Assafia), est constituée essentiellement des sols minéraux bruts résultant des conditions climatiques de la région, à savoir un climat aride caractérisé par de faibles précipitations et des températures élevées favorisant l'érosion du sol. Ce sol est à forte dominance d'éléments grossiers (plus de 99% de sables) ce qui se traduit par une dominance sableuse.

Le sol est constitué essentiellement de squelette (sables fin et grossier) dont l'agrégation est très faible à nulle par absence de matière organique. Ces sols squelettiques sont très peu fertiles étant donné que leur capacité de rétention en eau est très faible.

Outre, un sol à forte dominance sableuse constitue une contrainte qui peut être très sévère pour la production agricole si certains correctifs ne sont pas amenés, à savoir :

- Très faible fertilité minérale en raison de l'absence de complexe argilo-humique. En effet, la réserve en N, P est presque nulle, il faudrait donc assurer les deux fumures : de redressement et d'entretien ;
- Bien que la texture est très légère, ce qui assure une bonne la lixiviation des sels solubles. Cependant, elle est très mauvaise pour la rétention des nutriments ;
- Le pH est alcalin, ceci pose un problème d'absorption de certains éléments nutritifs.

**Conclusion**

Le sol est le support de tous les êtres vivants, donc il est nécessaire de connaître sa nature et sa composition, ainsi que son état (fertilité, caractéristiques physiques et chimiques...etc.) pour bien choisir les cultures susceptibles de se reproduire et pour éviter tout type de perte.

Notre étude porte sur la connaissance des caractéristiques physiques-chimiques du sol de la région d'El Assafia, cette caractérisation s'est fait à travers la composition floristique de ce sol.

Il a été noté que le sol de notre région d'étude est :

- d'une texture sableuse,
- de type alcalin.
- C'est un sol non salin,
- pauvre de matière organique,
- il est caractérisé aussi par une pauvreté de sels minéraux (surtout pour le Phosphore et le potassium « K ») qui sont indispensables à la vie des végétaux.

On a remarqué aussi que les résultats des différents niveaux étudiés (les quatre 04 profils) de la zone d'El Assafia enregistrent quelques différences dans certains paramètres mais se rapprochent dans la majorité d'entre eux.

Comme propositions, on peut suggérer :

Cette recherche mérite d'être poursuivie pour mieux caractériser et essayer d'améliorer les propriétés des sols et mieux servir les agriculteurs de la zone étudiée.

## Références bibliographiques:

**Andreux F., 2002 :** XXXVème Congrès du groupe Français des Pesticides produits phytosanitaires « Impact environnementale, gestion et traitement Université de Bourgogne.

**Andreux F., 2004 :** Effet des substitutions d'essence sur le fonctionnement organo-minéral de l'écosystème forestier, sur les communautés Fongique mycorhiziennes et saprophytes. Revue Française des sciences forestière Vol.29 N°4. 2002P.

**Atlas et al., 1991; Doran et Zeiss, 2000:** Responses of microbial populations to environmental disturbance. Microbial Ecology 22:249-256.

**Aubert, 1978:** Méthodes d'Analyses des Sols. Marseille, France: Centre National de Documentation Pédologique.

**Baize, D. et Girard, M.C., 1995 :** Référentiel pédologique, Paris, 332 pp.

**Baldok J.A et Nelson., 2000:** The chemical composition of soil. In Handbook of soil science. Edited by Sumner, M.E (CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington.DC).

**Barles, S., Breyesse, D., Guillerme, A. et Laeyval, C., 1999:** Le Sol Urbain. Collection VILLES, Economica, Paris. 278p.

**Benslama, 2005:** Cours d'écopédologie 3ème année Ecologie et Environnement. Université Badji Mokhtar. Annaba.

**Benslama-Zanache H., 1998 -** Contribution à l'étude de la diversité des microorganismes (champignons saprophytes des sols du complexe humide d'El-Kala, Nord-Algerien). « Cas des station d'El-Khoubzi, Righia et Lac Noir ».

**BNEDER, 2005:** Bureau National d'Etude pour le Développement Rural.

**Bronick C.J. & Lal R., 2005:** Soil structure and management: a review. Geoderma, 124, pp. 3- 22.

**Bruckert S., 1972 :** Influence de la composition chimique des litières sur la pédogenèse en milieux acide. Bull. ENSAIA, Nancy 14, 163- 275.

**Calvet R., 2003 :** Le Sol propriétés et fonction: Tom I et II. Ed Dunod.

**Calvet, R., 2003:** Le sol propriétés et fonction: Tom I & II. Ed Dunod.

**Castri, 1970 ; Lavelle, 1987:**

**Chenu C., Balabane M., 2001 in Laboubée, 2007:** Matières organiques et activités biologiques des sols cultivés: Une approche des matières organiques par leurs fonctions, Perspectives Agricoles, n°272, pp. 42-45.

**Chenu et Bruand, 1998:** Clay-organic matter in soils : microstructure and contribution to soil stability. XVI congrès mondial de science du sol, Montpellier.

**Dabin B., 1976:** Méthode d'extraction et de fractionnement des matières humiques du sol application a quelques études pédologiques et agronomiques des sols tropicaux. Cah. ORSTOM? Ser. Pédo. Vol 18 N° 3-4 p, 197- 215.

**Demolon A., 1966 :** Principe d'agronomie : dynamique du sol. Ed. Dunod.

**Duchaufour Ph., 1995 :** Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed. Masson ; Paris 317p.

**Duchaufour, 1984:** Abrégé de pédologie. E D. Masson ; Paris 317 p.

**Duchaufour, ph., 1997 in Grosbellet, 2008:** Abrégé de Pédologie. Sol, végétation, environnement. Masson, Paris. 291p.

**Emberger,L.; 1950:** Une classification biogéographique des climats. Nature. Monspl. Série Bot ;(7).

**Faurie et al., 2003:** Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Lavoisier, Paris,180-284

**GERVY R; 1970 :** Les phosphates et l'agriculture. Edition DUNOD, Paris.298p.

**Girard, M.C., Walter, C., Rémy, J.C., Berthelin, J. and Morel, J.L., 2004 :** Sols et environnement, Paris, 816 pp.

**Glossary of Soil Science Terms, 1965 ;** Ed. Soil Science Society of America. Am. J. Potato Res. **42**, 346.[Online] <https://www.soils.org/publications/soils-glossary>.

**Gobat Gobat, J.M., Aragno, M. and Matthey, W., 2003 :** Le sol vivant - Bases de pédologie – Biologie des sols. 2e éd. Col. Gérer l'Environnement, Presse Polytechniques et Universitaires de Lausanne. 568 p.

**Gobat JM, Aragno M, Matthey W (1998):** Le sol vivant. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.

**HALITIM A., 1988-** Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. O. P. U, Alger. 384 p.

**Hillel, 1974 in Hubert 2008:** L'eau et le sol: principes et processus physiques, Louvain, 288 pp.

**Hillel, D., 1982:** Introduction to Soil Physics. Ed. Academic Press. New York, USA, 364 p.

**Duchaufour Ph., 1984 :** Abrégé de pédologie. E D. Masson ; Paris 317 p.

**Karlen et al. (1997), et la USDA (United State Department of Agriculture) (1996):** Soil quality: a concept, definition and framework for evaluation. Soil Science Society of American Journal 61:4-10.

**Kiekens (1985) in Reguieg et Hocine (1992):**

**Lambert., 1975 :** Classes d'abondance de la matière organique.

**Legros, J.P., 2007 :** Les grands sols du monde. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne, 574 p.

**Mac Carthy et al, 1990:** Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings. Madison, Wisconsin, Soil Sci. Society of America. Mackowiak, C. L. P. R. Grossi and B. G. Bugbee (2001). "Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat." *SoilSci. Soc. Am. J.* 65(6): 1744-1750.

**Mausbach MS, Tugel A (1997):** Soil quality : A multitude of approaches. Kearney Foundation Symposium. California Soil Quality : from critical research to sustainable management. Berkeley, California, March 25.

**Mechraoui, C;** 2014. *Essai d'établissement d'une fumure organique de la fiente de volaille sur la culture de pomme de terre dans la région d'El Assafia la wilaya de Laghouat.* Mémoire d'ingénieur. Université amar teliji Laghouat. 111 p.

**Morel R., 1989 :** Les sols cultivés. Lavoisier. 2<sup>ème</sup> Edition. Paris.373 p.

**Moulai, 2001:**

**Moumen, 1995:** « Guide d'irrigation localisée », Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, ORMVAD, FAO

**Muller, 1995; Ginnochio, 2000). Doran et al. (1996):** Les bioindicateurs végétaux de pollution. ANPP, Colloque International Marqueurs Biologiques de Pollutions, Chinon 21-22 sept. 1995, 227-238.

**Oades, 1998 – Stevenson, 1999 – Baldock et Nelson, 2000:** The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma* 56:377-400.

**O'Neill et al). (1986):** A hierarchical concept of ecosystems. Princeton University Press, Princeton.

**Pankhurst et al., 1997:** Biological indicators of soil health. CAB International, Wallingford.

**Pedro G, 2008:** Le sol, maillon-clé de la gestion écosystémique de la biosphère anthropisée. *Etude et Gestion des sols*, 15(1): 69-76.

**Pedro G., 1985 :** Les grandes tendances des sols mondiaux. *Cultivar*, 185, 1-4.

**Boulaine J. 1989 :** Histoire des pédologues et de la Science du Sol. Ed. INRA.285 p.

**Quenea K., 2004 :** Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sol d'un chrono séquence forêt/maïs (Cestas, sud-ouest de la France), Thèse de doctorat de l'université Paris VI, Spécialité : Fonctionnement physique, chimique et biologique de la biosphère continentale

**Ramade F, 2003:** Elément d'écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 688p.

**Rapport et al., 1997 ; Van Bruggen et Semenov, 1999:** Ecosystem health – more ..than a metaphor. *Environmental Values* 4: 287–309.

**Robert, M., 1996 :** Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement, Paris, 241 pp.

**Rognon P., 1994.** Les conséquences de la sécheresse sur la pédogenèse. *Sécheresse*, 3(5) : 173-184.

**Sommerfeldt *et* Chang, 1985; Ovreas *et* Torsvick, 1998; Wander *et* Bollero, 1999; Hess *et al.*, 2000:** The rhizosphere as a habitat for soil microorganism. In : Modern soil microbiology. (eds van Elsas *et al.*), pp. 21-45. Marcel Dekker, Inc, New York.

**Staben *et al.*, 1997:** Assessment of soil quality in conservation reserve program and wheat fallow soils. Soil Science Society of American Journal 61, 124-130.

**Toutain F., 1974:** Etude écologique de l'humification dans les Hétraies acidophiles  
Thèse du Doctorat. Etat. Univ Nancy I, 114p.

**URBATIA KM., 1995:** Biodiversity assessment in ecological restoration above the timberline. Biodiversity and Conservation 4: 679-695.

**USDA, 1996:** Indicators for soil quality evaluation. USDA Natural Resources Conservation Service, April 1996. [www.nssc.nrcs.usda.gov](http://www.nssc.nrcs.usda.gov)