

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE Dr. Moulay Taher- Saida



**Faculté des Sciences et de Technologie
Département d'écologie et de l'environnement**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en biologie
Option : protection des écosystèmes**

Réalisé par :
HAMRI Safia
ADDADI Chafia

Thème

**Contribution à la connaissance de l'entomofaune de soles forestières
au niveau de la wilaya de Saida**

Soutenu le :/...../.....

Devant le Jurys composé de :

	Président	Université de Saida
	Examineur	Université de Saida
Pr. BENABDELLAH	Encadreur	Université de Saida

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021/2022

Table des Matières

Remerciement	
Dédicace	
Table des Matière	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction	01
<i>Chapitre I : Présentation de la Zone d'étude</i>	
I.1. Localisation de la zone d'étude	04
I.1.1. Situation géographique de la wilaya de Saida	04
I.1.2. Situation administrative (le la daïra d'Ouled Brahim)	4
I.1.3. Présentation de la commune de Tircine	04
I.1.4. Le choix du site	05
I.2. Topographie	05
I.2.1. Altitude	05
I.2.2. Exposition	06
I.2.3. La pente.....	07
I.2.4. Hydrographie et ressources hydriques	08
I.2.5. Géologie	09
I.2.6. Géomorphologie et lithologie	09
I.2.7. La pédologie.....	09
I.2.8. Occupation du sol de la daïra	10
I.2.9. La faune	10
I.2.10. Etude climatique	11
I.2.11. Précipitation	11
I.2.12. La Température	13
I.2.13. Humidité de l'air.....	14
I.2.14. Le vent	15
I.2.15.1. La fréquence du vent:	15
I.2.15.2. Le sirocco.....	16
I.2.16. L'évaporation et l'évapotranspiration:	16
I.2.17. Neige et gelée.....	17
I.2.17.1. La neige.....	17

I.2.17.1. La gelée.....	17
I.2.18. Synthèse climatique	18
I.2.18.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953 et 1957)...	19
I.2.18.2. Le Quotient Pluviométrique et Climagramme d'EMBERGER	20
I.2.18.3. Indice d'aridité proposée par DEMARTONNE:	21
I.3.Aperçu sur la pédologie	23
I.3.1. Structure et texture du sol	23
I.3.2. Les propriétés physiques et chimiques du sol	24
I.3.2.1. Perméabilité	24
I.3.2.2. Porosité	24
I.3.2.3. Capacité de rétention	24
I.3.2.4. Le calcaire	24
I.3.2.4.1. Calcaire totale	24
I.3.2.4.2. Calcaire actif	25
I.3.2.5. Le pH du sol	25
I.3.2.6. La conductivité électrique	25
I.3.2.7. La matière organique	25
I.3.2.7.1. Les rôles de la matière organique	26
I.3.2.8. Les constituants Fondamentaux du sol	26
I.3.2.9. L'eau dans le sol:	26
I.3.2.10. L'humidité	27
I.3.2.11. La réserve utile.....	28

Chapitre II : L'entomologie

II.1. Histoire d'entomologie.....	31
II.1.1. Origine d'entomologie:.....	31
II.1.2. Utilisations dans les sciences:.....	32
II.1.3. Entomologique:	33
II.2.Faune du sol	33
II.2.1. Définition et structure des sols.....	33
II.2.2. Définition de la faune du sol	34
II.2.3. Classification de la faune du sol	34
II.2.4. Rôle de la faune du sol.....	35

Chapitre III : *Matérielles & Méthodes*

III.1. Identification de la macrofaune du sol	37
III.1.1. Localisation de la région d'échantillonnages.....	37
III.1.2. Échantillonnage sur le terrain.....	37
III.1.3. Récupération de la macrofaune du sol.....	38
III.1.4. Identification de la macrofaune.....	39
III.2. Choix du sol et méthode de prélèvement	39
III.3. Matériel vivant utilisé dans l'expérience	40
III.3.1. Cloportes.....	40
III.3.2. Vers de terre.....	41
III.4. Méthode de prélèvement	42
III.4.1. Critères de sélection des cloportes et des vers de terre :	42
III.4.2. Identification de la macrofaune du sol	42
III.5. Discussion des résultats	45
Conclusion Générale	47
Références Bibliographiques	49

Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
01	Les classes d'altitude de la zone d'étude:	06
02	Situation de la station météorologique de Saida.	11
03	répartition de la précipitation moyenne mensuelle et saisonnière.	12
04	Variation des températures moyennes minimales et maximales.	19
05	Précipitations et températures moyennes mensuelles:	20
06	Quotient pluviométrique et étage bioclimatique.	21
07	Valeurs de quotient pluviométrique	43

Listes des Figures

N°	Titre	Page
01	La carte de localisation de la commune de Tircine	05
02	La carte hypsométrique de la zone d'étude	06
03	La carte d'exposition de la zone d'étude	07
04	La carte des pentes de la zone d'étude.	08
05	La carte de réseau hydrographique de la zone d'étude	08
06	Histogramme des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières.	12
07	Présentation graphique des températures T(CI) moyennes mensuelles.	14
08	Histogramme d'humidité relative moyenne mensuelle	15
09	La vitesse moyenne mensuelle des vents en M/S	15
10	La fréquence des vents selon la direction en%	16
11	histogramme du nombre mensuel de jours de sirocco	16
12	histogramme d'évaporation moyenne mensuelle	17
13	histogramme du nombre mensuel de jours de neige	17
14	Figure N° 14: histogramme du nombre mensuel de jours de gelée	18
1516	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен entre (1 983-2012).	19
17	Climagramme d'Emberger de la commune de Saida.	21
18	Détermination du climat à partir de l'abaque de DEMARTONNE.	22
19	La situation géographique de la région de Ouled Brahim commune Tirsine	37
20	schéma représentant la méthode d'échantillonnage sur le terrain	38
21	Appareil de Berlèse	38
22	Identification de la macrofaune	39
23	sol prélevé à terre cultivé	40
24	sol prélevé dans forêt de Djebel Mezayta	40
25	tamisage du sol par un tamis à mailles carrés de 1 mm de diamètre	40
26	photo représentant un cloporte (<i>Oniscidea</i>)	41
27	Un ver de terre (<i>Lumbricina</i>)	41

Résumé

L'étude que nous avons réalisée à l'objectif, le premier but consiste à faire un inventaire de la macrofaune du sol d'un vignoble situé dans la région d'Ouled Brahim commune Tirsine non loin de la wilaya de Saida (La forêt de Djebel Mezayta et terre cultivé). La technique que nous avons utilisée pour le prélèvement des échantillons de sol est celle du quadrat à trois niveaux de profondeurs. Pour l'extraction de la macrofaune, nous avons mis au point un appareil de Berlèse. Les résultats de l'inventaire ont indiqué la présence de 6 groupes faunistiques dans cette station dont les plus abondants sont les Annélides et les Myriapodes.

Introduction Générale

Introduction :

Durant le dernier quart du XIX^{ème} siècle, un abbé, Léon Provancher, habitant la campagne près de Québec, s'attèle à la tâche de décrire la faune entomologique de la partie habitée de la province de Québec. Pratiquement seul pour accomplir ce travail – quelques collaborateurs canadiens correspondent avec lui et lui envoient des données - il consacre les vingt-cinq dernières années de sa vie à explorer le monde des insectes. Provancher n'en est toutefois pas à ses premières recherches quand il entreprend la description de la faune entomologique du Québec. En 1862, il publie une Flore canadienne, ouvrage qui demeurera le seul outil pour l'amateur éclairé et le botaniste canadien-français pendant soixante-quinze ans. A partir de 1868, Provancher anime ce qui restera longtemps la seule revue consacrée aux sciences naturelles au Québec : Le Naturaliste canadien. Neuf ans plus tard paraît le premier tome de la Petite faune entomologique du Canada traitant des Coléoptères. Deux autres tomes, consacrés aux Orthoptères, Névroptères et Hyménoptères, et aux Hémiptères, et plusieurs volumes d'additions et de corrections paraissent jusqu' en 1889.

L'entomologie forestière est une science qui étudie les insectes et les écosystèmes forestiers. Elle intègre un ensemble de connaissances entomologiques et forestières dans un cadre économique et écologique (BAUCE, 2005).

La forêt est considérée, ou devrait être considérée, comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il conviendrait de conserver ou de restaurer. C'est un conservatoire de biodiversité excellent parce qu'il existe plus d'espèces animales et végétales dans ce biotope que dans les milieux ouverts (DAJOZ, 2007). En plus, chaque élément vivant a un rôle précis pour l'écosystème forestier que nous ne devons pas interrompre pour préserver le correct fonctionnement.

Les insectes, qui représentent le groupe le plus riche en espèces, jouent dans les forêts plusieurs rôles, tous sont très importants. Nous pouvons trouver, par exemple, des insectes phytophages, décomposeurs, pollinisateurs, prédateurs, parasites ou vecteurs d'organismes pathogènes

De ce fait, la connaissance de l'entomologie forestière nous permettra, tout en respectant un certain seuil, de mieux lutter contre les ravageurs qui posent.

L'objectif de notre travail est d'identifier les insectes qui se présentent dans les sols forestiers et les champs de culture, et de déterminer les classes de l'entomofaune.

Le premier chapitre présente une présentation de la zone d'étude, et le deuxième chapitre aborde les différentes méthodes expérimentales utilisées durant cette étude. Le dernier chapitre est consacré aux résultats expérimentaux, interprétation et discussion.

Chapitre I

Présentation de la Zone d'étude

I.1. Localisation de la zone d'étude

I.1.1. Situation géographique de la wilaya de Saida

C'est dans l'ensemble géographique de causses et de hauts plateaux que se situe la wilaya de Saida qui est limitée naturellement au Sud par le chott Chergui. (LABANI, 2005)

La Wilaya couvre une superficie totale de 6765 Km' (D.P.A.T, 2010). Elle est limitée au Nord par la Wilaya de Mascara, à l'ouest par celle de Sidi Bel Abbés, au sud par la Wilaya d'El Bayadh et à l'Est par celle de Tiaret. Elle est constituée de six (06) Daïras et de seize (16) communes.

Cette position qui lui donne un rôle de relais entre les wilayat steppiques au sud et les wilayat telliennes au nord, correspond en fait à l'extension du territoire de la wilaya de Saida sur deux domaines naturels bien distincts, l'un est atlasique Tellien au nord et l'autre est celui des hautes plaines steppiques (LABANI, 2005).

I.1.2. Situation administrative (le la daïra d'Ouled Brahim) :

La Daïra de Ouled Brahim est créer après le découpage administratif de 1990 , elle se divise en 03 communes comme suite: la Commune de Tircine., la Commune d'Ain Sultane, la commune d'Ouled Brahim.

Elle située dans la partie Nord-est de la Wilaya de Saida, Elle couvre une superficie de 918 , 03km2 et regroupe une population estimée par la (PATW DE SAIDA) à 33829 habitant, soit une densité de 120,04hab/km2, et un taux de 0, 70.

La Daïra d'Ouled Brahim est limitée

- Au Nord par La Wilaya de Tiaret.
- Au Sud par la Daïra de Hassasna.
- A l'Est par la Wilaya de Mascara.
- A l'Ouest par La commune de Sidi Boubekour. (TERRAS, 2003)

I.1.3. Présentation de la commune de Tircine:

La commune de Tircine est limitée:

- au Nord Par: la commune d'Ouled Brahim;
- à l'Est Par: la wilaya de Tiaret;
- à l'Ouest Par: la commune de Ain soltane;
- au Sud Par: la Daïra de Hassassna et la commune de maamora.

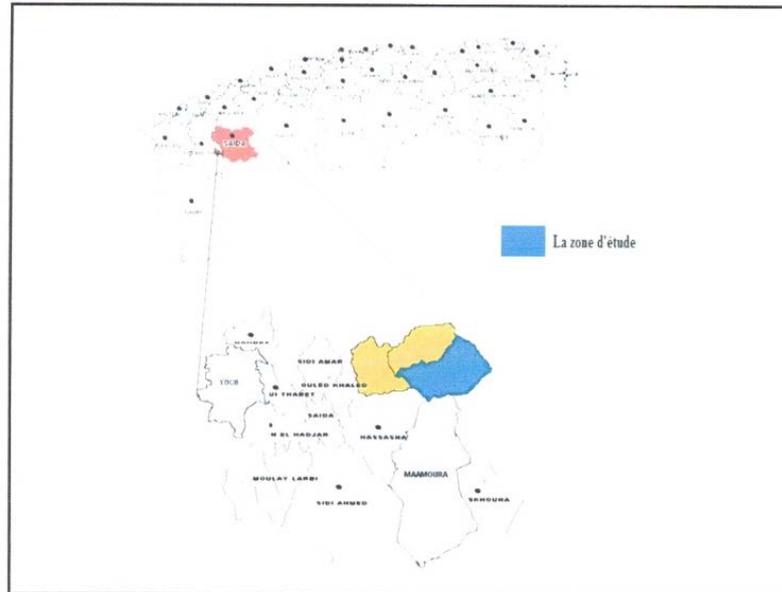


Figure N°01 : La carte de localisation de la commune de Tircine.

I.1.4. Le choix du site:

La Daïra d'Ouled Brahim constitue un modèle plus ou moins représentatif des autres Daïras. Elle a une situation géographique très importante, avec un aspect hétérogène du milieu physique (présence de montagnes, plaines, piémonts etc...)

Elle est localisée entre deux bassins versants celle d'Oued Mina de la Wilaya de Tiaret et le bassin versant de Oued Ouisert de la Wilaya de Mascara.

Un massif forestier très intéressant, même si sa superficie estimée à 570.7 ha reste insignifiante, son rôle écologique de protection des versants contre le phénomène de l'érosion et la valorisation des terres agricoles. (SADDOUKI, 2009)

I.2. Topographie:

I.2.1. Altitude:

C'est une donnée intéressante pour caractériser une station car elle fait la synthèse de plusieurs phénomènes tels que la température, la pluviométrie ou l'ensoleillement.

Quand on parle des effets de l'altitude, il faut prendre aussi en considération les effets de versant et certaines situations de confinement qui ont un effet vis-à-vis du vent, du brouillard, mais peuvent aussi se comporter comme des «trous à gelées ».

Quand l'altitude augmente, les précipitations deviennent plus importantes mais les températures diminuent (d'environ 0,6°C/100 m) .C'est pourquoi elle constitue un facteur limitant pour le développement d'une essence.

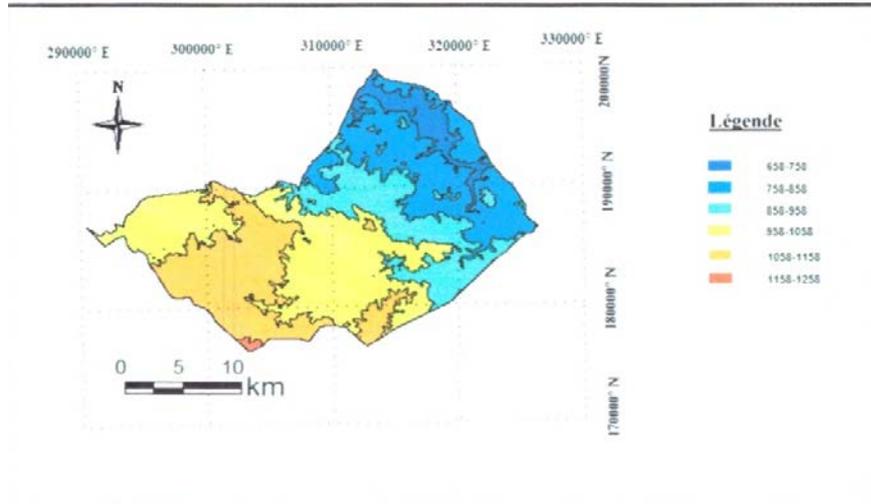


Figure N°02 : La carte hypsométrique de la zone d'étude

Tableau N°01 : Les classes d'altitude de la zone d'étude:

Classes altitudinales	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6
Altitudes/m	658-758	758-859	859-959	959-1058	1058-1128	1158-1258

On remarque que les altitudes de la zone d'étude sont comprises entre 658 et 1258 m, cependant, la plus grande partie est d'une altitude comprise entre le 958 et 1158m.

I.2.2. Exposition:

L'exposition d'un sol en pente modifie fortement le microclimat, et par suite l'humidité et le risque de gel, ainsi que l'ensoleillement, ainsi secondairement que la flore et les rendements agricoles ou sylvicoles. C'est un facteur qui intéresse également à l'écologie du paysage.

L'effet de l'exposition est particulièrement important et se traduit par la différence entre le versant nord et versant sud des montagnes, ou entre les deux flancs d'une vallée lorsque celle-ci à une direction générale est —ouest. La présence d'une falaise exposée au sud protège les terrains situés à son pied contre les vents du nord, concentre la lumière et détermine un climat local sensiblement plus chaud que celui du reste de la région (OZENDA, 1986).

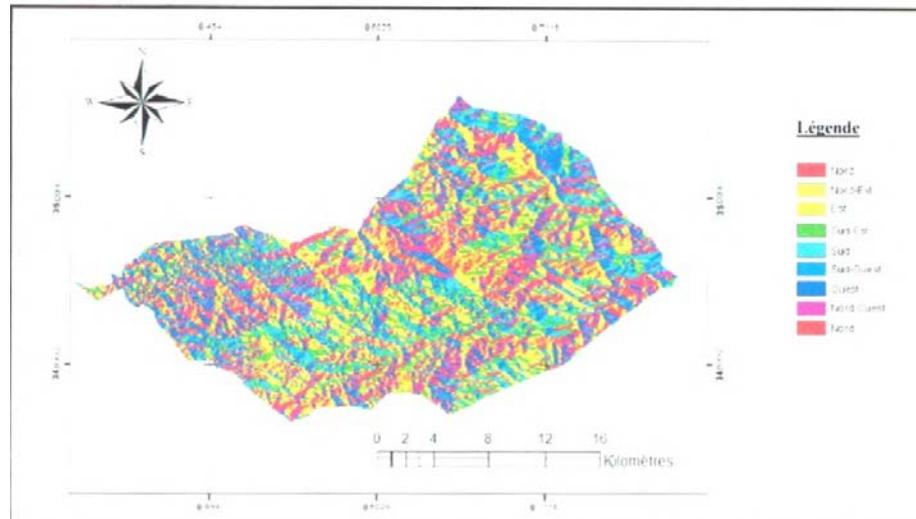


Figure N°03: La carte d'exposition de la zone d'étude

On remarque que la zone d'étude est orientée sur toutes les directions presque en égalités.

I.2.3. La pente:

La pente est un paramètre primordial qui intervient dans la détermination de beaucoup d'indices hydrologiques. Une carte des pentes de qualité est d'une grande importance pour pouvoir analyser correctement un bassin versant. Il faut néanmoins savoir que la pente ne peut pas se définir sans dire à quel élément géographique elle correspond.

La carte des pentes constitue l'un des éléments de base pour l'analyse des caractéristiques physiques qui déterminent l'aptitude des diverses zones. En effet, la potentialité et les limites d'utilisation du territoire dépendent dans leur majeur parti de la pente puisque celle-ci contribue à la détermination des possibilités d'érosion en relation avec d'autres facteurs, de mécanisation des cultures, des modalités d'irrigation, des possibilités de pâturage, de l'installation et le développement de la végétation de reforestation.

La carte subdivise le territoire d'étude en cinq classes de pente:

- Classe I : pente comprise entre 0 et 3% caractérise l'ensemble des terrains où la topographie est généralement plane. Ce sont les fonds de vallées, les plaines et les plateaux.
- Classe 2 : pente comprise entre 3 et 6% caractérise généralement un relief vallonné, qui peut être des plateaux ou de collines.
- Classe 3 : pente comprise entre 6 et 12% caractérise le plus souvent les zones de piémonts qui sont le prolongement des massifs montagneux.
- Classe 4 : pente comprise entre 12 et 25% caractérise les hauts piémonts.

- Classe 5: pentes supérieures à 25% également les hauts piémonts et les zones montagneuses, de forte déclivité.

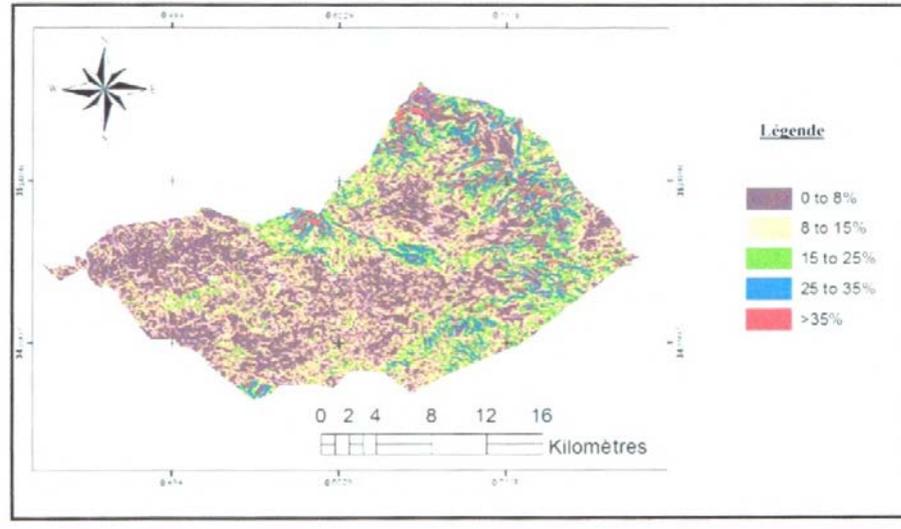


Figure N°04: La carte des pentes de la zone d'étude.

La carte des pentes montre que la grande superficie de la zone d'étude est caractérisée par des pentes inférieures à 8%, ce sont généralement les fonds de vallée, les plaines et les plateaux ou les collines.

La zone d'étude est caractérisée par une topographie généralement plane.

I.2.4. Hydrographie et ressources hydriques:

L'hydrographie du territoire du commun est constituée de plusieurs bassins superficiels ou l'écoulement se fait en général du Sud vers le Nord à l'exception de bassin du Chott Chergui qui draine les eaux vers le Sud.

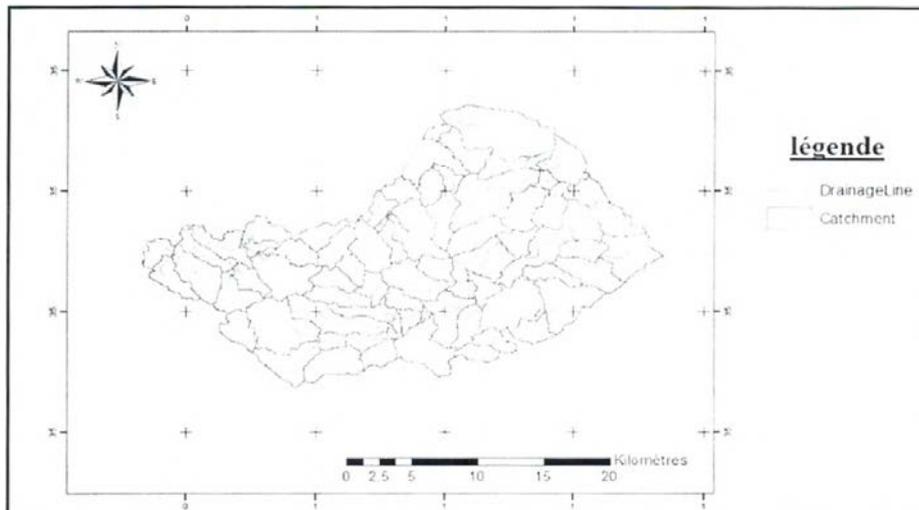


Figure N°05 : La carte de réseau hydrographique de la zone d'étude

La zone d'étude est caractérisée par un réseau hydrographique plus ou moins dense.

I.2.5. Géologie:

La région de la daïra d'Ouled Brahim fait partie du (plateau Hassasna) en bordure septentrionale du haut plateau, elle est constituée essentiellement par des plaines ou des plateaux d'effondrement séparé par des collines et des falaises. Les chaînes montagneuses ont une forme tabulaire avec des sommets isolés, leurs pentes douces sont couvertes par des orêts, buissons et chênes verts.

Pour la commune de Tircine la majorité de l'espace communale est constitué de collines, elles occupent plus de 50% de la superficie totale, cette unité est caractérisée par des pentes douces dénudées en amont et plus épaisses en aval. L'érosion hydrique et éolienne (de part l'importance des affleurements rocheux sur les monts et collines à structure géologique dolomitique sont calcaires) est très importante

la commune se trouve bordée dans ses parties Nord-est et sud par des petites chaînes montagneuses marquées par Djebel oued et Djebel Dekermous (d'une altitude d'environ 1000m) au Nord- Est, et par Djebel Benallouche (d'une altitude d'environ 1100m) au sud.

La commune se caractérise aussi par la présence des plateaux de (Tircine) dans la partie centrale et celui d'Ouled Brahim dans la partie Nord-Ouest, couvrant près de 15% de la superficie de la commune où la céréaliculture domine le paysage. On remarque aussi la présence de la vallée d'Oued E! Abed dans la partie nord-est de la commune où est développée des sols profonds alluvionnaires à texture équilibrée.

Cette zone est de point de vue pédologique très riche, elle représente la zone irriguée de la commune. Quelques dépressions se sont développées (Tircine, Taourout) et sont cloisonnées entre les chaînes de montagnes. D'après (SATEC, 1976, in TERRAS, 2006 in SADDOUKI, 2009).

I.2.6. Géomorphologie et lithologie :

La géomorphologie est l'un des éléments les plus précieux de l'analyse cartographique dans Les études de reconnaissance » (TRICART, 1978 in SADDOUKI, 2009). C'est la science qui a pour objet la description et l'explication du relief terrestre, continental et sous marin (COQUE, 1977 in SADDOUKI, 2009).

I.2.7. La pédologie:

Les différents types de sol rencontrés selon B.N.E.D.E.R 1992 sur la carte pédologique à l'échelle de: 1/200 000 sont:

- Sols brun rouges représentent des grandes parties de la daïra répartie généralement au centre et au Sud-ouest de la commune de Tircine.
- Sols brun rouges méditerranéen à texture légère; la répartition principale à l'Est de Balloul et à l'Est de Ain sultane et faiblement au centre de Tircine

I.2.8. Occupation du sol de la daïra

L'occupation et la répartition des terres dépendent de la pédogénèse des sols, de la situation géographique, de l'altitude et des structures urbaines. Généralement, les terres se répartissent en plusieurs catégories telles: les terres agricoles, les forêts, les parcours...

- La céréaliculture et les cultures annuelles prédominaient et la culture maraichère était très répandue et couvrait de grandes surfaces.
- Les terrains de parcours restent en deuxième classe avec une répartition dans les milieux forestiers.
- La végétation naturelle forestière avec une dominance du chêne vert qui se développait sur des sols relativement profonds et se localisait essentiellement dans la partie sud de la commune de Tircine, en particulier le long de forêt de djebel Benallouche, forêt Mezaita, forêt el Hay, forêt Oucit et finalement Aioun branis. et au est et sud de la commune de Ain sultane dans les forêts de khenifer; zelghami ; Tifrit; oued chehari.

En effet, l'agriculture est considérée à présent comme étant le secteur d'activité le plus important, notamment par la superficie agricole utile (S.A.U) qu'elle occupe et la diversification de la production végétale et animal.

I.2.9. La faune

Selon la Direction des forêts, les principales espèces recensées dans la commune sont:

- Les **Mammifères Carnivores** : Chacal, renard, mangouste, lynx caracal, chat forestier.
- Les **Mammifères de Chasse**: sanglier, lapin de garenne, porc épie, hérisson.
- Les **Reptiles** Couleuvre, vipère, lézard.
- Les **oiseaux**: Aigles, Eperviers, Buse féroce, Hiboux, Perdrix Gamba, Caille des blés, Pigeon biset, Merle noire, Grives, Chardonneret élégant, Pie bavarde, Moineau domestiques...
- Les **Insectes**: il existe de nombreux insectes vivants dans ces forêt, notons la présence de la chenille processionnaire

I.2.10. Etude climatique:

La caractéristique première de l'écosystème méditerranéen est climatique. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps.

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objets essentiels de l'écologie méditerranéenne a été de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat.

Pour définir les potentialités écologiques d'une station, il est nécessaire d'étudier les paramètres climatologiques qui jouent parfois le rôle des facteurs limitant dans la dynamique et distribution de la végétation.

L'étude bioclimatique de la zone était basée sur les données recueillies au niveau de la station météorologique de Rebahia (1983-2012), dont les caractéristiques majeures sont reportées dans le tableau Suivant:

Tableau N°02 : Situation de la station météorologique de Saida.

Caractéristiques de la station	Altitude	Latitude	Longitude
Saida	750M	34°55'00''Nord	00°09'00'' Est

La station de Saida se situe à 750m d'altitude, et l'altitude moyenne de la daïra d'Ouled Brahim est de 928 m. La différence d'altitude entre la station de Saida et l'altitude de la zone d'étude est de: $928-750=178\text{m}$. $178 \times 0,7/100 = 1,246 \text{ } ^\circ\text{C}$; $1780,4/100 = 0,712 \text{ } ^\circ\text{C}$.

I.2.11. Précipitation:

Les précipitations demeurent des facteurs déterminants, cependant c'est la pluviosité qui est primordiale et qui gouverne la répartition des formations végétales dans la biosphère. Le terme de «précipitations » désigne toutes les eaux qui se condensent dans l'atmosphère et tombent à la surface de la Terre : pluie, neige, grêle, brouillard, rosée, etc.

La pluie a une importance de premier ordre et c'est de la quantité d'eau atteignant le sol ou pluviosité que dépend normalement l'approvisionnement en eau des plantes. Cette quantité d'eau évaluée en millimètres, soit par mois, soit par année, s'appelle la tranche pluviométrique (Boudy, 1952). In (SADDOUKI, 2009).

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi

pour certains écosystèmes limniques tels les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (Ramade, 1984).

Selon les données de la station météorologique de Rebahia, la moyenne de la pluviométrie pour la période s'étalon entre 1983 et 2012 est une moyenne de 355mm /an, avec une régression constatée également dans tous l'Oranie.

Tableau N°03: répartition de la précipitation moyenne mensuelle et saisonnière.

Mois	P (mm)	Saison	Précipitations Saisonnières (mm)	Régime Saisonnier	%
Septembre	23	Automne	111	A	31.27%
Octobre	41				
Novembre	44				
Décembre	34	Hiver	108	H	30.42%
Janvier	38				
Février	36				
Mars	40	Printemps	107	P	30.14%
Avril	36				
Mai	31				
Juin	12	Eté	30	E	8.45%
Juillet	6				
Août	12				

Source: (Station météorologique Rebahia, 2012)

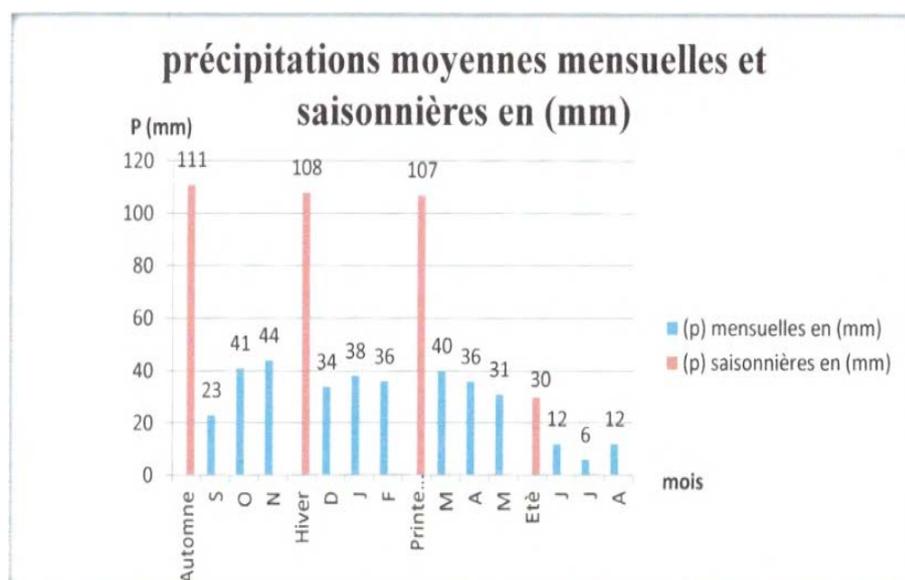


Figure N°06: Histogramme des précipitations moyennes mensuelles et saisonnières.

Dans la zone d'étude, la répartition mensuelle de la pluviométrie montre que les mois les plus humides, en hiver et au printemps, renferment plus de 60 % du total interannuel, et que les mois secs, moins de 37%, se situent en été avec des précipitations non significatives.

On peut distinguer d'après l'histogramme deux périodes:

- **Période sèche** : C'est la période qui correspond à la saison d'été (Juin, Juillet, Août et peut être étendue jusqu'au mois de Septembre) cette période est caractérisée par un déficit pluviométrique.
- **Période humide** : C'est la période qui correspond aux autres mois de l'année, cependant il faut noter que le mois le plus pluvieux diffère d'une année à une autre.

A partir du tableau n°04 nous constatons que la zone d'étude est caractérisée par un régime pluviométrique saisonnier identique pour les deux périodes (AHPE).

I.2.12. La Température:

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère pris en sens large, l'intervalle thermique dans lequel la vie est possible est compris entre -200° et $+100^{\circ}$. (F .RAMADE, 1984). In (NASRALLAI-I, 0. 2008).

Aucune plante ne vit, ni ne se reproduit, sans une certaine quantité de chaleur; et chaque essence forestière exige des conditions thermiques spéciales ; bien plus, pour une même espèce, respiration et photosynthèse veulent une température donnée suivant les saisons: c'est l'optimum climatique. (PARDE, 1965). In (SADDOUKI, 2009).

- a. **Moyennes des maximums**: Le régime thermique de la région est caractérisé par des températures élevées en été et relativement basses en hiver. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois de Juillet et Août, où elles atteignent un maximum de 36°C en moyenne, ce qui correspond à une forte évaporation.
- b. **Moyennes des minimums**: Les basses températures se manifestent au mois de Janvier et Février 3°C nous constatons ensuite une augmentation sensible jusqu'au mois d'Aout, puis de nouveau un abaissement à partir du mois d'Octobre.

Tableau N°04: Variation des températures moyennes minimales et maximales.

Les mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O
T°(C) M	30	25	18	15	14	15	18	21	26	32	36	36
T°(C) m	15	12	7	4	3	3	5	7	10	15	18	19
$M + m/2$	22.5	18.5	12.5	9.5	8.5	9	11.5	14	18	23.5	27	27.5
M-m	15	13	11	11	11	12	13	14	16	17	18	17

Source: (Station météorologique Rebahia, 2012)

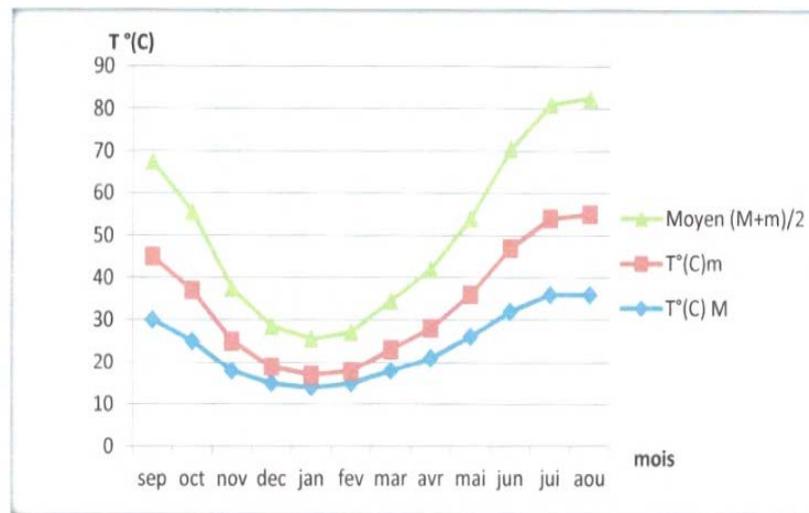


Figure N°07: Présentation graphique des températures T(CI) moyennes mensuelles.

I.2.13. Humidité de l'air:

L'humidité atmosphérique est un facteur écologique à prendre en considération car elle réduit l'évaporation de l'eau et l'intensité de la transpiration, elle conserve l'eau dans le sol ce qui est recherché dans les pays caractérisés par une sécheresse prolongée. C'est l'humidité relative qui est recherchée, elle exprime le pourcentage le degré de saturation en vapeur d'eau. Les données sur l'humidité relative, attestent que les moyennes annuelles sont supérieures à 68%. C'est sur les hauteurs qu'on relève l'humidité relative la plus élevée.

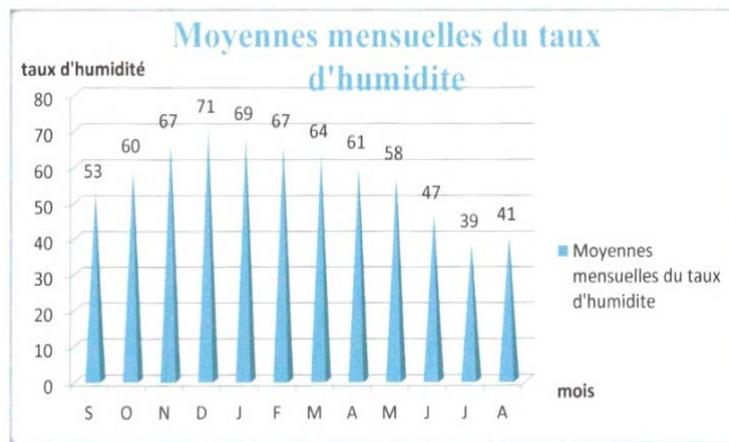


Figure N°08: Histogramme d'humidité relative moyenne mensuelle

I.2.14. Le vent :

Le vent constitue avec les précipitations et la température l'un des éléments atmosphériques qui exercent la plus grande influence par l'accélération de l'évaporation et par son action érosive, le vent apporte le pollen et facilite la fécondation, il disperse les graines et facilite la régénération.

Le vent agit soit directement par une action mécanique sur le sol et les végétaux, soit indirectement en modifiant l'humidité et la température (OZENDA, 1982), In (NASRALLAH, O. 2008)

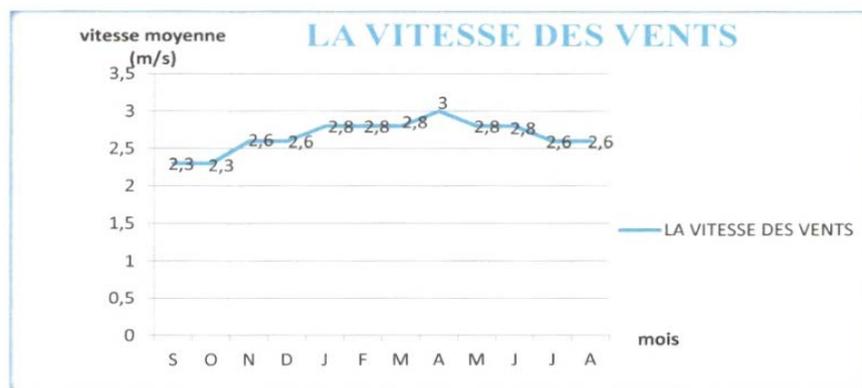


Figure N°09 : La vitesse moyenne mensuelle des vents en M/S

I.2.15.1. La fréquence du vent:

Dans notre région d'étude les vents soufflent fréquemment dans des directions instables et à différentes intensités en fonction des saisons. Les vents les plus fréquents de novembre à avril sont les vents du Nord et Ouest (secs /humides) et froids. Et les vents de nord ouest averse abondants et pluvieux. Les vents du Sud et de sud Ouest sont secs et chauds appelé (sirocco) (SADDOUKI, 2009).

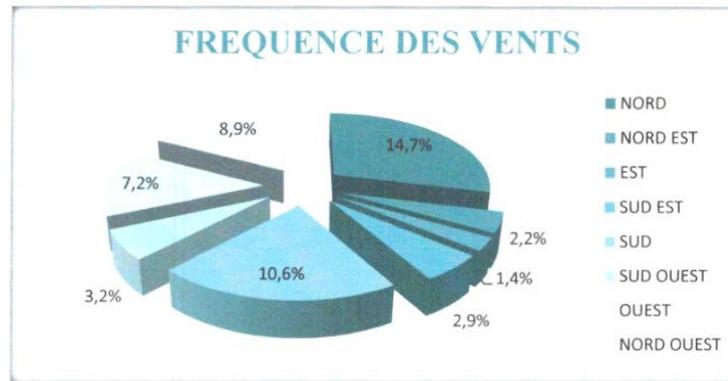


Figure N°10: La fréquence des vents selon la direction en%

I.2.15.2. Le sirocco:

C'est un vent chaud et sec à pouvoir desséchant élevé par l'augmentation brutal de la température, et l'abaissement simultané de l'humidité de l'aire qu'il provoque. Le sirocco en Algérie est lié aux perturbations de nature orageuse. Indépendamment de son caractère local, le sirocco est plus fréquent à l'Est (30jours/an en moyenne) qu'à l'Ouest (15jours/an) ; Rare en hiver, il souffle surtout en été (DJEBAILI, 1984) IN NESRALLAH, 0.2008).

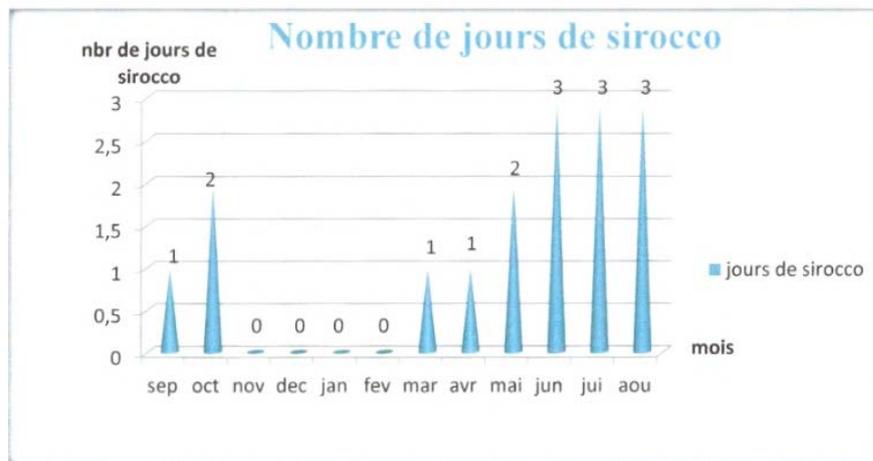


Figure N°11: histogramme du nombre mensuel de jours de sirocco

La durée moyenne de sirocco est de 16 jours /an, il se localise surtout dans les mois de juin, juillet, et août, presque 9 jours au cours de ces 3 mois.

I.2.16. L'évaporation et l'évapotranspiration:

L'évapotranspiration (ETP) est définie comme étant la valeur maximale possible de l'évaporation dans des conditions climatiques données. Elle résulte de deux phénomènes l'un physique : l'évaporation, l'autre biologique: la transpiration.

L'évaporation est un phénomène physique qui se caractérise par la transformation de l'eau en vapeur sous l'effet de la chaleur.

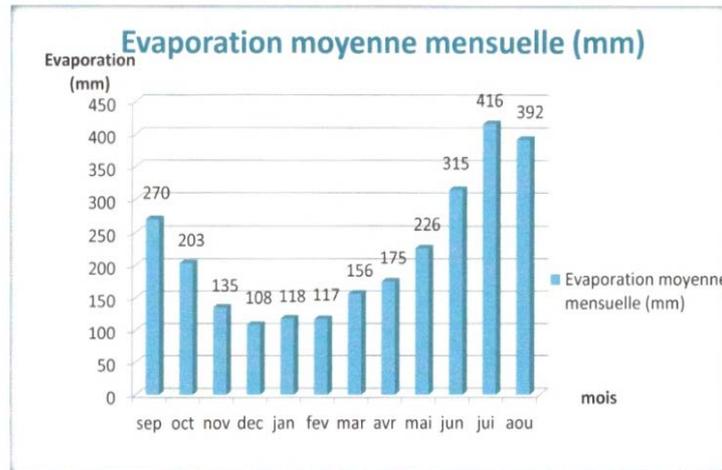


Figure N°12: histogramme d'évaporation moyenne mensuelle

I.2.17. Neige et gelée :

I.2.17.1. La neige :

En effet, l'occurrence de la neige durant toute l'année est de 4 jours et ce en 4 mois (décembre à mars) soit un jour par mois, ce qui paraît très peu considérable mais pas négligeable pour autant.

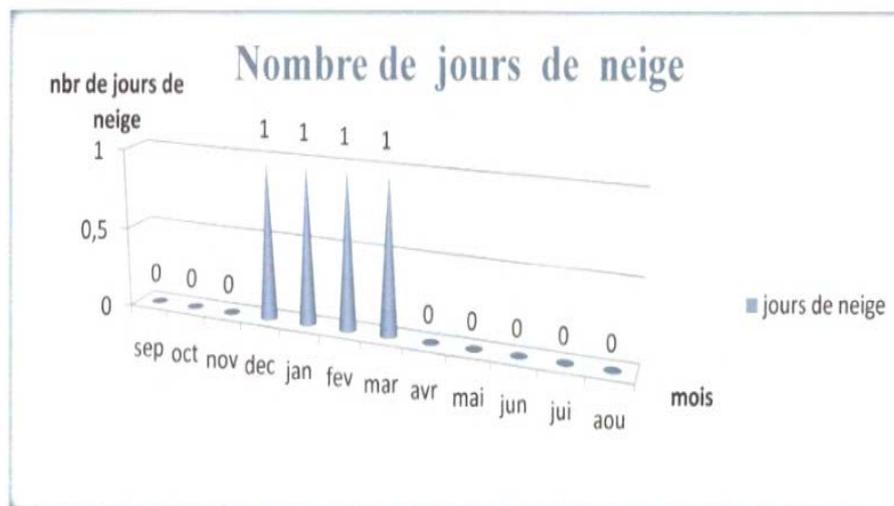


Figure N°13 : histogramme du nombre mensuel de jours de neige

I.2.17.2. La gelée:

Les gelées dites de « rayonnement » ou gelée blanches résultent surtout des pertes de chaleur par rayonnement ou parfois par évaporation.

Leur importance en forêt est évidente pour l'avenir des régénérations naturelles et des plantations. La nuit les températures les plus basses s'observent à la surface supérieure de la strate herbacée. Un plant enfoui dans une strate herbacée sera protégé au départ, mais

dès qu'il dépassera cette strate, il se trouvera dans de mauvaises conditions, et le risque de gel des bourgeons terminaux devient considérable. In NASRALLAH. O. (2008)

Selon les statistiques de la station météorologique de Rebahia, le nombre moyen de jours de gelées est de 39 jours/ an répartie sur 6 mois de novembre jusqu'à avril.

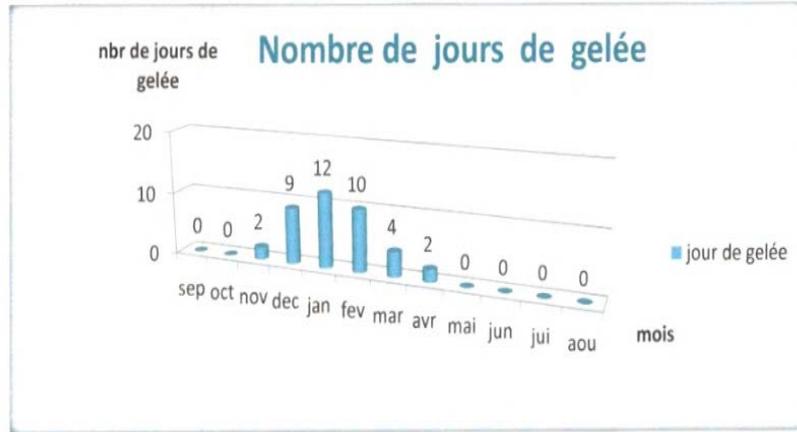


Figure N°14: histogramme du nombre mensuel de jours de gelée

Les gelées tardives (de printemps) provoquent la destruction des jeunes feuilles, des fleurs et des pousses en formation. Ils résultent de 2 types de phénomènes qui, prennent une importance relativement différente:

Refroidissement général de l'atmosphère par l'arrivée d'une masse d'air froide.

Refroidissement nocturne accru par un rayonnement net, négatif intense du à une grande transparence de l'atmosphère (absence de nuage) ou par une faible vitesse du vent.

I.2.18. Synthèse climatique:

Le climat est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs météorologiques, la grandeur numérique de chacun de ses composants peu varié mais leur résultante est assez stable. Les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres des climats car l'ensoleillement est de façon générale, est bien corrélé avec la température.

D'après l'étude climatique effectuée, nous pouvons en conclure que le type de climat dans notre zone d'étude est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride frais, avec des précipitations irrégulières et faibles. On y distingue deux périodes contrastées, une période humide et froide, l'autre sèche et chaude.

Les précipitations estivales sont souvent des pluies torrentielles et les températures présentent des amplitudes importantes. Les mois de Janvier et Février sont les mois les plus froids durant toute l'année (3°C) et le mois de Juillet et Août sont les mois les plus chauds (36°C).

Le vent est de direction dominante N avec une présence du vent chaud (sirocco) Pendant la période estivale qui peut accélérer le phénomène de l'érosion éolienne dans les zones dépourvus de couvert végétal.

Divers types de diagrammes destinés à donner une représentation graphique des paramètres majeurs du climat propre à une région donnée. Les principaux sont les suivants:

I.2.18.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953 et 1957):

C'est une comparaison graphique entre les précipitations et la température (humidité et chaleur). Il repose sur la notion de mois sec et qui se caractérise par la relation P (précipitations) inférieur ou égal à 2T (température en degré centigrade).

Le diagramme concerne les douze mois de l'année et comprend deux courbes, une pour les précipitations et l'autre pour les températures. L'échelle retenue par l'auteur est que les températures soient le double des précipitations en valeur absolu sur le diagramme. (BENABDELI ,2006)

Tableau N°04: Précipitations et températures moyennes mensuelles:

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou
(P) Moy en (mm)	23	41	44	34	38	36	40	36	31	12	6	12
T(C°)	23	18	13	10	8	9	12	14	18	23	27	27
2Tm(C°)	46	36	26	20	16	18	24	28	36	46	54	54

(Source: Station météorologique Rebahia, 2012)

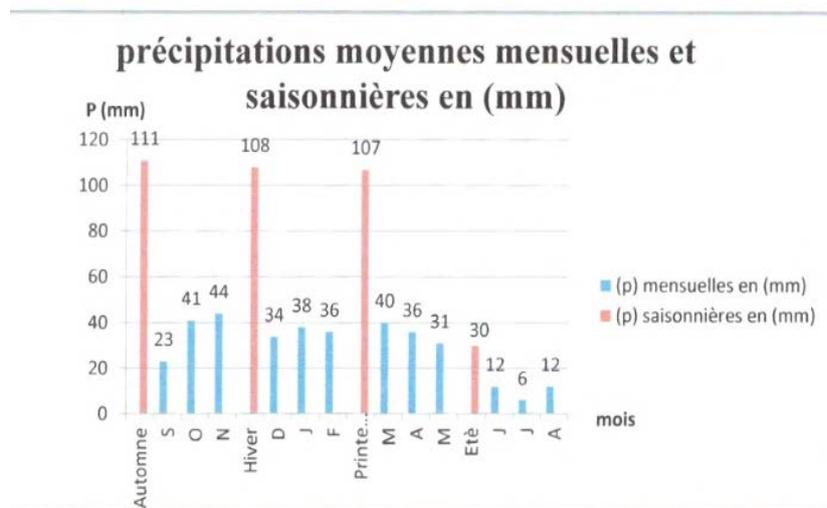


Figure N°15: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен entre (1 983-2012).

Ce diagramme permet d'identifier la saison sèche : été (suite de mois secs où le total des précipitations exprimées en mm est égal ou inférieur au double de la température indiquée en degrés centigrades),

Un mois est considéré comme chaud lorsque la température mensuelle est supérieure à 20°C. Une période froide peut être identifiée (celle le ou les mois successifs ont une température mensuelle inférieure à 0°C).

I.2.18.2. Le Quotient Pluviométrique et Climagramme d'EMBERGER:

Le quotient d'Emberger permet empiriquement de faire ressortir des paramètres bioclimatiques comme la sécheresse et l'amplitude thermique. La représentation du quotient en fonction de «m» (moyenne des températures minimales du mois le plus froid) est la base du climagramme, permettant de situer une localité, une essence, une formation végétale ou un groupement. EMBERGER (1942) in BENABDELI, (2006) mis au point une formule $Q_2 = 1000 P(M + m/2)$. (M- m) c'est le quotient le plus connu et le plus utilisé en région méditerranéenne à défaut d'autres indices. Ce quotient prend en considération les facteurs climatiques essentiellement les précipitations moyennes annuelles(P), la température annuelle moyenne du mois le plus chaud(M) et du mois le plus froid (m).

STEWART (1969) in LABANI, A. (2005) a repris et amélioré en simplifiant le quotient pluviométrique EMBERGER en vue d'une meilleure application pour l'Algérie. La formule allégée est la suivante: $Q_2 = 3.43 P/M-m$

Tableau N°05: Quotient pluviométrique et étage bioclimatique. (BENABDELI ,2006)

Etage bioclimatique	quotient pluviométrique
Humide	Q_2 Supérieur à 100.
Subhumide	$100 > Q_2 > 50$
Semi-aride	$50 > Q_2 > 25$.
Aride	$25 > Q_2 > 10$.
Saharien	$Q_2 < 10$.

Les variantes sont distinguées en fonction de la valeur des températures moyenne minimale du mois le plus froid (m) comme suite:

- Hiver froid $m < 1$.
- Hivers frais $1 < m < 3$.
- Hivers tempérés $3 < m < 5$.

- Hivers doux $5 < m < 7$.
- Hivers chauds $m < 7$.

Tableau N°06 : Valeurs de quotient pluviométrique

Stations	P (mm)	T° C (Max)	T° C (m)	Q ₂	Zone bioclimatique
Saida	353	36	3	36.69	Semi Aride frais

- P: Pluviométrie moyenne annuelle.
- M: Moyenne des maximums du mois le plus chaud.
- m: Moyenne des minimums du mois le plus froid.
- T: Température moyenne annuelle.

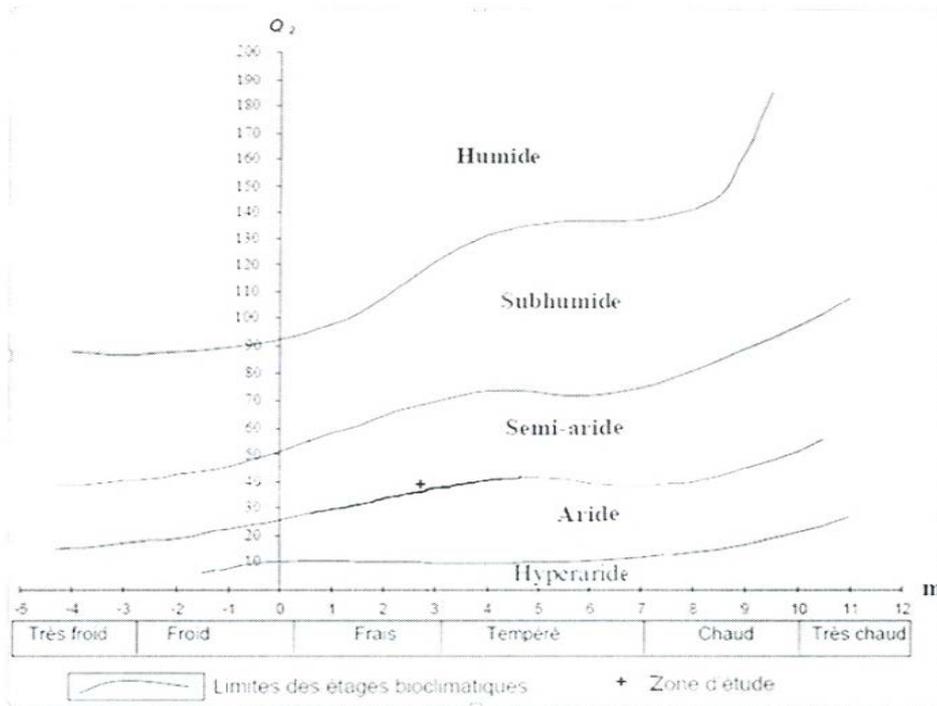


Figure N°16 : Climagramme d'Emberger de la commune de Saida.

I.2.18.3. Indice d'aridité proposée par DEMARTONNE:

Démartonne a défini un indice d'aridité annuelle donnée par la formule:

$$I = P/T + 10 \text{ (BENABDELI ,2006)}$$

P: la précipitation moyenne annuelle en mm.

T: la température moyenne annuelle.

L'indice d'aridité annuel de DEMARTONNE définit six zones climatiques en fonction des précipitations moyennes et des températures moyennes. Ces zones sont:

- A $40 < I < 50$: zone à écoulement abondant
- B $30 < I < 40$: zone à écoulement exoréique
- D $10 < I < 20$: zone semi-aride
- C $20 < I < 40$: zone tempérée
- E $5 < I < 10$: zone désertique
- F $0 < I < 5$: Hyper aride

Avec les paramètres de la station:

- $P=29.42\text{mm}$.
- $T = 16.83^\circ\text{C}$.
- $I = 29.42 / 10 + 16.83 = 19.77$

En projetant la valeur de l'indice d'aridité obtenu et la valeur des précipitations moyenne annuelle sur l'abaque de DEMARTONNE, nous pouvons en conclure que le climat de la région est du type (semi-aride).

Indice d'aridité mensuelle :

Souvent le calcul de l'indice d'aridité mensuel est recommandé car plus précis:

$I_m = 12p/t + 10$ où

- p: la moyenne mensuelle des précipitations.
- t: la température moyenne.

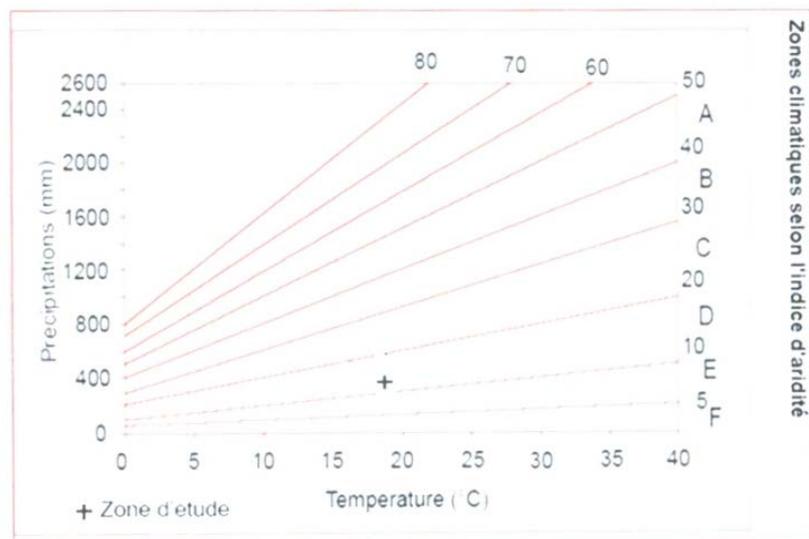


Figure N°17: Détermination du climat à partir de l'abaque de DEMARTONNE.

I.3. Aperçu sur la pédologie

La pédologie (du grec pédon = plaine) est la science qui étudie la formation. La constitution et l'évolution des sols. Ces derniers sont caractérisés par la succession des couches, appelées horizons (web master 1).

Le sol est la couche externe de la croûte terrestre caractérisée par la présence de nombreux êtres vivants. Il est le siège d'un échange intense de matière et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches. Le sol, en tant que partie de l'écosystème terrestre, occupe une position clé dans les cycles globaux des matières (web master 1). La définition du mot sol peut être très différente selon les préoccupations, les cultures, les connaissances et les époques (Joffe, 1949; Simonson, 1968 ; Buol et al, 1973, Boulame, 1989). Joffe (1949)

le définit comme suit « le sol est un corps naturel de constitution minérale et organique, différencié en horizons d'épaisseur variable, qui diffère du matériau sous-jacent par sa morphologie, ses caractéristiques physiques et chimiques, sa composition et ses caractéristiques biologiques ».

Les principaux horizons sont:

- Horizon A : horizon de surface, les plus riches en matière organique et souvent appauvris en constituant inorganiques.
- Horizon B: horizon enrichi en particules de petites dimensions (minéraux argileux), en constituants amorphes (oxydes et hydroxydes de fer et d'aluminium) et parfois en substances humiques. Des revêtements sont présents sur les parois des pores, les minéraux des roches parentales sont altérés à des degrés divers et il peut y avoir une décarbonation.
- Horizon C : : matériau parental à partir duquel les horizons A et B se sont formés. Ils ont un degré d'altération par la présence d'une nappe d'eau souterraine, l'accumulation de carbonates ou de sels solubles.
- Horizon R : roche sous-jacente non altérée (Calvet, 2003).

I.3.1. Structure et texture du sol

La structure du sol est le mode d'assemblage des particules qui le composent. Elle conditionne une propriété, la porosité, qui est un facteur important de la perméabilité. La texture du sol se définit par ses proportions relatives en argile, limon, sable fin, sable grossier. Ces particules plus ou moins fines interviennent sur les propriétés physiques du sol (Web master 2).

I.3.2. Les propriétés physiques et chimiques du sol**I.3.2.1. Perméabilité**

C'est l'aptitude du sol à laisser passer l'eau vers les couches inférieures, elle dépend de la texture et de la structure (Koller, 2004).

On distingue du point de vue hydrogéologique deux types de roches:

- A perméabilité interstices, comme les sables et les graviers.
- A perméabilité de fissures, que l'on observe sur la roche calcaire.

I.3.2.2. Porosité

La porosité peut recouvrir deux notions. L'une se réfère à une quantité, celle d'un milieu qui possède des pores, c'est-à-dire un milieu poreux. L'autre est une grandeur physique qui exprime le rapport entre deux volumes, le volume occupé par des pores dans un milieu donné et le volume total de ce milieu (Calvet, 2003).

L'espace poral d'un bloc de terre peut être divisé en deux parties définies selon l'origine des pores qui les constituent: des pores de petites dimensions situés à l'intérieur des assemblages, principalement des agrégats, et des pores situés entre les agrégats et les mottes, qui eux sont généralement de plus grandes dimensions. Au premier type de pores correspond la porosité appelée structurale. Cette distinction a été proposée par (Child, 1969) puis a été ultérieurement développée par Monnier et al, (1973) et (Stengel, 1979).

I.3.2.3. Capacité de rétention

La capacité de rétention en eau est la quantité d'eau capable d'être conservée par un sol en place (Gaucher, 1968). C'est la teneur d'un sol en eau avant que celle-ci ne commence à s'écouler en profondeur sous l'effet des forces de gravité (Meterfi, 1998).

I.3.2.4. Le calcaire**I.3.2.4.1. Calcaire totale**

La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique. Son absence totale a pour conséquence une acidification progressive, plus ou moins rapide suivant le contexte pédoclimatique.

La connaissance du calcaire total est indispensable pour:

- Caractériser le sol
- Evaluer l'activité biologique du sol
- Evaluer le pouvoir fixateur du phosphore et le risque de blocage des oligo-éléments. (Mihoub, 2008).

I.3.2.4.2. Calcaire actif

Le calcaire actif est la fraction du calcaire total susceptible de se dissoudre facilement et rapidement dans la solution du sol.

A faible concentration, Duthil (1973), souligne que le calcaire joue un rôle protecteur vis-à-vis des ions phosphoriques contre leur absorption énergétique par le fer et l'aluminium libres. A des concentrations élevées, il y a formation de phosphates calciques de moins en moins solubles qui peuvent évoluer vers une forme insoluble ou apatitique. (Mihoub, 2008).

I.3.2.5. Le pH du sol

Le pH est l'indice traduisant le degré d'acidité ou de basicité d'un milieu. Il varie selon les saisons, minimale en été et maximale en hiver (Koller, 2004).

La mesure du pH se fait à l'aide de pH mètre à électrode, dans un mélange de sol et d'eau, dans la proportion 1/1 (Duchaufour, 2001).

I.3.2.6. La conductivité électrique

La conductivité électrique définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol, elle dépend de la teneur et la nature des sels présents dans ce sol (Guessoum, 2001).

Un sol est considéré salé, lorsque la conductivité électrique de l'extrait saturé est supérieure à 4 dslm à 25°C (Durand, 1983).

I.3.2.7. La matière organique

On désigne sous le terme de M.O un ensemble de substances organiques de nature et de propriétés variées (Chamayou et Legros, 1987).

La matière organique (M.O) est définie comme la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux (Mustin, 1987).

Elle provient de l'activité de tout organisme présent à la surface ou à l'intérieur du sol. Une partie de cette M.O est produite par les organismes vivants : déjections animales, exsudats racinaires, litière végétale et polysaccharides microbiens. Le reste est constitué par les débris des végétaux morts, les cadavres d'animaux et les cellules microbiennes lysées (Davet, 1996).

On appelle également matière organique l'ensemble des composés organiques susceptibles d'être incorporés au sol. La fraction organique du sol se répartit en quatre groupes:

- La matière organique vivante, animale et végétale (biomasse en activité).

- Les débris d'origine végétale et animale ou matière organique fraîche (résidus végétaux, exsudats, déjections, cadavres).
- Des composés organiques transitoires provenant de l'évolution de la matière organique fraîche.
- Les matières organiques stabilisées à l'instar de l'humus (Amouzou, 2003).

I.3.2.7.1. Les rôles de la matière organique

Le complexe argilo humique à travers l'humus et la matière organique non humifiée protège les particules du sol contre la dispersion (notamment l'argile). Il forme un ciment qui lie les constituants du sol à travers les agrégats résistant à l'action de la pluie à l'instar de l'érosion. La matière organique augmente la rétention en eau du sol et participe, par sa minéralisation à la nutrition des plantes. L'alimentation de la microfaune du sol et participe, par sa minéralisation à la nutrition des plantes. L'alimentation de la microfaune du sol dépend la disponibilité en matière organique dans le sol (Amouzou, 2003).

La matière organique maintient la structure du sol par la formation d'agrégats. La matière organique sous forme de fumier et de compost surtout, joue un rôle non négligeable contre les maladies racinaires en développant une microflore fongique prédatrice des nématodes. Le jus de compost est utilisé pour traiter les cultures contre certains insectes (Amouzou, 2003).

I.3.2.8. Les constituants Fondamentaux du sol

Le sol comporte trois phases:

- **La phase solide** : se présente comme l'accumulation d'un ensemble de grains, minéraux ou organique, de taille diverse qui laisse entre eux des vides que l'on appelle pore, l'ensemble de ces pores représente la porosité.
- **La phase liquide**: composée principalement d'eau incluent l'ensemble des substances qui y sont dissoutes ou qui sont en suspension.
- **La phase gazeuse** : correspondant à l'air du sol dont la composition peut être différente de celle de l'atmosphère terrestre (Chossat, 2005).

I.3.2.9. L'eau dans le sol:

L'eau du sol a une importance considérable : elle intervient dans la nutrition des plantes, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissous ; d'autre part, elle conditionne la plupart des processus de formation des sols.

Les principales sources sont L'eau de précipitation, et l'eau souterraine. Les pluies qui tombent à la surface du sol se subdivisent en diverses fractions, et donnent ainsi naissance aux formes d'eau suivantes:

- **L'eau de ruissèlement**, superficielle ou «hypodermique », lorsqu'elle circule au sein des horizons supérieurs, parallèlement à la surface ; le ruissèlement n'est pas constant et n'affecte que les surfaces en pente, soumis à des pluies violents.
- **L'eau de gravité**, entraînée par la pesanteur, circule dans les pores grossiers et moyens (supérieurs à 10 μ m), le plus souvent verticalement, parfois aussi obliquement, s'il y a une pente, et que la perméabilité du sol diminue dans les horizons profonds (c'est alors l'agent de lessivage oblique).

L'eau de gravité à écoulement vertical se subdivise en deux parties:

- L'eau de gravité à écoulement rapide, qui circule dans les pores grossiers (supérieur à 50 μ m).
- L'eau de gravité à écoulement lent, qui descend lentement (souvent plusieurs semaines) dans les pores moyens de diamètre compris entre 50 μ m et 10 μ m.

L'ensemble des eaux de gravité alimentent le drainage profond, si le sol est perméable.

Lorsque la pente est très faible ou nulle, et que la perméabilité des horizons profonds décroît, au point de ne plus permettre l'évacuation des eaux de gravité, l'ensemble des pores du sol, est occupé par l'eau; il se forme une nappe superficielle qui ne subsiste que pendant les périodes pluvieuses. En saison sèche, elle s'épuise par évacuation et par drainage profond très lent: c'est une nappe percée temporaire.

L'eau retenue par le sol au cours de l'infiltration des pluies occupe les pores fins et très fins (inférieur à 10 μ m environ): les forces capillaires et d'absorption sont suffisamment élevées pour s'opposer aux forces de gravité. L'eau retenue se subdivise en deux parties:

l'eau capillaire absorbable par les racines, qui occupe les pores fins, ou forme des «ménisques» entre les parties solides, l'eau liée (appelée aussi eau d'absorption), qui forme une fine pellicule à la surface du sol (pores très fins, diamètre inférieur à 0.2 μ m), et qui, retenue très énergétiquement, n'est pas absorbable par les racines (Duchaufour, 2001).

I.3.2.10. L'humidité

Le taux de l'humidité, conséquence d'un équilibre entre le sol et l'atmosphère est fonction en grande partie de l'état hygrométrique de l'air et de la nature du sol. (In Bouabsa et Lagra, 1996).

L'humidité du sol dépend principalement de la pluviosité, la perméabilité, l'évaporation, complexe argilo- humique et la profondeur. Le sol peut contenir de l'eau, sans la céder, une plante se flétrit quand la teneur en eau est:

- 50% terre tourbeuse
- 11.5% terres argileuse
- 1% terre sableuse

I.3.2.11. La réserve utile:

La gamme d'humidité retenue par le sol entre le point de flétrissement(PF) qui est la teneur en eau du sol au-dessus de laquelle les forces qui les retiennent, deviennent supérieurs à la force de succion des racines, et la capacité au champ (CC) qui est la quantité d'eau obtenue après une pluie de 24 heures et un ressuyage d'une journée pour les sols sableux ou 02 jours pour les sols lourds, permet l'alimentation en eau de la plante (Meterfi, 1998).

C'est la quantité d'eau qui n'est pas susceptible d'être évacuée par drainage et qui est accessible aux végétaux dans le volume de sol exploité par les racines. La réserve en eau utilisable est exprimée en mm d'eau.

Chapitre II

L'entomologie

II.1. Histoire d'entomologie

Au cours de la seconde moitié du XVIII^{ème} siècle, une tradition nouvelle se développe en Europe dans le domaine des sciences naturelles. Depuis plusieurs décennies, des naturalistes européens entreprennent des voyages d'exploration en Amérique, en Asie et sur leur propre continent, enrichissant les collections des musées de milliers de nouveaux spécimens. Ils commencent à les nommer et à les classer dans un ordre naturel, mais bien peu de naturalistes réussissent à s'entendre sur une classification unique et utilisable des êtres vivants. Le besoin d'un système de classification universel, compris de tous les scientifiques, sera comblé en 1758 avec la parution de la dixième édition du *Systema Naturae* de Carl von Linné. Dans cette œuvre révisée par rapport aux éditions précédentes, il propose une méthode binominale de nomenclature tout être vivant sera désormais désigné par un nom de genre et une épithète qui lui est spécifique. Ce système a pour avantage de clarifier l'identification et de faciliter les discussions au sujet des espèces.

Ce système, qui a rapidement été adopté par les naturalistes européens, ouvre la voie au développement de la zoologie, de la botanique et de la systématique. Le développement de l'entomologie en Europe au cours des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles suit différentes étapes. Au XVIII^{ème} siècle, les entomologistes se consacrent à l'observation des insectes, afin de mieux connaître leur anatomie et leur biologie. Les descriptions d'espèces nouvelles augmentent très rapidement, au rythme des découvertes sur des territoires encore inexplorés. Les entomologistes sentent alors le besoin de créer un système naturel de classification des insectes, système qui sera d'abord basé sur des caractères morphologiques particuliers, comme la bouche, les nervures des ailes, les pattes, les antennes ou les métamorphoses successives que subit l'insecte pour passer du stade larvaire au stade adulte. Il faudra, cependant, attendre la combinaison de caractères morphologiques et écologiques dans la définition de l'espèce pour pouvoir construire un système fiable de différenciation des insectes.

Parallèlement à la séparation des insectes en différents groupes, les entomologistes cherchent à les intégrer dans le système de classification linnéen. Latreille (1762-1833), un entomologiste français, invente l'important concept de famille qui allait permettre le rassemblement des groupes d'insectes apparentés. Dès lors, la systématique se développe sur des bases nouvelles.

Au XIX^{ème} siècle, les entomologistes se tournent vers la description des faunes locales. Plusieurs entreprennent l'inventaire le plus complet possible des insectes d'un territoire, certains d'une province ou d'un pays. On constate rapidement, suite à la cueillette intensive de spécimens, qu'il existe beaucoup plus d'insectes que l'on croyait. Vers 1830,

H.C.C. Burmeister (1807-1892), un entomologiste allemand, estime leur nombre à 80 000. Il n'est même plus envisageable de pouvoir les décrire tous au cours d'une vie.

Cette abondance des espèces oblige les entomologistes à se spécialiser progressivement dans un ordre ou même dans une famille d'insectes. Au cours du XIX^{ème} siècle, beaucoup d'entomologistes nord-américains se spécialisent dans l'étude des Coléoptères, et dans l'ordre des Lépidoptères. Dans un premier temps, Provancher suit ce mouvement par l'étude des Coléoptères du Québec. (LÉON PROVANCHER, 2003)

II.1.1. Origine d'entomologie:

Historiquement, le mot *entomologie* provient de l'union de deux radicaux grecs, *entomon*, traduit par "subdivisé", "segmenté", "insecte", et de *-logia*, suffixe traduit par "étude de", et est utilisé depuis Aristote (384–322 av. J.-C.) pour désigner "l'étude des insectes".

Un ouvrage traitant de cette science est écrit par des entomologistes. Il est à noter que dans son livre "De l'histoire des animaux", Aristote est classé dans la catégorie "Entoma" ou insectes (*Animale insectum*) que nous considérons maintenant comme distincts comme insectes, centipèdes et arachnides.

Ainsi, l'*Entomologie* traitait autrefois davantage de classes d'animaux et se concentre aujourd'hui officiellement sur l'étude des animaux appartenant au phylum des hexapodes.

Subdivisions:

Parmi cette partie de la zoologie qui étudie les insectes, on distingue en sous-division de l'entomologie :

la myrmécologie (fourmis),

l'apidologie (abeilles),

l'hyménoptérologie (hyménoptères: abeilles, guêpes, fourmis),

la parasitologie (insectes parasites)

la faunistique,

la diptérologie (diptères: mouches, moucheron, moustiques),

la coléoptérologie (coléoptères: scarabées, carabes, coccinelles),

la lépidoptérologie (lépidoptères: papillons, mites),

l'odonatologie (Odonates: libellules, demoiselles),

l'orthoptérologie (orthoptères: sauterelles, grillons),

l'hétéroptérologie.

Une science populaire:

L'étude des insectes était à l'origine centrée sur quelques espèces présentant un intérêt direct pour l'homme. L'exemple le plus important est l'abeille domestique, qui a été gardée comme bétail pendant des millénaires. D'autres exemples sont les insectes ayant une signification religieuse et mythologique, tels que le scarabée, qui a été décrit dans l'Égypte ancienne.

De plus, les insectes sont souvent méfiants ou ignorés, contrairement aux mammifères et aux oiseaux. Cette attitude n'a pas fondamentalement changé, ni avec le début des travaux scientifiques sur les insectes dans l'Antiquité, ni avec la richesse des nouvelles connaissances grâce à l'invention du microscope ou à l'introduction d'un enseignement scientifique général. Les insectes sont souvent considérés comme des parasites, les idées superstitieuses persistent, les chercheurs d'insectes font l'objet de réserves. Jean-Henri Fabre, par exemple, a noté que de simples agriculteurs utilisent des termes précis pour désigner les herbes les moins impressionnantes, nommant ainsi le grand nombre d'insectes, mais avec quelques termes généraux.

D'autre part, il arrive souvent que des observations attentives et des descriptions vives transforment l'ignorance en curiosité, en intérêt et même en fascination pour un monde auparavant inconnu. Parfois, ramasser des insectes, en particulier des papillons, était un passe-temps commun et populaire. Plus récemment, la photographie, en particulier la macrophotographie avec des appareils photo numériques, permet à de nombreuses personnes d'accéder au monde des insectes.

II.1.2. Utilisations dans les sciences:

L'entomologie a été observée dans presque toutes les cultures depuis la préhistoire, en particulier après l'apparition de l'agriculture (où une attention particulière a été portée aux parasites, à l'apiculture, etc.). L'entomologie englobe actuellement de nombreux domaines d'études spécialisés tels que : morphologie, physiologie, biologie, écologie, taxonomie, systématique, résistance des insectes, contrôle biologique, contrôle chimique, toxicologie, apiculture, comportement, entomologie forestière, entomologie forestière et entomologie vétérinaire, entomologie médico-légale, urbaine et économique.

Dans le domaine forestier en particulier, l'entomologie s'est développée à partir de la mise en oeuvre du premier reboisement dans les années 60 et a fait partie du domaine de recherche forestière appelé Forest Protection, qui couvre l'étude et la prévention des incendies, des maladies et des parasites forestiers.

Conservatoire de la nature:

Les insectes réagissent rapidement aux changements du paysage. Par conséquent, le nombre d'espèces d'insectes trouvées dans un champ est un bon indicateur de la valeur d'un paysage. À cette fin, nous examinons les groupes d'insectes particulièrement sensibles aux changements. Il s'agit par exemple de papillons, car ils ont des exigences particulières en matière d'aliments, à la fois comme chenilles et comme animaux adultes.

L'entomologie fournit des informations importantes pour de nombreuses autres sous-disciplines de la biologie (écologie, systématique, taxonomie, génétique, physiologie, phylogénie, etc.). Par conséquent, on n'utilise pas seulement la grande biodiversité due aux entomologistes dans presque toutes les disciplines.

II.1.3. Entomologique:

Entomologique qualifie ce qui est relatif à l'entomologie en tant que science, mais aussi aux espèces que l'entomologiste étudie. Par exemple, la recherche entomologique en biologie.

La société entomologique américaine (*Entomological Society of America*, ESA) est la plus grande organisation au monde qui répond aux besoins professionnels et scientifiques des entomologistes et des individus dans des disciplines connexes. Fondée en 1889, l'ESA compte plus de 7000 membres affiliés à des établissements d'enseignement, des agences de santé, des entreprises privées et des gouvernements. (ste web)

II.2.Faune du sol**II.2.1. Définition et structure des sols**

Autrefois considéré comme un facteur abiotique, nous savons aujourd'hui qu'un sol n'existe que lorsque des organismes vivants et des matières organiques s'ajoutent aux minéraux issus de la décomposition de la roche (Deprince, 2003).

Le sol est une ressource naturelle, non ou lentement renouvelable constituée d'une fraction organique et d'une fraction minérale, qui représente l'ensemble des produits de la dégradation physique puis chimique de la roche mère. La fraction organique se répartit en 4 groupes :

- La matière organique vivante, animale et végétale
- Les débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats) et animale (déjections, cadavres) qui constituent la matière organique fraîche
- Des composés organiques intermédiaires, appelés matière organique transitoire (issue de l'évolution de la matière organique fraîche)

- Des composés organiques stabilisés, les matières humiques, provenant de l'évolution des matières précédentes.

Les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol (porosité, pH, disponibilité des minéraux et de la matière organique...) conditionnent donc le fonctionnement de tout l'écosystème. Mais, à l'inverse, les facteurs climatiques, le type de végétation, la présence ou l'absence de faune, la nature de la roche mère, influent également sur la formation et l'évolution des sols.

II.2.2. Définition de la faune du sol

La faune du sol est représentée par de nombreux taxons, comprenant eux-mêmes des centaines, voir des milliers d'espèces, cela représente donc une source de biodiversité non négligeable qu'il convient de connaître pour mieux la gérer. Les abondances numériques et pondérales de ces groupes taxonomiques sont relativement hétérogènes, et les animaux de petite taille étant plus nombreux que ceux de taille moyenne ou grande. Ceci entraîne des représentations pondérales non négligeables pour les protozoaires et les nématodes, vis-à-vis des animaux de taille moyenne comme les microarthropodes (acariens, collaboles et autres insectes aptérygotes) (Bachelier, 1978).

II.2.3. Classification de la faune du sol

Selon la taille Bachelier (1963) a classé la faune du sol en (04) catégories:

- **Mégafaune** : Elle comprend les animaux qui mesurent plus de 80 mm de longueur. On trouve à la fois dans ce groupe des Crustacés, des Reptiles, des Batraciens, de nombreux insectivores (taupes, musaraignes) et des Rongeurs (rats, campagnols) (Bachelier, 1963).
- **Macrofaune** : Elle est composée d'individus mesurant entre 4 et 80 mm. La macrofaune est constituée par les vers de terre, les termites, des arthropodes (crustacés isopodes, myriapodes, arachnides), les mollusques gastéropodes (limaces, escargots), quelques crustacés (isopodes ou amphipodes), les insectes (isoptères, orthoptères, coléoptères, diptères, hyménoptères) (Bachelier, 1963).
- **Mésafaune** : Elle est composée d'individus mesurant entre 0,2 et 4 mm de longueur et de diamètre compris entre 0,1 à 2 mm. Les microarthropodes que sont les collemboles et les acariens constituent l'essentiel de cette mésafaune avec d'autres insectes aptérygotes tels que les protoures, les diploures et les thysanoures, les enchytréides (petits vers oligochètes), les symphyles (myriapodes). Les plus petits insectes ou leurs larves appartiennent aussi à la mésafaune. La mésafaune encore appelée méiofaune est

repartie, en fonction du comportement des individus vis-à-vis de l'humidité. On a ainsi, les édaphos hygrobiontes qui recherchent activement l'humidité, les édaphos xérophiles capables de supporter la sécheresse (Bachelier, 1963).

- **Microfaune** : Elle comprend les individus qui mesurent moins de 0,2 mm de longueur et de diamètre inférieur à 0,1 mm. L'essentiel de la microfaune est constitué par les protozoaires et les nématodes (Bachelier, 1963).

II.2.4. Rôle de la faune du sol

La faune du sol tel que Les bactéries, les champignons, les protozoaires et autres organismes du sol jouent un rôle essentiel dans le maintien des propriétés physiques et biochimiques nécessaires pour la fertilité des sols ainsi que la régulation du cycle hydrologique (Lévêque et Mounolou 2001).

La fertilité biologique a été négligée par l'évolution récente de l'agriculture, qui souvent n'assure pas l'entretien de la matière organique des sols et a plutôt conduit à une perte de biodiversité de fait des pratiques aratoires et de l'utilisation des pesticides (Robert, 2005).

Les réductions de la biodiversité du sol rendent les sols plus vulnérables à d'autres processus de dégradation. Par conséquent, la biodiversité du sol est souvent utilisée comme indicateur global de l'état de santé du sol (CCE 2002).

Chapitre III

Matérielles & Méthodes

III.1. Identification de la macrofaune du sol

III.1.1. Localisation de la région d'échantillonnages.

L'échantillonnage c'est fait dans un permettre identifie au région de Ouled Brahim commune Tirsine situé non loin du chef lieu de la wilaya Saïda. (Figure 18).

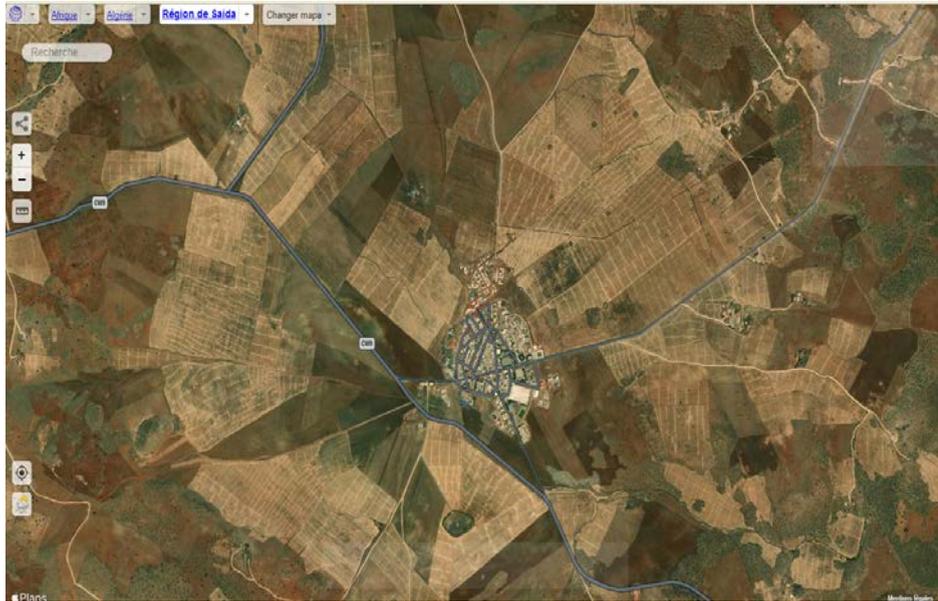


Figure N°18 : La situation géographique de la région de Ouled Brahim commune Tirsine

Le vergé échantillonné est une parcelle de terrain plate, avec un sol argileux sur laquelle le propriétaire (agriculteur) a planté une centaine de vignes depuis quelques années.

III.1.2. Échantillonnage sur le terrain

Dans le cadre de notre étude, l'échantillonnage s'est fait à l'aide d'un quadrat (25X25cm) avec trois niveaux d'échantillonnages (trois profondeurs) pour savoir ou chaque espèce de la macrofaune se concentre le plus dans le sol :

- Le premier niveau (N1) correspond à la couche 0 à 10 cm de profondeur,
- Le deuxième niveau (N2) correspond à la couche 10 à 20 cm de profondeur,
- Le troisième niveau (N3) correspond à la couche 20 à 30 cm de profondeur.

A l'aide d'une pelle, nous avons ramassé les échantillons de sol tout en récoltant la macrofaune. Chaque échantillon est mis dans son propre sac afin d'assurer son transport. Cette méthode d'échantillonnage permet de capturer des organismes dans leur milieu et de faire un inventaire.

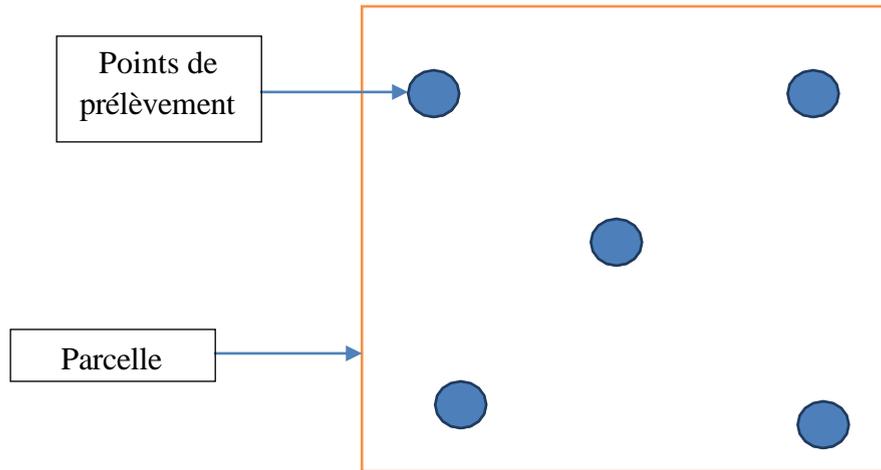


Figure N°19: schéma représentant la méthode d'échantillonnage sur le terrain

III.1.3. Récupération de la macrofaune du sol

Toute la macrofaune visible à l'œil nu est prélevé et mise dans des flacons contenant de l'alcool conservateur à 70°. Les flacons contenant les échantillons de faune récoltée sont étiquetés afin de faciliter l'identification tout en indiquant la date de l'échantillonnage et le numéro de l'échantillon.

Pour la macrofaune de petite taille où difficilement repérable dans le sol, nous avons soumis les échantillons de sol à l'appareil de Berlèse. Son principe consiste à placer un volume connu de terre dans l'extracteur afin de le dessécher lentement du haut vers le bas la faune quitte son logis et tombe dans le récipient collecteur (Gean *et al.*, 2003) (Figure 20).



Figure N°20: Appareil de Berlèse

III.1.4. Identification de la macrofaune

L'identification de la macrofaune du sol est faite à l'aide d'une clé d'identification, cette dernière nous a aidés à différencier et à classer les espèces trouvées dans les échantillons de sol récupérés sur le terrain. Pour une meilleure précision des résultats, nous avons utilisé une loupe binoculaire (Figure 21).



Figure N°21: Identification de la macrofaune

III.2. Choix du sol et méthode de prélèvement

Le sol que nous avons utilisé pour cette expérience a été prélevé dans deux stations différentes: La forêt de Djebel Mezayta et terre cultivé (champ de blé)

- le sol de la forêt de Djebel Mezayta contient un très fort taux de matières organiques (humus) et vierge de toute trace de produits phytosanitaires (Figure 22).
- Le sol prélevé à terre cultivé (champ de blé) est un sol agricole qui contient une grande proportion d'argile, et également non contaminé par les produits phytosanitaires (Figure 23)



Figure N°22 : sol prélevé à terre cultivé
Djebel Mezayta

Figure N°23 : sol prélevé dans forêt de

Le prélèvement du sol a été effectué à été effectué à l'aide d'une pioche et d'une petite pelle, ensuite ramené vers le laboratoire. Pour éliminer toute macrofaune et pierres trouvées dans le sol, ce dernier est tamisé par un tamis à mailles carrées de 1 mm de diamètre (Figure 24).



Figure N°24: tamisage du sol par un tamis à mailles carrés de 1 mm de diamètre

III.3. Matériel vivant utilisé dans l'expérience

III.3.1. Cloportes

Les cloportes ont un corps segmenté, de quelques millimètres à plusieurs centimètres de long, aplati dorso-ventralement, et possèdent une cuticule imprégnée de sels calcaires et recouverte d'écailles. Certaines espèces, au corps convexe, peuvent s'enrouler sur elles- mêmes (phénomène de volvation). Les cloportes (*Oniscidea*) appartiennent à la macrofaune, le premier compartiment de la chaîne de décomposition, ils se nourrissent uniquement de matière organique morte : feuilles, bois mort, champignons, qu'ils

fragmentent en débris plus petits, comme s'ils préparaient le travail à d'autres organismes plus petits qu'eux chargeaient de l'étape suivante de décomposition (Noël et Séchet, 2007) (Figure 25).



Figure N° 25: photo représentant un cloporte (*Oniscidea*)

III.3.2. Vers de terre

Les vers de terre sont des animaux fousseurs qui contribuent au mélange permanent des couches du sol. Leur diversité spécifique et génétique, leur activité et leur écologie en font des acteurs majeurs dans la structuration et l'entretien des propriétés physiques des sols, dont leur capacité à retenir et épurer l'eau et dans la qualité du fonctionnement des agro- écosystèmes (Bouché, 1984) (Figure 26).



Figure N°26: Un ver de terre (Lumbricina)

III.4. Méthode de prélèvement

La méthode d'échantillonnage des cloportes et des vers de terres est basée sur la chasse a vu, en prospectant leurs habitats préférés tels que (la litière, sous les pierres et le bois mort et dans le sol).

Les cloportes et les vers de terres collectés sur le terrain sont mis dans des boîtes et transportés au laboratoire où nous avons effectué une identification et un tri.

III.4.1. Critères de sélection des cloportes et des vers de terre :

Les cloportes et les vers de terre jouent un rôle important dans les écosystèmes en tant que détritivores, ils fragmentent la matière organique et participent ainsi à la fertilisation des sols.

Nous avons décidé de mener notre expérience sur ces deux espèces phares de la faune terrestre on se base sur les critères suivants:

- Abondance sur le terrain
- Facilité d'échantillonnage
- Rôle important dans la dégradation de la matière organique

III.4.2. Identification de la macrofaune du sol

Le tableau 7 représente les résultats de l'identification effectuée au laboratoire pour les échantillons récupérés sur le terrain (échantillonnage effectué au mois de janvier 2018).

Tableau N°07: La macrofaune identifiée sur le terrain en fonction de la profondeur.

Échantillon de sol	Niveau	Annélides	Coléoptères	Larves de Coléoptères	Larves de Diptères	Myriapodes	Gastéropodes
		Effectif	Effectif	Effectif	Effectif	Effectif	Effectif
A1 (Échantillon 01)	0-10 Cm	3	1	0	0	2	0
	10-20 Cm	0	0	1	0	0	0
	20-30 Cm	0	0	0	0	0	3
A2 (Échantillon 02)	0-10 Cm	13	1	2	0	6	0
	10-20 Cm	2	0	1	0	0	0
	20-30 Cm	0	0	0	0	0	0
A3 (Échantillon 03)	0-10 Cm	6	0	0	1	8	2
	10-20 Cm	0	0	0	0	1	0
	20-30 Cm	0	0	2	0	0	0
A4 (Échantillon 04)	0-10 Cm	4	3	0	0	9	0
	10-20 Cm	2	2	0	1	0	2
	20-30 Cm	1	0	0	0	0	0

A5 (Échantillon 05)	0-10 Cm	7	0	0	1	5	1
	10-20 Cm	0	0	0	0	0	0
	20-30 Cm	1	1	0	0	0	0
Totaux	N1	33	5	2	2	30	3
	N2	4	2	2	1	1	2
	N3	2	1	2	0	0	3

Après identification et classifications des espèces, nous avons établi l'histogramme suivant qui montrent les espèces trouvés sur le terrain, leur nombre, ainsi que la profondeur à laquelle ils ont été trouvés (Figure 27).

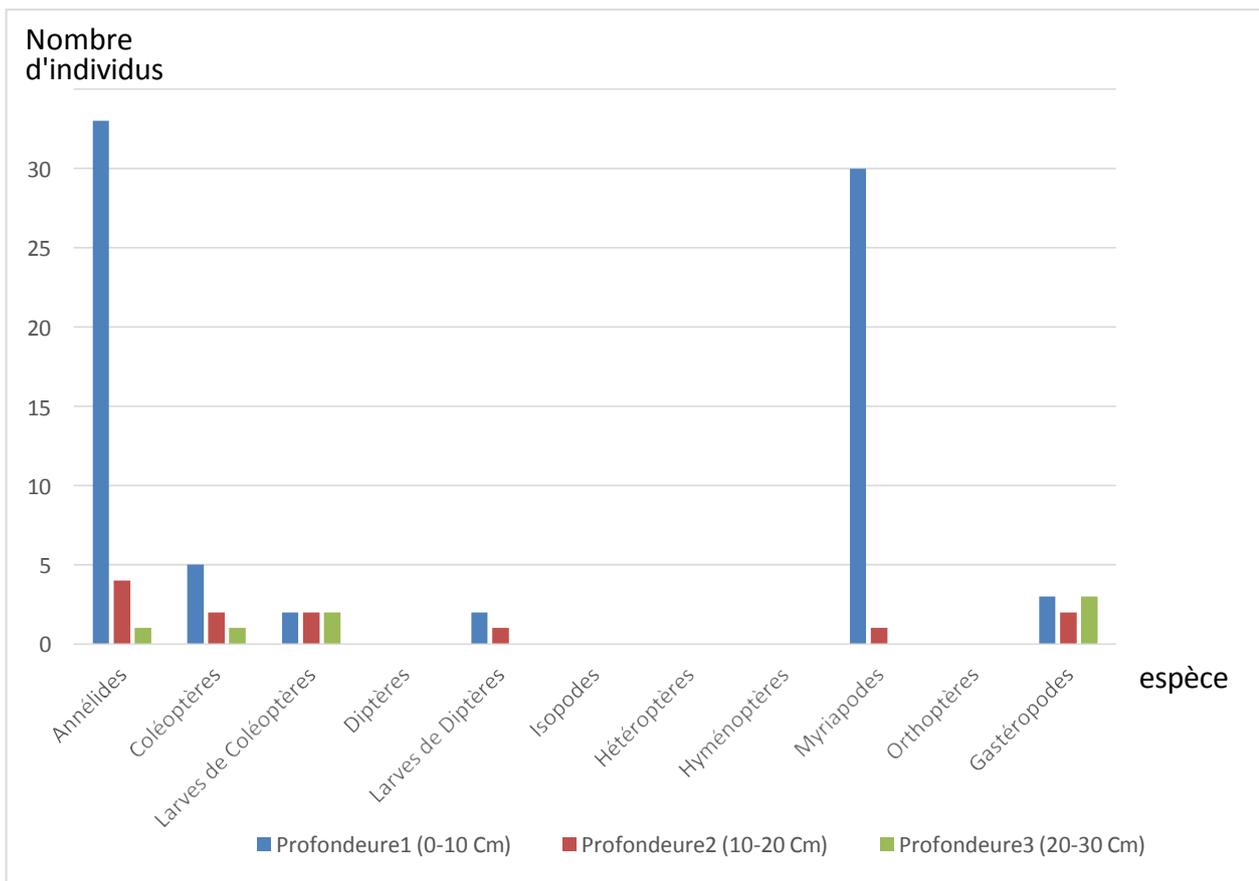


Figure N°27: Le nombre d'espèces identifiées en fonction de la profondeur

Les résultats du tableau 07 et de la figure 16 montrent que le groupe des annélides et des myriapodes sont les plus dominants sur le terrain, et qu'ils sont

plus abondants près de la surface (profondeur 1).

III.5. Discussion des résultats

L'échantillonnage réalisé sur le site de Ouled Brahim commune Tirsine , La forêt de Djebel Mezayta et terre cultivé (champ de blé) révèle une dominance des annélides (vers de terre) présents en très grand nombre dans la parcelle. Et met en évidence au même temps l'absence totale des cloportes.

Conclusion Générale

Conclusion :

Le sol est un milieu vivant comprenant des microorganismes et de la faune. Les organismes vivants présents dans les sols assurent ensemble un rôle essentiel dans la formation des sols et leur évolution, ainsi que dans le bon fonctionnement des écosystèmes. La faune participe à la fragmentation et à l'enfouissement de la matière organique, secondée par les microorganismes, qui la décomposent.

Dans cette étude que nous avons menée, nous avons effectué dans un premier temps un inventaire de la macrofaune du sol d'une forêt de Djebel Mezayta et terre cultivée (champ de blé)

L'inventaire de la macrofaune du sol a révélé la présence de 6 groupes faunistiques avec une nette dominance des annélides et des myriapodes présents principalement près de la surface (niveau 1).

Ce travail de recherche ne constitue qu'une approche préliminaire à la compréhension de l'existence de la faune du sol. Pour compléter notre initiative et mettre en évidence de leur impact sur les terres cultivées ou les sols forestiers de la région, ainsi de mieux connaître la méthode de comparaison entre les sols forestiers arborés et non arborés

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Bachelier G., 1963.** La vie animale dans les sols. Initiations- documentations techniques, O.R.S.T.O.M. Paris. France, 279p.
2. **Bachelier G., 1978.** La faune des sols. Son écologie et son action. Initiations- Documentations techniques N°38, O.R.S.T.O.M., Paris, France, 391p.
3. **Bouché M. 1984.** Les vers de terre. La Recherche 15(156):796-804.
4. **Camard J. P. et Magdelaine C., 2010.** Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé connaissances des usages en zone non agricole. Institut d'aménagement et d'urbanisme, Observatoire régional de santé d'Île-de-France (IAU/ORS). 58-62.
5. **Commission des Communautés Européennes, 2002.** Vers une stratégie thématique pour la protection des sols – COM (2002) 179 final. Bruxelles, crustacé terrestre, *Armadillidium* sp : Bio-indicateur des agro écosystèmes 39 p.
6. **Deprince A., 2003.** La faune du sol: diversité, méthodes d'étude, fonction et perspectives. Le courrier de l'environnement de l'INRA, 49:19-42.
7. **FAURIE C., ERRA C., MÉDORIE P., DEVANE J., REMPTIME J.L. 2003.** **Ecologie,** Scientifique. 5^{ème} édition LAVOISIER. 823P.
8. **GEAN- MICHEL; MICHEL; WILLY, 2003** - le sol vivant bases de pédologie-biologie des sols, édition02, presses polytechniques et universitaires romandes, 522p.
9. **Lavelle P.,2000.** La macrofaune du sol, une ressource en danger. Séminaire international sur la macrofaune du sol. Institut de recherche pour le développement Bondy, 19-23 juin 2000, 3p. www.ird.fr/fr/actualites/communiqués/2000/macrofaune.htm.
10. **LEVEQUE C., MOUNOLOU J.C., 2001.** Biodiversité. Dynamique biologique et conservation, Masson Sciences, 248 p.
11. **NOËL F., SÉCHET E., 2007.** Crustacés Isopodes terrestres du Nord-Ouest de la France (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). Invertébrés Armoricains, Les Cahiers du GRECIA, numéro 2. 48 p.
12. **REGNAULT-ROGER Catherine & al. (2005).** Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. TEC & DOC, 1014 p.
13. **ROBERT M, 2005.** Chapitre 35 : La ressource en sols : menaces, nouveaux enjeux et

mesures de protection, In GIRARD M.C., WALTER C., REMY J.C., BERTHELIN J., MOREL J.L., 2005. Sols et Environnement. Dunod (Ed.) 816p

14. RUSSELL E.W., 1973. Soil conditions and plant growth. Longman, London.

15. NIVERSITÉ DU QUÉBEC, MEMOIRE PRESENTE A

16. L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI, COMME EXIGENCE PARTIELLE, DE LA MAÎTRISE EN ÉTUDES ET INTERVENTIONS RÉGIONALES, Par MÉLANIE DESMEULES, LA CONTRIBUTION ENTOMOLOGIQUE ET TAXINOMIQUE, DE L'ABBÉ LÉON ROVANCHER, JUIN 2003

17. (source : <https://www.aquaportail.com/definition-9799-entomologie.html>)