

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITÉ MOULOU D MAMMERRI DE TIZI-OUZOU

**Faculté des sciences biologiques et des sciences
agronomiques**

Département de Biologie animale et végétale

Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie et
environnement*

Spécialité : Protection des écosystèmes

*Effet de la mise en stock du grignon
d'olive sur quelques propriétés du sol et
sa valorisation par compostage*

Présenté par : M^{elle} Aliane Dihiya et M^{elle} Azazli Rabiha

Devant le jury :

Président	: M^F Oudjiane Ahmed	MAA à UMMTO
Promotrice	: M^{me} Chibane Gouraya	MAA à UMMTO
Co-promotrice	: M^{elle} Oultaf Lynda	Doctorante à l'UMMTO
Examineur	: M^F Rahmani Abd-elmalik	MAA à l'UMMTO

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

- ✚ Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice **M^{me} CHIBANE Gouraya MAA à l'UMMTO**, et notre Co-promotrice **M^{lle} OULTAF Lynda doctorante en Biologie à l'UMMTO**, pour avoir accepté de nous encadrer, pour la confiance qu'elles nous ont fait, pour les conseils qu'elles nous ont accordé tout au long de la réalisation de ce modeste travail. Qu'elles trouvent ici nos sentiments de gratitude et l'expression de notre vive reconnaissance.
- ✚ Nous remercions **M^r OUDJIANE Ahmed MAA et chef de département de biologie à l'UMMTO**, d'avoir accepté de nous honorer en tant que président de jury.
- ✚ Nos vifs remerciements pour **M^r REHMANI ABD-ELMALIK MAA à l'UMMTO**, d'avoir accepté d'examiner notre travail.
- ✚ Nos sincères remerciements vont à **M^{me} Metna Ali-Ahmed Fatiha MCA à l'UMMTO** et notre **chef de spécialité, M^r METNA Boussad, TALEB Karima, enseignants chercheurs à l'UMMTO** pour leurs aides et leurs précieux conseils.
- ✚ Sans oublier les membres du laboratoire de recherche du département des sciences biologiques et agronomique de l'UMMTO à leur tête la directrice du laboratoire **Professeur M^{me} SADOUDI ALI-AHMED Djamila**, l'ingénieur de laboratoire **M^{me} ABROUS Hassina**, et le doctorant **M^r SADOU Sid-Ali, M^r DIB Djafer** Docteur en biologie à l'UMMTO pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour le bon déroulement de notre travail.
- ✚ Ainsi qu'à tout le personnel de l'INRF d'Alger, plus particulièrement aux membres du laboratoire de pédologie : **M^{me} DILMI, M^r CHEKIRED** chercheur pédologue et **Mr CHERBAL** ingénieur de laboratoire, pour leur accueil, leur disponibilité et leur soutien tout au long de notre période d'expérimentation.
- ✚ A tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, qu'ils retrouvent à travers ce mémoire le fruit de leurs longues années de travail.
- ✚ Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*La mémoire de mon père Amar qui nous a quitté ça fait déjà 10 ans,
que dieu ait son âme.*

Mon adorable maman Zahia, la lumière de ma vie

*Pour sa patience, son soutien et son encouragement durant mon
parcours scolaire qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde
reconnaissance*

Mon unique frère : Mayas

Mes chères sœurs : Hanane et Manel

Mon fiancé Naim,

*Qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long
de mes études, pour qui je serais éternellement reconnaissante. Que ta
vie soit ornée de bonheur, succès et bonne santé. Et que Dieu, le tout
puissant, te protège et te garde.*

Ma famille, mes proches et mes amis

Ma belle famille

Mon binôme Rabiha et sa famille

DIHYA

Dédicace

Je dédie ce travail à :

« La mémoire de mes grands-mères 'Yema azizou' et 'yema Fatma' »

Que dieux les accueille dans son vaste paradis.

A mes très chers parents

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle, ne saurait exprimer toute ma reconnaissance et l'amour que je vous porte. Que dieu vous protège et vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur !

A ma très chère sœur Fatma

Avec qui j'ai partagé les meilleurs moments de mon existence. Ainsi son mari Syad que je respect infiniment.

A mes très chers frères

Ahmed, Cherif, Arezki et Saïd à qui je témoigne ma grande reconnaissance.

A mes neveux Mohamed et Yacine

A mon fiancé Smail

Pour sa présence, sa patience sa compréhension et son soutien. Que ce travail soit le témoignage de mon affection et de ma reconnaissance.

A mon binôme Diliya et à toute sa famille

A ma très chère amie Sonia

Rabiha

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction général1

Chapitre I: synthèse bibliographique

I- Généralités sur le sol

1. Définitions	3
2. Importance et fonctions du sol.	3
3. Propriétés du sol	3
3.1 Propriétés physique du sol	3
3.2 Propriétés chimiques du sol	3
3.3 Propriétés biologiques du sol.....	4
3.3.1 classification de la faune du sol	4
3.3.2 Rôle de la faune du sol	4
3.3.3 Principaux facteurs agissants sur la faune du sol	4
3.4 Pollution du sol	5

II- Oléiculture et industrie oléicole

1. L'oléiculture en Algérie	6
2. L'oléiculture dans la Wilaya de Tizi-Ouzou	6
3. L'industrie oléicole	6
1.1 Technologie d'extraction de l'huile d'olive	6
1.2 Réglementations liée à la gestion de l'industrie oléicole	7

III- Grignon d'olive

1. Définitions des grignons d'olives.....	7
2. Les différents types de grignons d'olive	7
3. Composition chimique des grignons d'olives	8
4. Problématique environnementale.....	8
5. La valorisation	8

5.1 objectif de la valorisation	9
IV- Le compostage	
1. Objectif et principe du compostage.....	9
2. Matériaux compostables	9
3. Principaux paramètres du compostage.....	10
4. Modes de compostage	11
5. Phases de compostages.....	12

Chapitre II : présentation de la région d'étude

1. Région d'étude	13
1.1 situation géographique de la région d'étude	13
1.2 géomorphologie.....	13
1.3 Hydrographie.....	13
1.4 Activité agricole	14
1.5 Pédologie.....	14
2. Caractéristiques climatiques.....	16
2.1 Température	16
2.1.1 Caractérisation du climat de la région d'étude.....	16
2.1.2 Extrapolation des températures moyennes mensuelles de la station de Makouda par rapport à celle de la station de Tizi-Ouzou.....	16
2.2 Précipitations	17
2.2.1 Régime saisonnier des précipitations	18
3. Synthèse climatique.....	19
3.1 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger	20
4. Présentation du site d'étude.....	21
4.1 . composition floristique du site d'étude	21
4.2 Emplacement de l'huilerie 'IDER'	21
4.3 Description de l'huilerie 'IDER'	21

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériels et méthodes	23
1.1 stratégie d'échantillonnage du sol	23
1.2 Méthode d'analyse du sol.....	23
1.2.1 Analyses biologique du sol.....	23

1.2.2	Analyses physiques et chimiques du sol.....	26
1.2.3	Analyses écologiques.....	31
1.3	méthode de la réalisation du compost.....	32
1.3.1	analyses physique et chimique du compost.....	33

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Résultats

1.	propriétés physique et chimiques du sol	35
1.1.	Potentiel d'Hydrogène	35
1.2.	Conductivité électrique	35
1.3.	Calcaire total	36
1.4.	Humidité hygroscopique	37
1.5.	Carbone organique et matière organique	37
1.6.	Azote	38
1.7.	Rapport C/N.....	39
1.8.	Synthèse sur les propriétés physiques et chimique du sol	40
2.	Analyses biologiques	41
2.1.	Composition faunistique globale	41
2.2.	Les différents ordres inventoriés dans les différentes strates d'échantioollonage	41
3.	Analyses écologiques.....	43
3.1.	Abondance relative	43
3.2.	Indice de Shannon Weaver (H') et l'Equitabilité (E)	45
4.	La composition floristique globale	46
5.	Valorisation de grignon d'olive par compostage	47
5.1.	Paramètres du compostage.....	48
5.1.1.	Température	48
5.1.2.	Potentiel d'Hydrogène	48
5.1.3.	Humidité	49
II.	Discussion	50
1.	Analyses physiques, chimique et biologique	50
2.	Compostage.....	52
	Conclusion générale	54

Références bibliographique

Annexes

Liste des abréviations

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maitrise d'Energie

C/N : Rapport Carbone/Azote

CB : Cellulose brute

CE : Conductivité Electrique

CEC : Capacité d'échange cationique

CO : Carbone Organique

DSA : Direction des Services Agricoles

DCO : demande chimique en oxygène.

E : Equitabilité

Fc : Facteur de correction

H max : Diversité maximale

H : Humidité

H' : Indice de Shannon-Weaver

INRF : Institue Nationale de la Recherche Forestière

l/min : litre par minute

m : mètre

M : Températures maximales

m : Températures minimales

MAT : Matières Azotées Totales

MG : Matières Grasses

ml : millilitre

MM : Matière Minérale

mm : millimètre

MO : Matière Organique

Mol/l : Mol par litre

MOT : Matière Organique Total

MS : Matière Sèche

ONM : Office nationale de la météorologie

P : Précipitation

p/mm : précipitation sur millimètre

Q : quotient pluviométrique d'Emberger

Q₂ : quotient pluviométrique

Qt/jour : quinto par jour

RN : Route Nationale

RW : Route de la Wilaya

S : Richesse Spécifique

SAT : Superficie Agricole Totale

SAU : Superficie Agricole Utile

ST1 : Première strate

ST2 : Deuxième strate

ST3 : Troisième strate

T : Température

T : Tonne

TCO : carbone organique totale.

UMMTO : Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

V : Volume

% : pourcentage

≤ : inférieur ou égale

° : degré

°C : degré Celsius

Liste des figures

Figure 1 : Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage	12
Figure 2 : Situation géographique de la région d'étude.....	15
Figure 3 : Températures moyennes mensuelles maximales et minimales (M et m) en °C enregistré à Makouda durant la période 2012-2019.....	17
Figure 4 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrer à Makouda durant la période (1972- 2010).....	18
Figure 5 : les précipitations saisonnières et leurs taux pour la région de Makouda durant la période (1972- 2010).....	18
Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la station de Makouda	19
Figure 7 : Projection de la région d'étude sur le climagramme d'Emberger.....	20
Figure 8 : Localisation de site d'étude.....	22
Figure 9 : Sol contaminé par le grignon d'olive.....	23
Figure 10 : Méthode d'échantillonnage sur le terrain.....	23
Figure11 : Protocole d'échantillonnage de la faune du sol.....	24
Figure 12 : Appareil de Berlèse.....	25
Figure13 : Les trois échantillons du sol prélevé dans les trois strates d'échantillonnage	26
Figure 14 : Détermination du pH à l'aide d'un pH-mètre au niveau du laboratoire de pédologie de l'INRF.....	27
Figure 15 : Mesure de la conductivité électrique au niveau du laboratoire de l'INRF.....	28
Figure16 : Dosage du Carbone au niveau de laboratoire de pédologie de l'INRF	28
Figure17 : Détermination de l'Azote total au laboratoire de pédologie de l'INRF.....	30

Figure 18 : Dosage du calcaire total à l'aide d'un calcimètre au laboratoire de pédologie à l'INRF.....	30
Figure 19 : Grignons d'olive.....	32
Figure 20 : Mesure de la température à l'aide d'un Thermo-compost.....	33
Figure 21 : Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre.....	33
Figure 22 : Le principe de test de poignée.....	34
Figure 23 : Variation du pH en fonction des trois strates d'échantillonnage.....	35
Figure 24 : Variation de la conductivité électrique dans le sol des différentes strates d'échantillonnage.....	36
Figure 25 : Variation des taux de calcaire total dans le sol des trois strates d'échantillonnage.....	36
Figure 26 : Variations des taux d'humidité hygroscopique dans les sols des différentes strates d'échantillonnage.....	37
Figure 27 : Variations des teneurs moyennes en carbone organique et en matière organique dans le sol des différentes strates d'échantillonnage.....	38
Figure 28 : Variation des taux d'azote dans les différentes strates s'échantillonnage.....	39
Figure 29 : Variations du rapport Carbone/Azote en fonction des trois strates d'échantillonnage.....	39
Figure 30 : Ordres inventoriés dans les différentes strates d'échantillonnage sur de différentes profondeurs.....	42
Figure 31 : Abondance relative des individus recensés dans les trois strates d'échantillonnage dans la station d'étude.....	44
Figure 32 : Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Equitabilité (E) pour les trois strates d'échantillonnage.....	45
Figure 33 : Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Equitabilité (E) pour les trois strates (ST1, ST2, ST3) de l'échantillonnage en fonction des profondeurs (P1, P2, P3).....	45

Figure 34 : Vers de terre dans la dernière semaine de compostage	47
Figure 35 : Taille du tas de compost dans la première semaine du compostage.....	47
Figure 36 : Taille du tas de compost après 9 semaines.....	47
Figure 37 : Variation des températures des trois tas de compost.....	48
Figure 38 : Evolution du pH des trois tas du compost.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Propriétés physiques du sol.....	03
Tableau 2 : Propriétés chimiques du sol.....	04
Tableau 3 : Synthèse des fonctions essentielles jouées par les organismes vivants du sol..	05
Tableau 4 : Les lois relatives aux activités exploitées au niveau de l'huilerie.....	07
Tableau 5 : Composition chimique indicative de grignons d'olives.....	08
Tableau 6 : Matériaux susceptibles d'être compostés.....	10
Tableau 7 : Les principaux paramètres biologiques du compostage.....	10
Tableau 8 : Les principaux paramètres physiques et chimiques du compostage.....	11
Tableau 9 : Coordonnées géographiques de l'huilerie 'IDER'.....	21
Tableau 10 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses physique et chimique au niveau des trois strates d'échantillonnage.....	40
Tableau 11 : Ensemble de groupes faunistiques identifiés.....	41
Tableau 12 : Espèces végétales échantillonnées au niveau de la zone d'étude.....	46
Tableau 13 : Résultats de test de la poignée pour l'évolution de l'humidité du compost.....	50

La culture de l'olivier est concentrée dans le bassin méditerranéen qui représente 98% de la surface et des arbres en production (Nefzaoui, 1988).

L'industrie oléicole comme toute industrie agro-alimentaire en plus de sa production principale qui est l'huile (huile d'olive vierge et huile de grignon) laisse deux résidus de grandes quantités, l'un liquide (les margines) et l'autre solide (les grignons) (Nefzaoui, 1991).

Le grignon d'olive est rejeté en quantité importante dans la nature. Pour une production annuelle de 30.000 T d'huile d'olive, il y a rejet de 60.000 T de grignon, qu'on trouve le plus souvent stocké à proximité des huileries, ce qui est interdit en premier lieu dans le guide de bonne pratique imposé par les normes de production de qualité.

L'Algérie en tant que pays producteur d'huile d'olive, est confrontée à la problématique de l'élimination de ce sous-produit en raison des quantités énormes qui sont générées saisonnièrement et stockées continuellement. Malheureusement, ces résidus n'ont pas fait à ce jour l'objet d'aucune attention ni par les pouvoirs publics ni par les opérateurs.

De ce fait, la valorisation de ces résidus inexploités en Algérie est devenue une nécessité pour éviter une pollution de plus en plus sérieuse, sachant qu'ils causent des problèmes de pollution majeurs. La toxicité du grignon d'olive est due à la présence de nombreux polyphénols à une DCO et TCO élevée qui font de ce déchet des composés récalcitrants à la dégradation naturelle.

Le sol, est le premier compartiment affecté par ce déchet vu qu'il constitue le support sur lequel des grignons sont stockés sans aucun traitement préalable. L'épandage direct des effluents d'huileries d'olive provoque un colmatage du sol, et une diminution de sa qualité. Ces déchets sont à l'origine du changement des caractères physiques et chimiques du sol, de même, les substances toxiques contenues dans ces effluents se fixent dans cette dernière et d'autres substances sont toxiques aux plantes (Fiesta Ros de Urcenos, 1981).

De plus, un sol ne peut offrir les conditions favorables aux productions végétales que lorsque ses propriétés physiques, chimiques et biologiques sont optimales. En effet, la porosité structurale et texturale joue un rôle important dans la circulation de l'air, de l'eau et de la vie biologique dans le sol. Par la minéralisation de la matière organique, les organismes vivants créent les conditions favorables au développement des végétaux. Sans microorganismes telluriques, il n'y aurait ni décomposition organique, ni assimilation optimale par les racines,

ni restauration naturelle des fonctions disparues sous l'action d'une pollution et d'une contamination (CSRE, 2003).

Ces exemples d'interaction de la fertilité physique, chimique et biologique du sol montrent que ce dernier est un système complexe d'où la nécessité d'aborder son étude par une approche globale (Delville, 1996).

L'objectif de notre travail est d'étudier l'impact des sous-produits oléicoles en particulier le grignon d'olive sur le sol, l'écosystème ainsi que l'environnement ; valoriser ce dernier en réalisant un compost à base de grignon d'olive. Le travail est structuré comme suit :

- Un premier chapitre, qui englobe une synthèse bibliographique, est divisé en quatre parties :

La première partie représente quelques généralités sur le sol, ces propriétés physico-chimiques et biologiques ; et un aperçu général sur la faune du sol et le rôle qu'elle présente ;

La deuxième partie inclut l'oléiculture ; les méthodes d'extraction d'huile d'olive, et présentation des sous-produits oléicoles ;

La troisième partie regroupe une définition, les différents types, la composition chimique du grignon d'olive ; ainsi les problèmes environnementaux liés à ce dernier ;

La dernière partie est consacrée pour la valorisation de ce déchet par compostage, le principe, les objectifs de ce dernier, les principaux paramètres physico-chimiques et biologiques à étudier, les différents modes et phases de ce type de valorisation ;

- Un deuxième chapitre décrit notre région d'étude ;
- Un troisième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés ;
- Enfin, un quatrième chapitre présente les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

Le mémoire s'achève par une conclusion générale suivie de quelques recommandations.

I. Généralités sur le sol

1. Définition

Le sol est un habitat et un élément de l'écosystème qui est le produit et la source d'un grand nombre de processus et interactions chimiques, biochimiques et biologiques (Eric Blanchart et *al*, 2010).

2. Importance et fonctions du sol

Le sol est l'un des compartiments essentiels de l'écosystème, agissant comme contrôleur et révélateur de nombreux processus écologiques par ses caractères physiques, chimiques et biologiques à court et à long terme. Il constitue la base et l'espace de vie pour les hommes, les animaux et les organismes (Grubb et Whittaker, 1989 in Gobat et *al*, 2010).

3. Propriétés du sol

Plusieurs caractéristiques physiques et chimiques des sols sont importantes pour expliquer et prévoir le comportement des polluants. On distingue ;

3.1. Propriétés physiques du sol

Les propriétés physiques du sol sont synthétisées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Propriétés physiques du sol (Duchaffour, 2001 ; Koller, 2004)

Propriétés physiques	Définition
La structure	Elle détermine la répartition dans l'espace de la matière solide et des vides (ou pores) .
Texture (ou la granulométrie)	Correspond à la répartition des minéraux par catégorie de grosseurs, indépendamment de la nature et de la composition de ces minéraux .
La porosité	C'est une propriété du sol qui reflète le volume des vides du sol, exprimée en pourcentage du volume total. Elle donne une bonne idée sur l'état structural.
L'aération	Est le volume de gaz contenu dans l'unité de volume d'un sol correspondant, à chaque instant, à la part de porosité qui n'est pas occupé par l'eau.
Perméabilité	Est l'aptitude du sol à laisser passer l'eau vers les couches inférieures. Elle dépend de la texture et de la structure du sol.
Température du sol	La température influence la vitesse et l'intensité de nombreux processus biologiques et physiques.

3.2. Propriétés chimiques du sol

Les propriétés chimiques du sol sont synthétisées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Propriétés chimiques du sol (Mathieu et Pieltai, 2003).

propriétés chimiques du sol	définition
La capacité d'échange cationique (CEC)	La CEC d'un sol est la quantité totale de cation (ion ⁺) que ce sol peut adsorber sur son complexe et échanger avec la solution environnante dans des conditions de pH bien déterminé.
Le pH	Le potentiel d'Hydrogène. Cet indice traduisant le degré d'acidité ou de basicité du milieu est exprimé par le logarithme de l'inverse de la concentration en ions H ₃ O ⁺ (ion hydronium), (pH= log (1/H ⁺)).
Le complexe adsorbant	Désigne le pouvoir adsorbant, est une propriété que possède l'argile, l'humus et le complexe argilo-humique qui sont capable de retenir à leur surface des ions provenant de la solution du sol.

3.3. Propriétés biologiques du sol

Le sol abrite plus de 25 % des espèces animales et végétales actuellement décrites. Tous ces organismes vivent dans l'espace poral du sol, ou leurs localisations dans les pores dépendent de leurs tailles. Ces derniers réalisent diverses actions qui influent sur la qualité du sol (Calvet, 2003).

3.3.1. Classifications de la faune du sol

Quatre catégories sont distinguées selon leurs tailles (Bachelier, 1963) :

- **La microfaune** (0.1 à 2 mm de diamètre), elle regroupe tous les protozoaires, organismes unicellulaires et elle comprend aussi les rotifères, les tardigrades et les plus petits des Nématodes ;
- **La mésofaune** (0,2 à 4mm), elle comprend la majorité des nématodes, les acariens, les Collemboles, les Protoures et les Déplores ;
- **La macrofaune** (4 à 80 mm de diamètre), elle comprend les Annélides, les Oligochètes (lombrics), les Mollusques, les Gastéropodes (limaces, escargot) et les Arthropodes ;
- **La mégafaune** (dépassé 80 mm de longueur), comprend des vertébrés qui agissent sur le sol par le creusement de galeries.

3.3.2. Rôle des organismes vivants du sol

L'activité de ces organismes assure la fertilité des sols, la qualité de notre alimentation, la pureté de l'air et la qualité de l'eau. Les fonctions essentielles jouées par les organismes vivants du sol sont représentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Synthèse des fonctions essentielles jouées par les organismes vivants du sol (Girad *et al.*, 2005).

fonctions	Organismes impliqués
Décomposition de la matière organique	Invertébrés détritviores, Champignon, bactéries, actinomycètes.
Recyclage des nutriments	Principalement microorganismes et racines, quelques invertébrés du sol et de la litière
Echanges gazeux et séquestration du carbone	Principalement microorganismes et racines, carbone protégé dans les agrégats créés par la méso et macrofaune.
Maintenance de la structure du sol	Invertébrés fousseurs Racines, mycorhizes, autres microorganismes
Régulation des processus hydrologiques du sol	Invertébrés fousseurs et racine
Relations symbiotiques et a symbiotiques du sol	Rhizobium, mycorhizes, actinomycètes, autres microorganismes de la rhizosphère, fourmis
Détoxification du sol	Principalement microorganismes
Suppression des nuisibles, des parasites et des maladies	Plantes, mycorhizes, autre champignons, bactéries, nématodes, collemboles, vers de terre, prédateurs
Sources d'aliments et de médicaments	Racines, insecte, vers de terre, vertébrés et leurs sous-produits

3.3.3. Principaux facteurs agissants sur la faune du sol

Leur abondance et leur nature dépendent du type de sol, de la végétation, du climat et des diverses actions anthropiques qui ont une influence sur leur croissance et leur activité. Elles dépendent principalement de l'état d'hydratation du sol, la température, les sources d'éléments nutritifs et d'énergie et les caractères de la structure du sol. Mais aussi du degré de pollution des sols et le type de polluant qui y subit (Gobat *et al.*, 2010).

4. Pollution du sol

La pollution correspond à toute modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme sous-produit de l'action humaine, ou à travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartitions des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physique et chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

Quand cette modification touche les sols, elle est considérée comme accumulation de plusieurs effets provoqués par les polluants anthropologiques sur les diverses transformations physiques, chimiques et biologiques se déroulant dans le sol (Koller, 2004).

II. Oléiculture et industrie oléicole

1. L'oléiculture en Algérie

L'olivier constitue la principale espèce fruitière cultivée en Algérie. Elle est classée 8^{ème} producteur d'huile d'olive au monde après l'Espagne, l'Italie, la Tunisie, la Grèce, la Turquie, le Maroc et le Portugal avec une production moyenne de 35000 à 40000 tonnes par ans (ONAGRI, 2020).

2. L'oléiculture Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

L'olivier couvre une superficie de 32889.9ha, soit plus de 70% de la superficie arboricole et 34% de la surface agricole utile (SAU) de la wilaya de Tizi-Ouzou (DSA, 2021).

L'oléiculture est pratiquée sur l'ensemble du territoire de la wilaya, essentiellement dans les montages caractérisées par des conditions topographiques difficiles et par une pluviométrie annuelle de 500 à 800 mm. Une certaine concentration en olivier est marquée au niveau de quelques communes dont les plus importantes renferment une superficie de plus de 1000ha (Maatkas, Boghni, Souk El Tenine, Larbaa Nath Iraten, Machtras, ...). La superficie la plus importante est à Maatkas avec 3017.25ha (DSA, 2021).

3. L'industrie oléicole

La production de l'huile d'olive est assurée par les unités traditionnelles, semi modernes et modernes dite huileries. La Wilaya de Tizi-Ouzou dispose de 359 huileries dont 209 traditionnelles, 36 semi-modernes et 114 modernes (DSA, 2021).

3.1. Technologie d'extraction de l'huile d'olive

Trois systèmes d'extractions sont à présent utilisés dans l'extraction de l'huile d'olive : procédés discontinus ou système à presse ; procédés continus ou systèmes à centrifugation. Ce dernier se déroule soit selon un procédé continu à trois phases ou en procédés continu à deux phases (procédé écologique) (annex1).

La différence substantielle entre les trois procédés réside dans la durée des opérations et les rendements en termes de qualité et de quantité de l'huile par quintal d'olive traité, ainsi que dans la quantité des effluents issues de ces derniers (Renalli, 1991).

3.2. Réglementation liée à la gestion de l'industrie oléicole

Les activités exploitées au niveau de l'huilerie, font principalement référence aux dispositions du décret exécutif n° **07-144 du 19 mai 2007** définissant la réglementation applicable aux installations classées pour la protection de l'environnement. La mise en exploitation de telles activités nécessite préalablement une autorisation du wali, tel que défini par l'article n° **05 du décret 06.198 du 31 mai 2006**. (J.O.R.A).

Les activités mises en jeu au niveau de l'huilerie font référence aux textes présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les lois relatives aux activités exploitées au niveau de l'huilerie (J.O.R.A).

N° lois	Domaine d'application
85-05 du 16 juillet 1985	Relative à la protection et à la promotion de la santé.
01-20 du 12 décembre 2001	Relative à l'aménagement du territoire et au développement durable.
01-19 du 12 décembre 2001	Relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.
03-10 du 19 juillet 2003	Relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
04-03 du 23 juin 2004	Relative à la protection des zones de montagnes dans le cadre du développement durable.
04-20 du décembre 2004	Relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.
05-12 du aout 2005	Relative à l'eau
06-06 du 20 février 2006	Portant loi d'orientation de la ville

III. Grignons d'olives

L'industrie oléicole génère deux types de sous-produits : l'un liquide (la margine) et l'autre solide (le grignon) (Nefzaoui, 1991).

1. Définition des grignons d'olives

Le grignon est le résidu solide récupéré à la suite de la première pression ou centrifugation. Il est formé des pulpes et des noyaux d'olives (Benyahya et al, 2003).

2. Les différents types de grignons d'olives

Selon le procédé d'extraction utilisé on subdivise les grignons en 3 types (Nefzaoui, 1984) :

- **Grignon brute** : résulte de l'extraction de l'huile d'olive entier caractérisé par une teneur élevée en eau et en huile ce qui lui permet une altération rapide à l'air libre.
- **Grignon épuisé** : diffèrent essentiellement par une plus faible teneur en huile et une teneur en eau réduite ce sont le résultat de déshuilage des grignons bruts par solvant.
- **Grignon partiellement dénoyauté** : résulte de la séparation partielle des débris de noyaux et de la pulpe par tamisage ou ventilation. Il est dit gras si son huile n'est pas extraite par un solvant, et épuisé si elle est extraite par un solvant.

3. Composition chimique des grignons d'olives

La composition chimique de grignons varie en fonction des variétés d'olives triturées (Nefzaoui, 1984). Le tableau 5 donne une indication sur cette composition.

Tableau 5 : Composition chimique indicative de grignons d'olive (Nefzaoui, 1984)

Matière Sèche (MS)	Matière Minérales (MM)	Matières Azotées Totales (MAT)	Cellulose brute (CB)	Matières grasses (MG)
75-80%	3-5%	5-10%	35-50%	8-15%

4. Problématique environnementale

Malgré les différentes voies de valorisations, les grignons sont stockés dans l'environnement immédiat du moulin avant d'être brûlés ou stockés est souvent rejetés dans l'environnement sans réel traitement préalable. Ces déchets sont toxiques et peuvent contaminer les sols, les nappes phréatiques et les cours d'eau.

La composition chimique de ce déchet en particulier le rapport 'Carbone/Azote' élevé et les polyphénols ont fait de ce sous-produit est difficilement valorisable individuellement, il a donc fallu trouver des associations permettant d'obtenir des produits ou sous-produits ayant des propriétés physiques et chimiques intéressantes pour des procédés les transformant en produits facilement utilisables (Boukria, 2018).

5. Valorisation

Selon la loi 01-19 relative à la gestion, contrôle et l'élimination des déchets, la valorisation est toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets. On distingue 03 types de valorisation :

- La valorisation matière (production de compost, de biogaz,)
- La valorisation énergétique (production d'électricité ou de chaleur par incinération)
- Le recyclage matière (utilisation des déchets comme une matière première d'un produit).

5.1. Objectifs de la valorisation

La valorisation est justifiée par un double objectif :

- Un objectif économique, qui consiste à économiser la matière première et la fournir aux industries avec des prix moins chers.
- Un objectif écologique qui réside dans la diminution de la quantité des déchets donc la réduction de leurs nocivités (Dorban, 2004).

IV. Le compostage :

Le compostage est un processus naturel au cours duquel des micro et macroorganismes transforment des déchets organiques en un produit stable appelé : compost. (Addou, 2009).

1. Objectif et principe du compostage

Selon Dupriez (1987), le compost répond aux objectifs suivants :

- Stabilisation du déchet pour réduire les pollutions ou nuisances associées à son évolution biologique ;
- Réduction des quantités des déchets (perte de matière sèche de l'ordre de 40%), s'accompagnant d'une maîtrise des odeurs et de nuisances ;
- Production d'un compost valorisable comme amendement organique ou comme support de culture de qualité, répondant à la réglementation et aux besoins des utilisateurs.

2. Matériaux compostables

Toutes les matières organiques contenues dans les déchets peuvent en principe être traitées par compostage (Desachy, 2001). Elles sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Matériaux susceptible d'être compostés (Michaud,2007)

Déchets compostables	Exemples
Déchets de cuisines	Restes de repas, pain rassis, aliments abimés, épluchures de fruits et légumes, les fruits et légumes pourris, coquilles d'œufs, marc de café, sachets des infusions de thé, graisse et huiles, viande, os, poisson, produits laitiers
Déchets ménagers non alimentaires	Carton (boîtes à œufs et autres cartons), papier journal, essuie-tout, couches de bébé et lingettes, sciure de bois cendres de bois, cendres de charbon, excréments d'animaux, papier glacé ou de couleur, tissus, mégots de cigarettes.
Déchets de jardin	Paille, foin, feuilles mortes, petites branchages, écorces (broyées), mauvaises herbes (non grainées).
Déchets fermentescibles de l'activité commerciale	Des restaurants des établissements publics, des cantines des entreprises, des restaurants privés, magasins de fruits et légumes, les fruits et légumes abandonnés au niveau des marché hebdomadaires
Déchets agricoles	Les effluents d'élevages solides (fumier ou déjection d'animaux), les déchets d'élevage renfermant des produits d'origine animale ou végétale comme les déchets en fourrage, les résidus des cultures, des graines (blé), les sarments de vigne, les rafles de maïs, les résidus des cultures maraichères...
Déchet industriels et agroalimentaires	Les déchets de transformation : blé-farine, jus d'orange, les sous-produits des abattoirs et industrie de la viande

3. Principaux paramètres du compostage

Les principaux paramètres biologiques, physiques et chimiques du compostage sont synthétisés dans les tableaux 7 et 8

Tableau 7 : Les principaux paramètres biologiques du compostage selon Addou (2009)

Paramètres biologiques	
Bactéries	Sont les premières arrivées dans le tas et toujours présentes. Elles sont très largement dominantes en quantité et en variétés. Elles prolifèrent plus vite si le rapport C/N est faible et l'humidité est élevée, avec une grande activité sur une zone importante de pH et de température.
Champignons	Ils sont dominants si le rapport C/N est élevé et c'est le cas au début du processus. Ils peuvent se multiplier même en présence de peu d'humidité.
Actinomycètes	Espèces qui se développent dans les phases finales. Elles décomposent les matériaux non dégradés par les bactéries et les champignons. Elles donnent au compost l'odeur du terreau.
macroorganismes	Ce sont les êtres visibles impliqués dans l'humification des matières organiques en compost. On distingue les lombrics, les insectes, les mouches, les acariens, les cloportes, les myriapodes, les milles pattes....

Tableau 8 : Les principaux paramètres physiques et chimiques du compostage

Paramètres physique et chimiques	
Température	Les micro-organismes dégagent de la chaleur lors de l'oxydation de la matière organique en cours de compostage. On observe des températures pouvant atteindre 80°C pour des substrats très fermentescibles (Damien, 2009).
pH	Globalement, les déchets initiaux ont une acidité légèrement plus forte que les composts finis. (Frankou,2003). Le pH optimal pour le compostage est généralement entre 5.5 à 8 (Morel et al, 1986)
Humidité	Facteur indispensable à la décomposition des substrats, ne doit pas être en dessous de 20%, et ne dépasse pas les 70%. L'optimum se situe entre 40% et 60% (Slimani et Chemim, 2018).
Apport d'oxygène	La présence d'O ₂ est indispensable au bon déroulement du compostage, utilisé dans le métabolisme des microorganismes (Morency, 2006). Les systèmes d'aération possibles sont les retournements manuels ou mécaniques, l'aération passive ou forcée (Bromeblet et Somaroo, 2015).
Teneur en Matière Organique Totale (M.O.T.)	La minéralisation du compost correspond à une diminution de la M.O.T au cour de la dégradation biologique du substrat (HOUAT et al, 2002). Cette diminution est variable et dépend des conditions de réalisation du processus de dégradation mais également de la durée du procédé (Sotameno, 2010).
Rapport Carbone/Azote	Les micro-organismes utilisent le carbone comme source d'énergie et l'azote comme source protéique. La consommation microbienne de l'azote et du carbone entraine une diminution du rapport C/N lors de la décomposition des déchets (Bromeblet et Somaroo, 2015).
Granulométrie	La granulométrie est un facteur qui détermine la vitesse de biodégradabilité. Une granulométrie trop fine induit un espace poral trop réduit et diminue l'accès puis la circulation de l'air : « étouffement » du compost. Contrairement, si la granulométrie est trop élevée, les apports en oxygène vont dépasser les teneurs optimales, asséchant le compost, et la montée en température se réalisera difficilement (Sotameno, 2010).

4. Modes de compostage

Il existe plusieurs techniques de compostage à savoir en système ouvert comme le compostage en andain (retournés, statiques aérés ou aérés passivement), et en système fermé avec le compostage en silo, en casier et en lits rectangulaires (Hatik, 2014). On distingue :

- Compostage en tas ou en andain ;
- Compostage en fosse ;
- Compostage en bac ;
- Compostage industriel en réacteur.

5. Phases du compostage

Il se déroule en trois phases (Figure 1) :

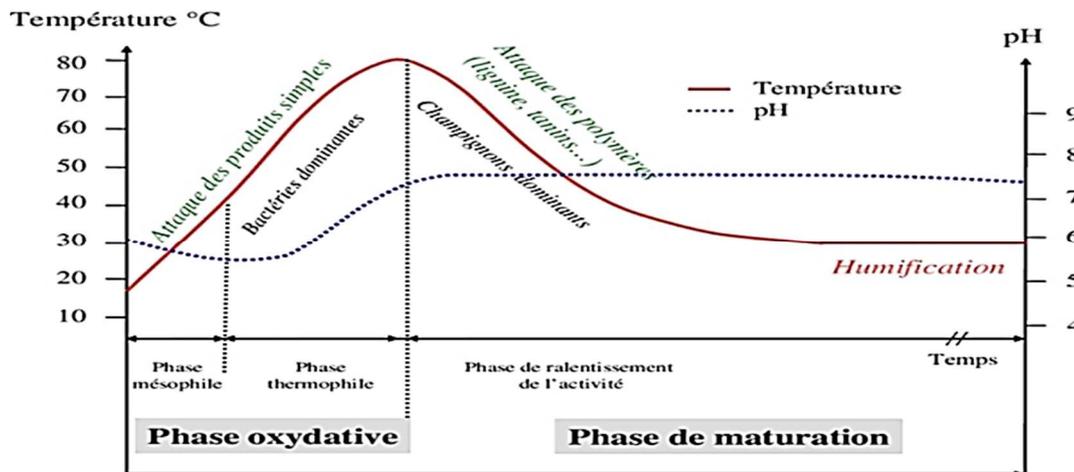


Figure 1 : courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage, D'après Mustin (1987)

➤ Phase mésophile :

C'est la phase initiale du compostage. Les matières premières sont envahies par les micro-organismes mésophiles, leurs activités engendrent une montée en température, un dégagement important de CO₂, ainsi qu'une acidification (Znaïdi, 2002).

➤ Phase thermophile :

La température augmente rapidement au centre du tas, pour atteindre 60°C, auxquelles ne résistent que des microorganismes thermophiles pour dégrader la matière organique (Znaïdi, 2002).

➤ Phase de maturation

Cette phase est dominée par les processus d'humidification pouvant s'étaler sur plusieurs mois. On observe une augmentation de la biomasse microbienne et l'arrivée de lombrics. A la fin de cette phase on dispose d'un compost stabilisé, constitué d'humus. (ADEME, 2012).

1. Région d'étude :

La commune de Makouda occupe une situation géographique très stratégique. Elle constitue une charnière entre la zone côtière de Tizirt, et le pôle urbain de Tizi-Ouzou. Elle est située dans une région montagneuse, faisant partie de la chaîne de la Kabylie maritime (la chaîne côtière), elle présente un relief très contrasté, entre les régions montagneuses et péri planes.

1.1. Situation géographique de la région d'étude

La commune se situe à environ 19km du nord-ouest de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Figure 2). Elle s'étend sur une superficie de 5743ha. Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Mizrana ;
- A l'Est par la commune de Boujima ;
- Au sud-est par la commune dite d'Ait Aissa Mimoune ;
- Au Nord-ouest par la commune d'Afir (wilaya de Boumerdas) ;
- Au sud et au sud-ouest par la commune de Sidi Naâmane.

La commune est traversée par un réseau routier assez important ; RN71, qui présente sa limite au nord, la RN72, qui traverse au centre, CW n°3. Et un faisceau de routes reliant les différentes agglomérations de la commune entre elle.

1.2. Géomorphologie

La région de Makouda fait partie de la chaîne côtière. Elle présente trois reliefs bien distincts (Anonyme1, 2012) :

- **Montagnes** : des escarpements rocheux très accidentés, difficilement accessibles. Ils occupent la partie centrale, le Nord de la commune. Culminant à des altitudes de 866m ;
- **Collines** : elles occupent une bonne partie de la surface et s'étendent du centre vers le Nord, accessibles ;
- **Les plaines** : sont le prolongement de la plaine de Sébaou, située sur les rives de Stita.

1.3. Hydrographie

La région est façonnée par un dense réseau hydrique, surtout dans sa partie sud. Ces ravins prennent naissance aux hauteurs des flancs et des montagnes, drainant ainsi les eaux dans les plaines et dans les oueds. On distingue :

- **Oued Stita** ; coule du Nord-est au Sud-ouest et forme la limite de la commune avec celle d'Ait Aissa Mimoune.
- **Oued Tazibt** et **Oued Aguer gour** (à la limite sud-ouest de la commune) ; qui sont les deux des affluents de l'Oued Sébaou.

Ces cours d'eaux sont à régime irrégulier, et se dessèchent presque totalement en été. On note aussi la présence des sources et des puits qui servent plus à la consommation humaine ; et les eaux des retenues collinaires et des oueds qui sont utilisés pour l'irrigation des plantations (Anonyme 1, 2012).

1.4. Pédologie

La formation des sols est étroitement liée à la nature originale de la roche-mère et aux données climatiques. A Makouda, il existe plusieurs types du sol à texture distincte (Anonyme 1, 2021).

1.5. Activité agricole

La superficie agricole totale (S.A.T) de la commune est de l'ordre de 4152.28ha. La superficie agricole utile (S.A.U) représente presque 1/3 de la superficie totale soit 32.8% (1841 ha). Les forêts, maquis et broussailles présentent une superficie de l'ordre de 828ha (Anonyme 1, 2021).

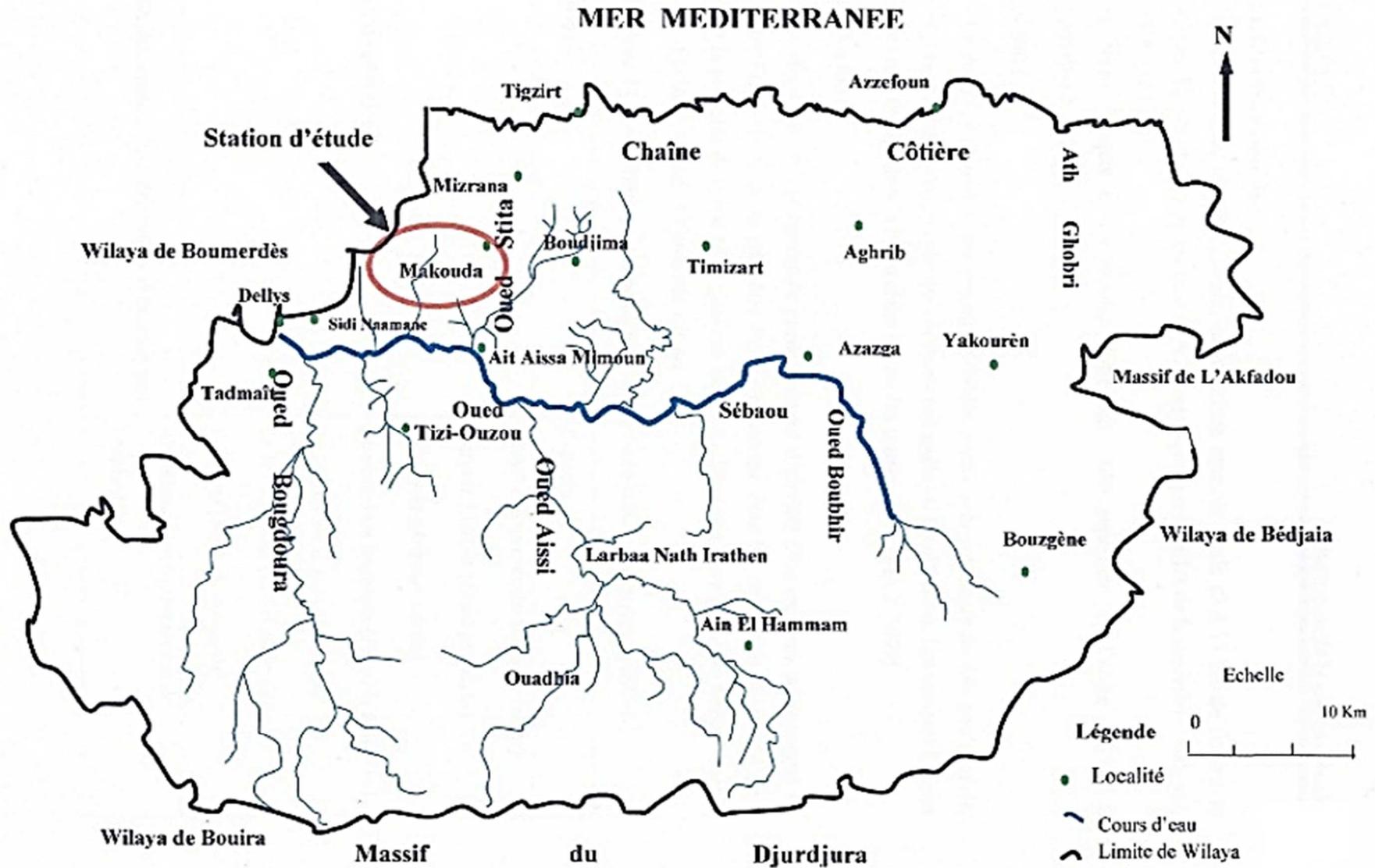


Figure 2 : Situation géographique de la région d'étude

Source : DHW de Tizi-Ouzou

2. Caractéristiques climatiques

La région de la grande Kabylie se situe dans l'altitude moyenne, climat de type méditerranéen qui se caractérise à l'échelle de l'année par une opposition thermique et pluviométrique (Yakoub, 1996).

2.1. Températures

Pour l'analyse des températures de notre région d'étude, nous avons utilisé les données de l'office national de la météorologie (O.N.M) de Boukhalfa à Tizi-Ouzou pendant la période (2012-2019). Ces dernières sont présentées dans l'annexe 2.

2.2. Caractérisation du climat de la région d'étude

Pour caractériser le climat de notre région, nous avons effectué des corrélations de températures pour la zone d'étude qui se situe à une moyenne de 600m d'altitude, sachant que la station de l'O.N.M de Tizi-Ouzou est de 154.20m d'altitude (O.N.M ,2021).

L'extrapolation des données de la station de Tizi-Ouzou a été faite pour estimer les valeurs des températures maximales (M) et minimales (m) pour notre station d'étude après la correction (annexe 3).

2.2.1 Extrapolation des températures moyennes mensuelles de la station de Makouda par rapport à celle de la station de Tizi-Ouzou

Selon Seltzer (1946), le gradient thermique altitudinal de l'Atlas tellien est de 0.7°C pour 100m d'altitude pour la moyenne des maximales du mois le plus chaud (M) et de 0.4°C pour la moyenne des minimales du mois le plus froid (m). Donc, les températures varient relativement en fonction de l'altitude.

- Différence d'altitude = altitude de Makouda- altitude de Tizi-Ouzou
Différence d'altitude= 600m-154.2m= 445.8m
- Le facteur de correction (Fc) :

Fc₁ : Température maximal de Tizi-Ouzou – Température maximales de Makouda (M)

Avec : $M = (445.8 * 0.7^{\circ}\text{C}) / 100$

$M = 3.12^{\circ}\text{C}$

Fc₂ : Températures minimales de Tizi-Ouzou – Températures minimales de Makouda (m)

Avec : $m = (445.8 * 0.4^{\circ}\text{C}) / 100$

$m = 1.78^{\circ}\text{C}$

Les valeurs 3.12°C et 1.78°C seront soustraites respectivement des maximales et des minimales de la station de Tizi-Ouzou pendant la période (2012-2019).

La figure 3 représente températures moyennes mensuelles maximales et minimales.

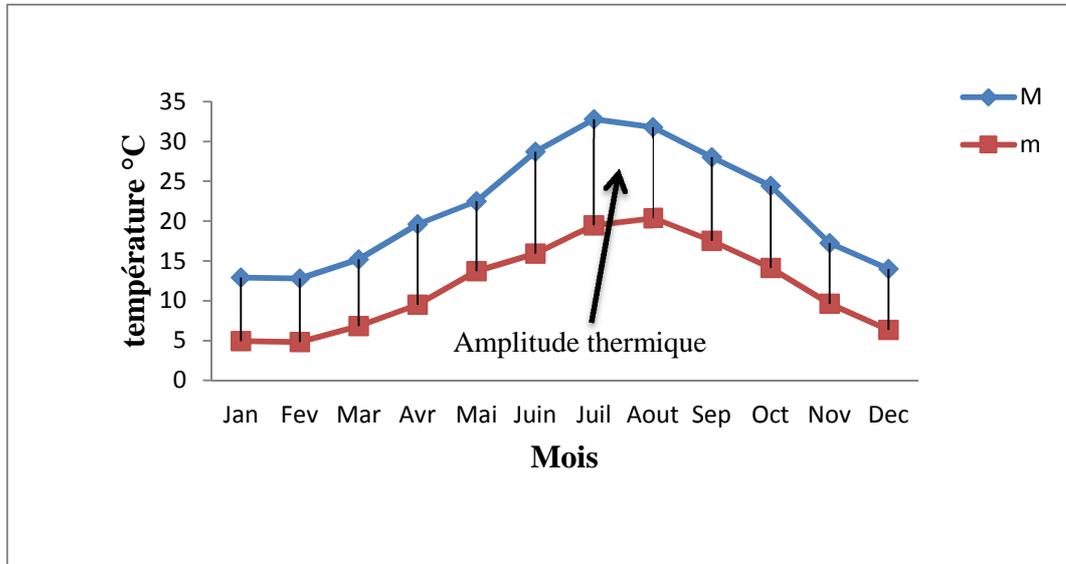


Figure 3 : Températures moyennes mensuelles maximales (M et m) en $^{\circ}\text{C}$ enregistré à Makouda durant la période 2012-2019

La température moyenne mensuelle la plus élevée est de 32.7°C , elle a été enregistrée au mois de juillet. La température moyenne mensuelle la plus faible est de 4.9°C , elle a été enregistrée au mois de janvier, l'amplitude thermique extrême annuelle de la région de Makouda pour la période (2012-2019) est faible elle est de 9.71°C . Ces températures mensuelles annuelles sont sous l'influence du relief (altitude), et de l'éloignement de la mer.

2.2 Précipitations

Les précipitations sont le facteur prépondérant, pour la détermination du type du climat dans une région donnée.

Seltzer (1946), Quezel (1957) et Chaumont et Paquin (1971) in Lounaci (2005) admettent que la pluviosité en Algérie est sous l'influence de facteurs orographiques. En effet, la pluviosité augmente avec l'altitude, elle est plus élevée sur le versant exposé aux vents humide (exposition Nord). Elle augmente également d'Ouest en Est (dissymétrie) et diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du littoral vers le Sud (continentalité).

Les moyennes mensuelles des précipitations pour les localités environnant la région d'étude (Makouda), sont représentées dans l'annexe 4 et la figure ci-dessous.

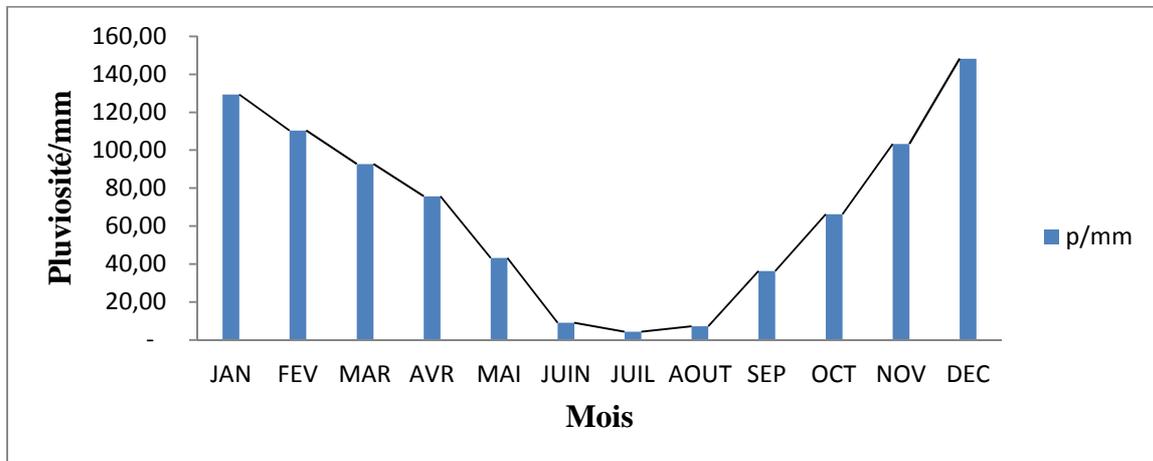


Figure 4 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrer à Makouda durant la période (1972-2010)

2.2.1 Régime saisonnier des précipitations

L'année pluviométrique a été subdivisé en quatre (04) saisons conventionnelles, Hiver (Décembre, Janvier et février), Printemps (Mars, Avril et Mai), Eté (Juin, Juillet et Aout) et Automne (Septembre, Octobre et Novembre). Le classement par ordre décroissant de ces quatre saisons, nous renseigne sur le type du « Régime saisonnier ».

La figure 5 suivant présente les précipitations saisonnières et leurs taux pour la région de Makouda durant la période (1972- 2010) (annex5).

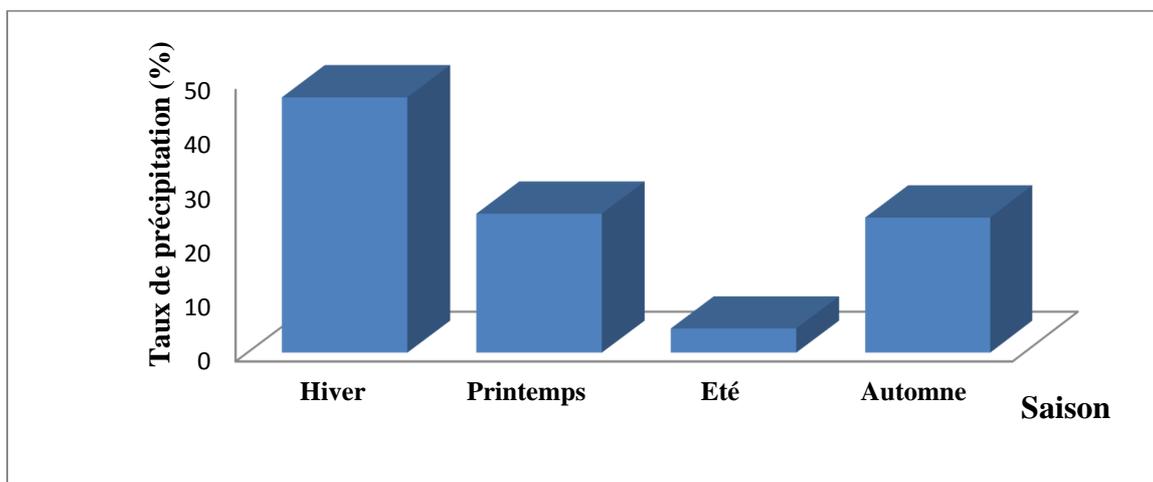


Figure 5 : les précipitations saisonnières et leurs taux pour la région de Makouda durant la période (1972- 2010)

D'après la figure 5, le régime saisonnier de la région d'étude durant la période (1972, 2010) est de type **H.P.A.E** (**H**iver, **P**rintemps, **A**utomne et **E**té)

L'analyse pluviométrique pour la zone d'étude montre que les précipitations sont abondantes en Hivers avec 387,95mm de pluie, qui présente 46,99% de la pluviosité annuelle, quant au printemps et l'automne, ils totalisent environ 50,54% de la pluviosité annuelle avec un léger avantage pour le printemps. L'Eté est la saison la plus sèche caractérisée par le minimum de pluie qui est de 20,43mm

3. Synthèse climatique

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèches et humide de l'année, ou sont portés abscisses les mois, et en ordonnée les précipitations (P) et les températures (T), avec $P < 2T$.

Selon Lakroun (1995), la saison sèche est par définition celle où se manifeste, pour la plupart des plantes, de conditions de stress hydrique plus ou moins intense et plus ou moins continue. La définition du mois sec, d'après Bagnouls et Gausson (1953) in Lounaci, 2005, est celui où le total des précipitations en (mm) est égal ou inférieur au double de la température en degré Celsius ($^{\circ}\text{C}$) c'est-à-dire $P < 2T$.

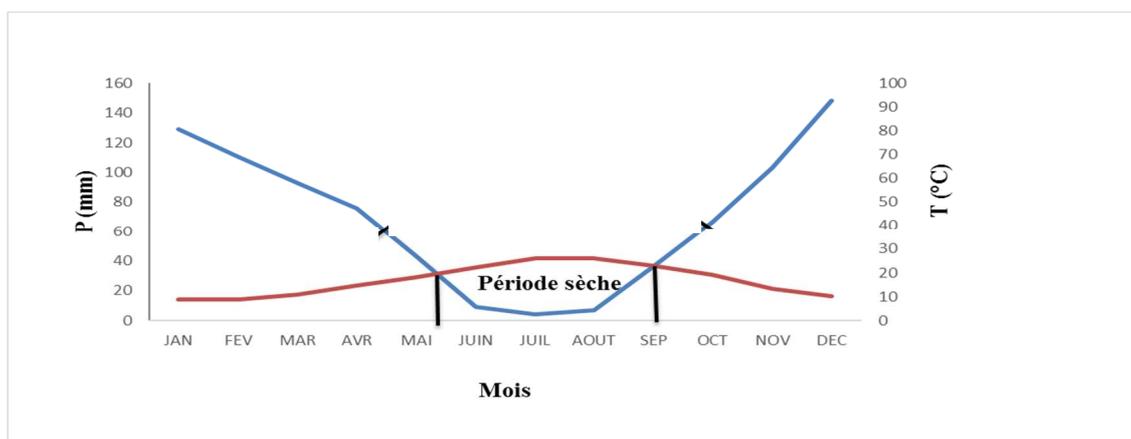


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la station de Makouda

La figure 6 révèle la présence d'une La période sèche s'étendant de la fin du mois de Mai jusqu'au début du mois de Septembre, elle dure environ 4 mois.

3.1. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Emberger et Stewart (1955), se sont intéressés à l'étude du climat méditerranéen et ses différents étages bioclimatiques. Ils ont réalisé un abaque de courbe appelé climagramme selon un quotient pluviothermique « Q ». La formule d'Emberger a été simplifiée par Stewart pour l'Algérie et le Maroc :

$$Q_2 = 3.43 \cdot P / (M - m)$$

Q₂ : Quotient pluviothermique ;

P : précipitations moyennes annuelles ;

M-m : l'amplitude thermique.

Pour la région d'étude ce quotient est calculé à base de données climatiques de la région de Makouda.

$$Q_2 = 3.43 \cdot 825.64 / (32.78 - 4.82)$$

$$Q_2 = 101.29$$

Le calcul de ce quotient (Q₂), nous permet de classer la zone d'étude de Makouda dans l'étage « Subhumide à hiver tempéré » comme le montre la figure 7.

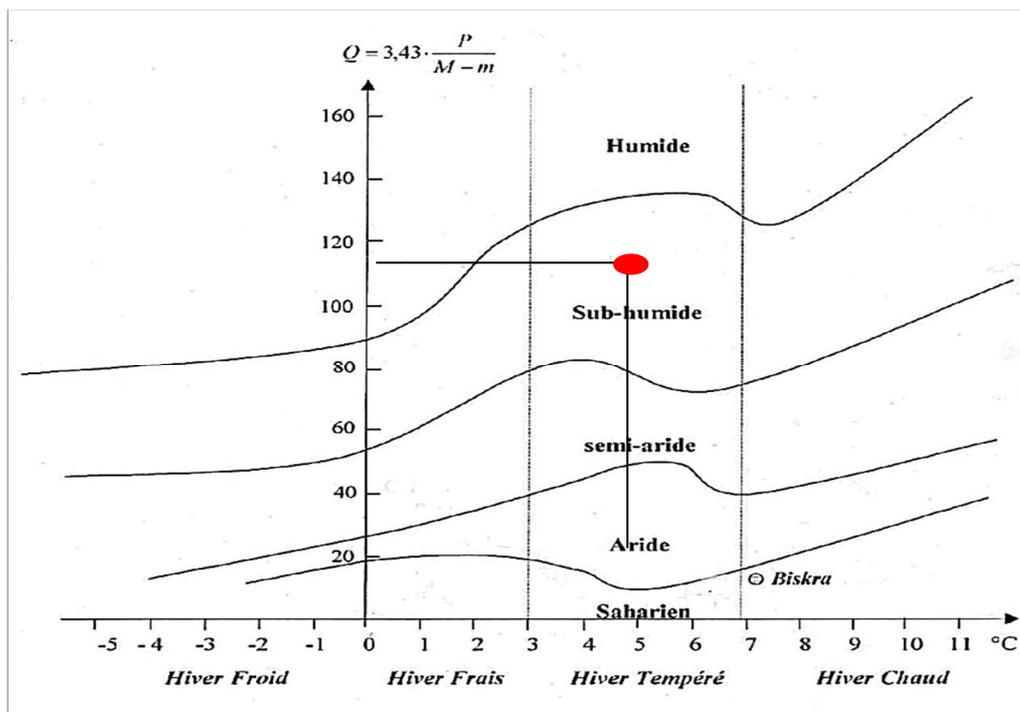


Figure 7 : Projection de la région d'étude sur le climagramme d'Emberger

4. Présentation du site d'étude :

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué un échantillonnage du sol au niveau d'une huilerie dite 'IDER' situé à Tala-Bouzrou dans la commune de Makouda, qui appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver tempéré.

4.1.Composition floristique du site d'étude

La strate arbustive est la plus dominante constituée principalement des Ronce « *Rubus fruticosus* », Myrte commun « *Myrtus communis* », Arbre au mastic « *Pistacia lentiscus* ». Cependant il existe une strate arborée noté par l'Oliviers « *Olea europea* » accompagné du figuier « *Ficus carica* » et du grenadier « *Punica granatum* ». Pour les espèces forestières, il est à noter la présence du chêne-liège « *Quercus suber* », du chêne vert « *Quercus ilex* », le frêne « *Faxinus angustifolia* », le caroubier « *Ceratonia siliqua* ».

4.2.Emplacement de l'huilerie 'IDER' :

L'image satellitaire (figure 8) détermine l'emplacement de l'huilerie 'IDER' et les coordonnées géographiques de cette dernière sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9 : Coordonnées géographiques de l'huilerie 'IDER'(Anonyme3, 2019)

Site d'échantillonnage et de compostage	Les coordonnées (GPS)	Altitude
L'huilerie 'Ider' village 'Tala-Bouzrou' commune de Makouda	36° 47' 08 ''Nord 4° 03' 46'' EST	370m

4.3.Description de l'huilerie 'IDER'

L'huilerie a été mise en service en l'an 2002 à ce jour. Cette dernière utilise un procédé continu à trois phase (huilerie moderne), elle présente une capacité journalière de trituration de 150qt/jour. Le débit des margines est quantifié à 1.87 l/min (Anonyme2, 2021).

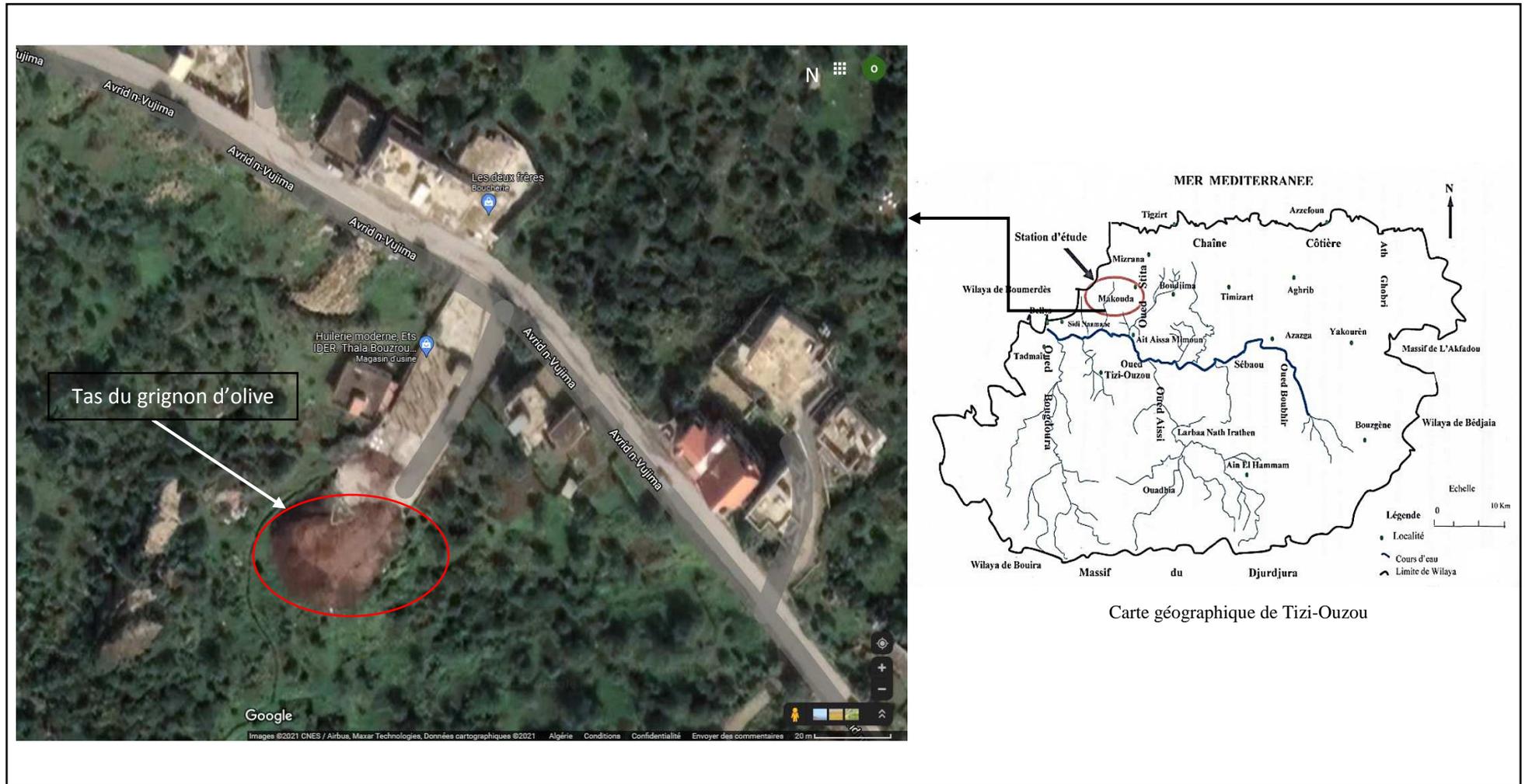


Figure 8 : Localisation de site d'étude (Google earth)

L'objectif de notre travail consiste en l'évaluation de l'impact du grignon d'olive sur quelques propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, ainsi que sa valorisation par la technique du compostage.

Pour cela, nous avons réalisé une série d'analyses physiques et chimiques au niveau du laboratoire de pédologie de l'institut national de la recherche forestière (INRF) d'Alger, et d'analyses biologiques au niveau du laboratoire de recherche de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques de l'UMMTO. Nous avons aussi réalisé un essai de compostage au niveau de l'huilerie 'IDER'.

1. Matériel et méthodes

Cette partie présente les différents matériaux et les dispositifs expérimentaux utilisés dans les différentes expérimentations.

1.1. Stratégie d'échantillonnage du sol

Dans le cadre de notre travail nous avons réalisé un échantillonnage le 30 Mars 2021, après une semaine sèche.

Les figures 9 et 10 représentent notre site d'étude et le principe de la méthode d'échantillonnage.



Figure 9 : Sol contaminé par le grignon d'olive (photo originale, 2021)

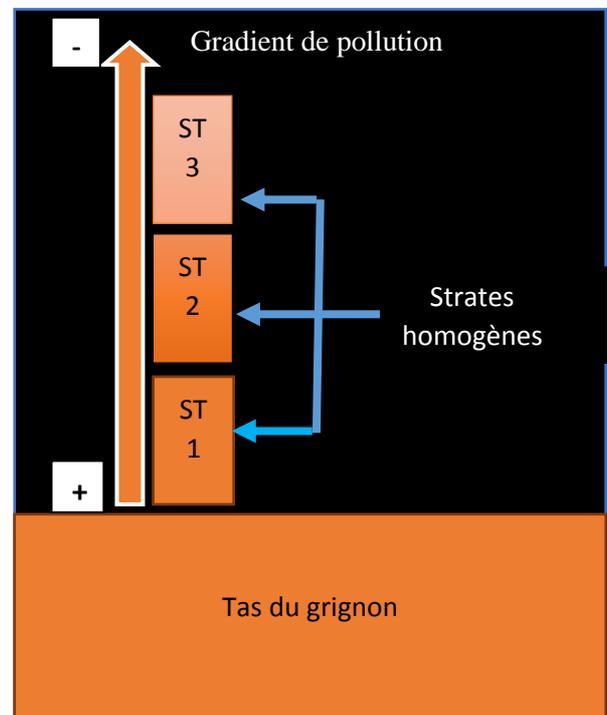


Figure 10 : Méthode d'échantillonnage sur le terrain

Notre échantillonnage a été réalisé au niveau de trois parcelles (strates) homogènes suivant une méthode aléatoire au long du transect choisi (Figure 9 et 10).

Pour l'analyse et la caractérisation physique et chimique des sols, trois échantillons de sol ont été prélevés, sur la couche de surface, en profondeur 0cm-15cm, répartis sur les trois strates.

A l'aide d'un quadrat de 25x25x10cm, nous avons réalisé l'échantillonnage du sol destiné pour les analyses biologiques (faune) (figure 11). Au niveau de chaque strate nous avons effectué trois prélèvements selon trois profondeurs différentes présentées comme suit :

- La première profondeur (**P1**) : correspond à la couche de sol allant de 0 à 10 cm ;
- La deuxième profondeur (**P2**) : correspond à la couche de sol allant de 10 à 20 cm ;
- La troisième profondeur (**P3**) : correspond à la couche de sol allant de 20 à 30 cm.

En dernier, les échantillons ont été acheminés vers le laboratoire dans des sacs en plastiques étiquetés.



Figure11 : Protocole d'échantillonnage de la faune du sol (photo originale, 2021)

A : Quadrat (25 cm²) ;

B : Prélèvement de sol à l'aide d'un Quadrat ;

C : lixiviat de grignon d'olive après l'échantillonnage.

1.2. Méthodes d'analyse du sol

1.2.1. Analyse biologique du sol

Elle se déroule en plusieurs étapes comme suite

➤ Récupération de la faune du sol

Nous avons prélevé la pédofaune des 09 échantillons répartis sur les différentes strates et profondeurs, la macrofaune visible à l'œil nu est mise dans des flacons renfermant de l'éthanol à 75% ou du formol pour certaines espèces ; concernant la faune non visible à l'œil nu nous avons utilisé l'appareil de Berlèse.

➤ Principe de l'appareil de Berlèse

Cet appareil (figure 12) permet l'extraction de la faune du sol (acariens, larve d'insectes, collemboles...). Dans la présente étude, nous avons utilisé la méthode classique de Berlèse-Tullgren qui consiste à modifier les conditions de la vie de la faune du sol par l'utilisation d'agents thermodynamiques, la chaleur dégagée pousse les insectes à se déplacer vers le fond de l'entonnoir pour fuir cette chaleur. Sous ces conditions, la faune quitte son logis dans les récipients collecteurs contenant de l'alcool à 75°.

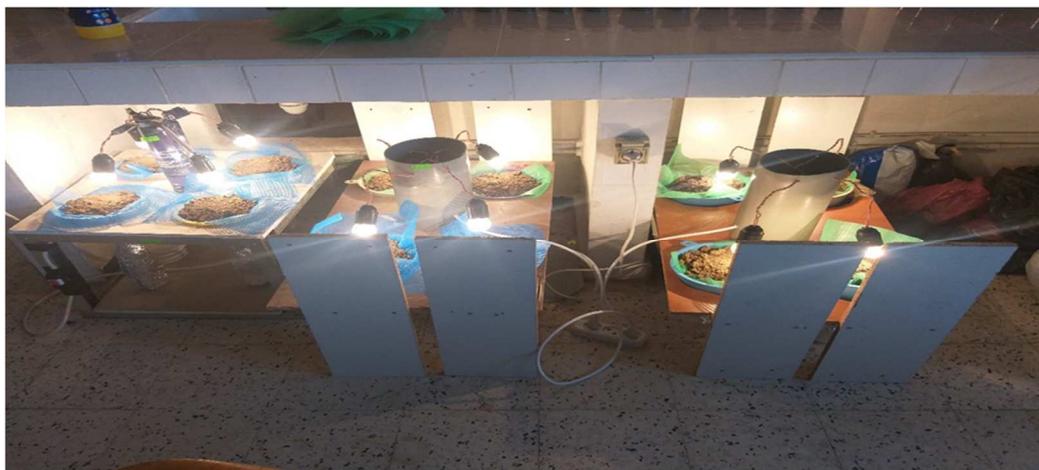


Figure 12 : Appareil de Berlèse (photo originale, 2021)

➤ Identification et dénombrement de la faune du sol

Une fois la faune du sol récupérée dans les flacons, nous avons trié, compté et identifié les espèces à l'aide de plusieurs clés d'identification (annexes 6) ; on a utilisé une loupe binoculaire pour une meilleure précision.

Les individus récupérés sont séparés et différenciés en différents groupes, avant d'être identifiés jusqu'à l'ordre et avoir déterminé le nombre total d'individus présents dans chaque échantillon.

1.2.2. Analyses physiques et chimiques du sol

Ils sont effectués, après avoir séché le sol à l'aire libre, puis tamisé à travers un tamis rond, de 2 mm de diamètre. Puis on passe à la numérotation des échantillons.

- Le premier échantillon noté : **ST1**
- Le deuxième échantillon noté : **ST2**
- Le troisième échantillon noté : **ST3**



Echantillon 1 (ST1)



Echantillon 2 (ST2)



Echantillon 3 (ST3)

Figure13 : Les trois échantillons du sol prélevé dans les trois strates d'échantillonnage (photo originale, 2021)

Les différentes analyses effectuées sont comme suite :

➤ **Humidité hygroscopique**

La quantité d'eau contenue dans le sol est une information indispensable pour la compréhension du comportement chimique et hydrologique des sols et de l'effet sur la croissance des plantes.

L'humidité hygroscopique du sol est la quantité d'eau que contient un sol à un moment donné. Cette eau est due au fait que le sol peut absorber la vapeur d'eau de l'air, et la retenir solidement à la surface de ces particules (Annexe 7).

L'humidité hygroscopique du sol est déterminée par la relation suivante :

$$H (\%) = (P1 - P2) / 2 \times 100$$

P1 : Poids de l'échantillon humide

P2 : Poids de l'échantillon sec

➤ **pH du sol (potentiel Hydrogène)**

Il traduit le degré d'acidité ou de basicité du milieu, et détermine le comportement des éléments chimiques. La mesure du pH s'effectue au pH mètre présenter dans la figure 14, sur une suspension de terre fine, ou le rapport sol / eau est de 1/5 (Annexe 7).



Figure 14 : Détermination du pH à l'aide d'un pH-mètre au niveau du laboratoire de pédologie de l'INRF (photo originale, 2021)

➤ **Conductivité électrique (CE)**

Elle dépend de la concentration en électrolytes. Elle s'effectue au conductimètre (figure 15), sur une suspension de terre fine. Le rapport terre/ liquide est de 1/5. La conductivité électrique est donnée par la relation suivante :

$$\text{CE} = \text{valeur lue} \times \text{Constante de la cellule} \times \text{le chiffre de correction.}$$

La constante de la cellule= valeur standard/ la valeur CE d'une solution de KCL à 0.01 N.

La conductivité d'une solution est mesurée au moyen d'une cellule constituée de deux électrodes inattaquable (en platine) reliée à un amplificateur, après rinçage de la cellule de mesure avec de l'eau distillé, nous procédons à la mesure de la conductivité de nos échantillons (Annexe 7).



Figure 15 : Mesure de la conductivité électrique au niveau du laboratoire de l'INRF (photo originale, 2021)

➤ **Dosage du Carbone organique par la Méthode Anne**

La détermination de la teneur en MO du sol passe par le dosage du carbone organique du sol (figure 16).

Le CO est oxydé à chaud avec une solution de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu sulfurique (source de chaleur). La quantité de bichromate doit être en excès par rapport à la quantité nécessaire à l'oxydation du carbone organique du sol. L'excès de $K_2Cr_2O_7$ qui n'a pas réagi est ensuite titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine dont la couleur passe successivement par le bleu foncé, brun noirâtre, violet puis vert. Le virage se fait à la goutte (Annexe 7).



Figure16 : Dosage du Carbone au niveau de laboratoire de pédologie de l'INRF (photo originale, 2021)

Le Carbone organique est déterminé par la relation suivante :

$$CO\% = ((Y-X) * 0.615 * 250 * 100) / (1000 * V * P)$$

X : volume de solution de sel de Mohr utilisé pour doser l'échantillon de sol (ml) ;

Y : volume de solution de sel de Mohr utilisé pour le dosage du témoin (ml) ;

V : volume de l'aliquote (20 ml) P : poids de la prise d'essais (g) ;

CO : Carbone organique (%) MO.

➤ **Détermination de taux de matière organique (MO)**

Le taux du matière organique est obtenu par la formule suivante :

Taux de matière organique = taux de carbone organique x 1.72

$$\text{MO \%} = 1.72 \text{ C}$$

➤ **Dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl**

Le principe de la méthode consiste à transformer l'azote des composés organiques en azote ammoniacal par H_2SO_4 concentré et à ébullition. Cet acide oxyde la matière organique, le carbone et l'hydrogène se dégagent sous forme de CO_2 et H_2O . L'azote transformé en ammoniacque est fixé par H_2SO_4 à l'état de sulfate d'ammonium. Sa formule chimique est $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Pour aider à cette transformation, la minéralisation est achevée en présence d'un catalyseur (sulfate de cuivre et sulfate de potassium) qui rend l'action de l'acide sulfurique plus oxydante en augmentant la température d'ébullition. L'ammoniacque formé est déplacé de sa combinaison en présence d'une quantité de NaOH en excès, distillée et recueillie dans de l'acide borique (Annexe 7).

De la quantité de H_2SO_4 utilisée pour la titration on calcule le taux d'azote total :

$$\text{Azote total N \%} = (\text{V1}) * \text{T} * 0,014 * 100 / \text{M}$$

Où :

V1 : volume d'acide H_2SO_4 versé pour l'échantillon ;

T : titre de l'acide sulfurique (0,05 Mol/l) ;

M : prise d'essai de l'échantillon.

La figure 17 représente le matériel utilisé dans la détermination de l'Azote total



Figure 17 : Détermination de l'Azote total au laboratoire de pédologie de l'INRF (photo originale, 2021)

➤ **Le rapport Carbone Azote C/N**

Est un indicateur qui permet de juger du degré d'évolution de la matière organique, c'est-à-dire de son aptitude à se décomposer plus ou moins rapidement dans le sol.

➤ **Dosage du calcaire total**

Le calcaire total est l'ensemble du calcaire du sol représenté sous toute dimension. Sa quantité dans le sol peut être déterminée après sa dissolution par un acide moyennement concentré.

Le plus souvent cette variable est déterminée par « calcimètre volumétrique » (figure 18), c'est-à-dire mesure du volume de CO_2 dégagé suite à l'action d'un excès de l'acide chlorhydrique sur un poids connu du sol.

On recueille le gaz et on mesure le volume dégagé. Le volume dépend de la pression et de la température d'où l'étalonnage du calcimètre avec le calcium pur (Annexe 7).



Figure 18 : Dosage du calcaire total à l'aide d'un calcimètre au laboratoire de pédologie à l'INRF (photo originale, 2021)

1.2.3. Analyses écologiques

Pour l'interprétation de nos résultats, quelques indices écologiques sont utilisés telles que l'abondance relative, l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'Equitabilité.

➤ Abondance relative

Représente le nombre d'individus pour une espèce donnée (n_i) par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces par unité d'espace. Elle est donnée par la formule suivante :

$$P_i = n_i / N$$

P_i : proportion d'une espèce « i » par rapport au nombre total d'espèces dans un milieu donné

n_i : nombre d'individu de l'espèce « i »

N : nombre total d'individus de toutes les espèces confondues

➤ L'indice de diversité de Shannon-Weaver

C'est un indice permettant de mesurer la diversité spécifique d'un milieu. C'est-à-dire du nombre d'espèces de ce milieu et de la répartition des individus au sein de ces espèces. Il est donné par la formule suivante :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

H' : Indice de diversité de Shannon-Weaver

P_i : Proportion d'une espèce « i » par rapport au nombre total d'espèce dans un milieu donné

➤ Equitabilité

C'est la distribution des individus par espèce. Elle est le rapport entre H' et la diversité maximale (H_{max}), elle s'exprime comme suite :

$$E = H' / H_{max}$$

Avec $H_{max} = \log_2(S)$ sachant que S est la richesse totale

E : Indice de l'Equitabilité

H' : Indice de la diversité de Shannon-Weaver

L'Équitabilité varie entre 0 et 1 :

Si : E tend vers 0 donc il y'a une dominance d'une espèce dans tous le peuplement

Si : E tend vers 1 donc les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement

1.3. Méthode de la réalisation du compost

Les grignons que nous avons utilisés sont constitués du noyau, de la pulpe, de la peau et des eaux de végétation des olives, ils avaient une couleur brunâtre et beige, une texture granulée à grosse particule, humide et présentent une forte odeur d'olive (Figure 19).



Figure 19 : Grignons d'olive (photo originale, 2021)

Les déchets organiques (fraction azotée) utilisé dans notre compost sont les déchets du marcher, récoltés au niveau plusieurs marchés dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Trois tas de composts ont été préparé dans la nature à une hauteur de 0.5m et un diamètre de près de 1m.

Le compostage a été lancé le 25 Février 2021 pendant une période de trois mois ; les quantités des déchets et grignons ont été mesurées à l'aide d'une balance, au rapport de 1/3, chaque tas contient :

- Une quantité de 15Kg de grignons d'olive
- Trois quantité de 45Kg de déchets des marcher

Ensuite, l'ensemble est placé directement sur le sol. Tous les composts ont été humidifiés avec de l'eau de robinet durant le processus et couverts avec une toile en plastique dans les jours de pluie. L'aération des produits se fait par le retournement selon le programme suivant :

- Les deux premières semaines : 3 fois/ semaine
- De la 2^{ème} à la 4^{ème} semaines : 2 fois par/ semaine
- A partir de la cinquième semaine : une fois/ semaine.

1.3.1 Analyses physique et chimiques du compost

Nous avons mesuré différents paramètres sur les 03 tas du compost chaque 03 jour et avant chaque retournement, les paramètres mesurés sont comme suit :

➤ Température

La température (T°C) est prise à l'aide d'un 'Thermo-compost' (Figure 20) introduit directement au centre du tas.



Figure 20 : Mesure de la température à l'aide d'un Thermo-compost (photo originale, 2021)

➤ pH

Le pH du compost est mesuré à l'aide d'un pH-mètre (Figure 21).



Figure 21 : Mesure du pH à l'aide d'un pH-mètre (photo originale, 2021)

➤ L'humidité

L'estimation de l'humidité se fait par le test de poignée (Figure 22), qui consiste à prendre une poignée de la matière et de la presser :



Si rien ne coulent et le compost s'effrite, donc il est trop sec.

Si le compost ne se disperse pas, donc il a une bonne humidité .

Si il ya de l'eau qui s'échappent entre les doigts, le compost est trop humide.

Figure 22 : Le principe de test de poignée (photo originale, 2021)

I. Résultats

Pour l'évaluation de l'impact de la mise en stock des grignons d'olive sur quelques propriétés du sol, la faune et la flore. Nous avons effectué une série d'analyses physiques, chimiques, biologiques sur le sol des trois strates d'échantillonnage. Les résultats obtenus sont représentés ci-dessous :

1. Propriétés physiques et chimiques des sols

1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)

Il traduit le degré d'acidité ou de basicité du milieu, et détermine le comportement des éléments chimiques. La figure ci-dessous représente les différentes variations du pH au niveau des strates d'échantillonnage.

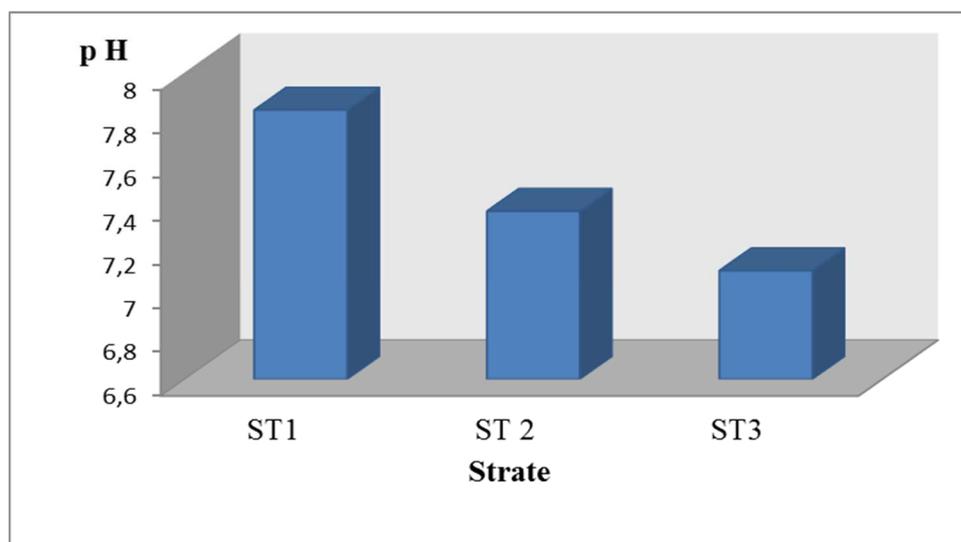


Figure 23 : Variation du pH en fonction des trois strates d'échantillonnage

Le pH du sol étudié varie entre 7.83 et 7.10. En se référant à la classification établie par Baise et Jabiol en 1998 (annexe 8), le sol de la première strate est légèrement alcalin il présente la plus grande valeur (7.83), tandis que le sol de la deuxième et la troisième strate est neutre.

1.2 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE) d'une solution dépend de sa concentration en électrolyte et sa température. La figure ci-dessous représente les valeurs moyennes obtenues en fonction des trois strates d'échantillonnage.

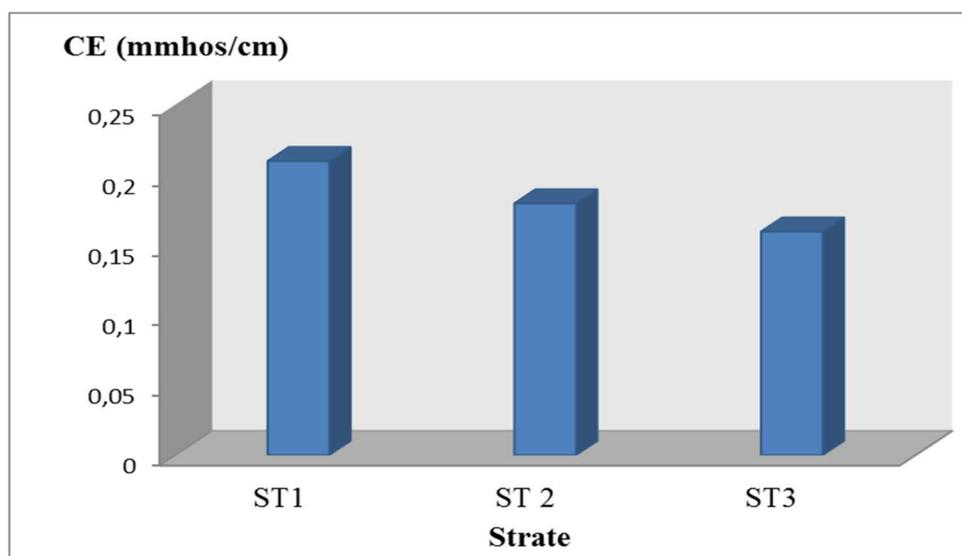


Figure 24 : Variation de la conductivité électrique dans le sol des différentes strates d'échantillonnage

La conductivité électrique des sols échantillonnés varie entre 0.21 et 0.16 mmhos/cm. Selon les normes d'interprétations (annexe 8), nos sols sont non salés. Néanmoins, le sol de la première strate présente la plus grande valeur (0.21mmhos/cm) tandis que le sol de la deuxième et troisième strate présente des valeurs inférieures (0.16 et 0.18 mmhos/cm).

1.3 Calcaire total

Le calcaire total est un des composants hérités du sol. Sa présence confère au sol des caractéristiques spécifiques en terme de comportement physique, chimique et influe sur son activité biologique. Les résultats obtenus de l'analyse du calcaire total dans les différentes strates sont représentés dans la figure ci-dessous.

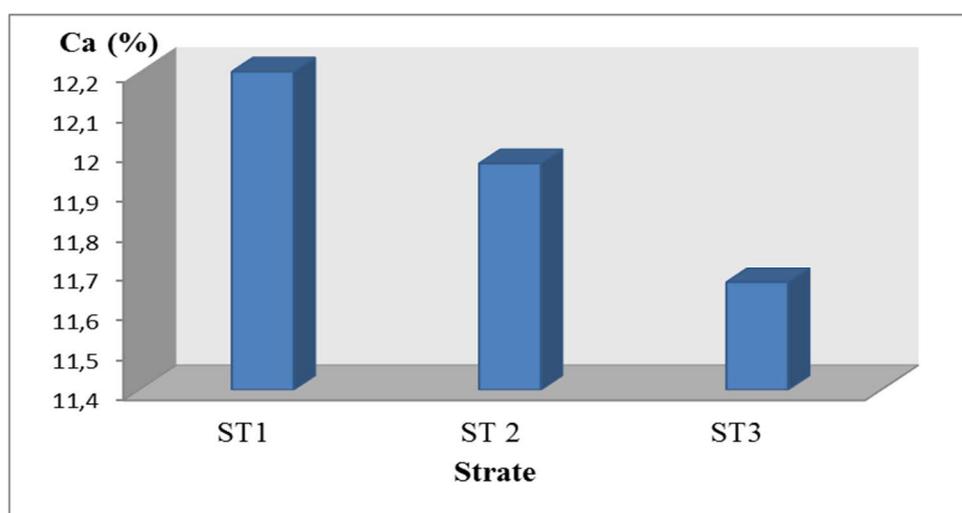


Figure 25 : Variation des taux de calcaire total dans le sol des trois strates d'échantillonnage

Le taux de calcaire total varie de 11.67 à 12.20 %. Selon les normes d'interprétations (annexe 8), nos sols sont modérément calcaires. Le taux le plus élevé (12.20) est enregistré dans la première suivi par la deuxième strate avec un taux de 11.97, tandis que la troisième strate représente la plus faible valeur (11.67%).

1.4 Humidité hygroscopique

C'est la rétention de l'eau par les sols à partir de l'atmosphère extérieure. Elle varie beaucoup en fonction de la porosité (Ramade, 2003).

Les résultats obtenus de l'analyse du calcaire total dans les différentes strates sont représentés dans la figure 26.

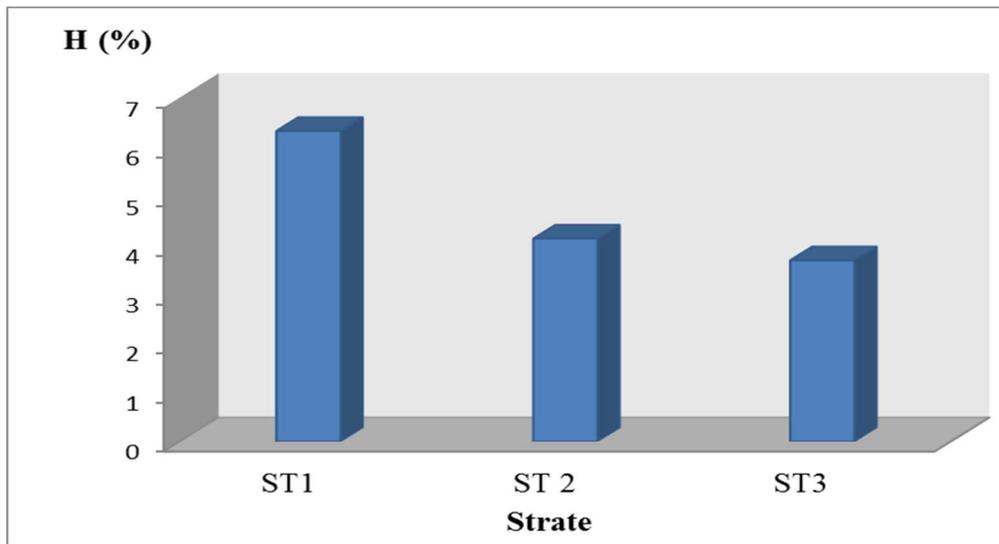


Figure 26 : Variations des taux d'humidité hygroscopique dans les sols des différentes strates d'échantillonnage

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les taux d'humidité des sols étudiés sont élevés. Ils varient entre 3.70 et 6.30. La valeur la plus élevée (6.32) est enregistrée au niveau de la première strate tandis que la plus faible valeur (3.70) est enregistrée au niveau de la troisième strate.

1.5 Carbone organique et matière organique

Les matières organiques du sol évoluent sous l'incidence de divers processus physiques, chimiques ou biologiques. Elle est constituée principalement de 56% de Carbone organique. Elle représente la part de la matière formée par des êtres vivants végétaux, animaux, ou

micro-organismes, formant un ensemble de biomasse, ou la matière résulte de leurs décompositions.

La figure ci-dessous représente les différentes variations des taux de matière organique, et du carbone organique en fonction des trois strates d'échantillonnage.

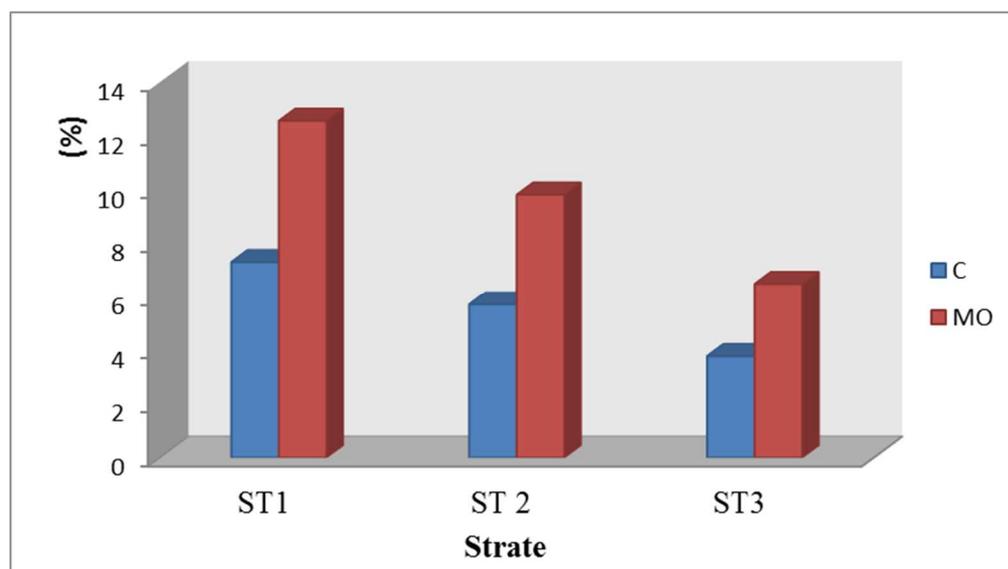


Figure 27 : Variations des teneurs moyennes en carbone organique et en matière organique dans le sol des différentes strates d'échantillonnage

La figure 27 montre une nette différence des taux de Carbone organique. Ils diminuent progressivement en allant de la première strate (7.30%), jusqu'à la troisième strate pour atteindre un taux de 3.77%.

Ces variations sont corrélées positivement avec les taux de matières organiques qui diminuent de la première strate (12.56%) jusqu'à la troisième strate (6.48%). D'après la norme d'interprétation (annexe 9), nous constatons que nos sols sont riches en matière organique.

1.6 Azote (N)

L'azote total regroupe toutes les formes d'azote minéral et organique présentes dans un échantillon de sol, excepté l'azote gazeux. La figure ci-dessous représente les variations du taux d'azote dans les différentes strates.

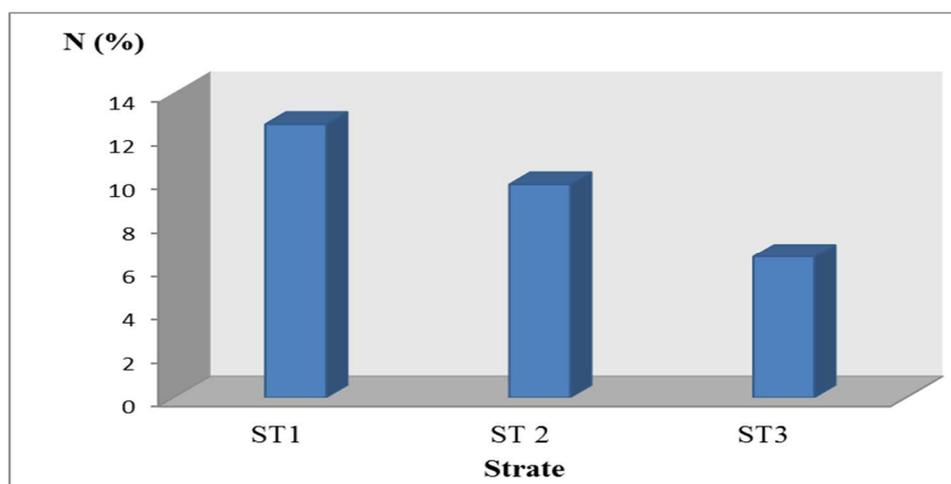


Figure 28 : Variation des taux d'azote dans les différentes strates s'échantillonnage

La teneur en matière azotée de nos sols varie de 0.31 à 0.42%. D'après les normes d'interprétations proposées par Kjeldahl, 1882 (annexe 8), nos sols sont très riches en azote. La valeur la plus élevée (0.42) est enregistrée au niveau de la première strate, tandis que la plus faible (0.31) est enregistrée au niveau de la troisième strate d'échantillonnage.

1.7 Rapport C/N

Le rapport Carbone/ Azote, est un indicateur de l'activité biologique des sols. Il renseigne sur le degré d'évolution de la matière organique, l'activité biologique et le potentiel de fourniture d'Azote par le sol (minéralisation). Plus le rapport C/N est élevé (>12), plus l'activité biologique est réduite et la minéralisation rencontre des difficultés (LCA, 2008).

La figure 29 montre les différentes variations de ce rapport en fonction des différentes strates d'échantillonnages.

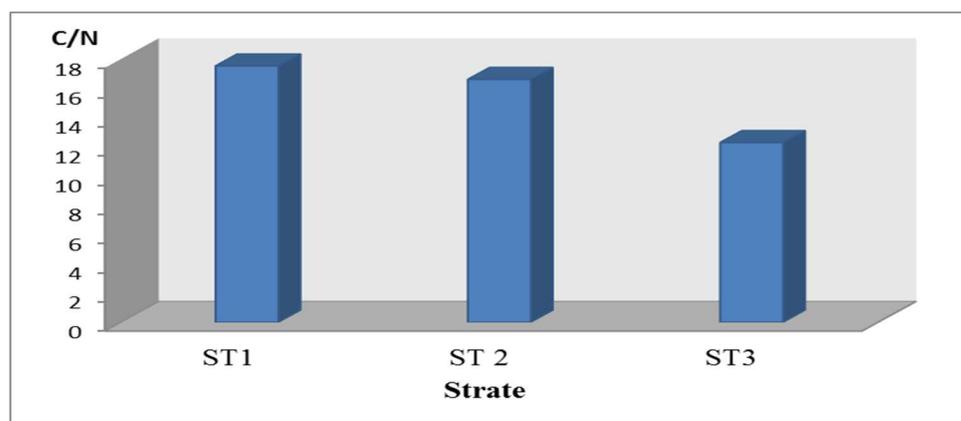


Figure 29 : variations du rapport Carbone/Azote en fonction des trois strates d'échantillonnage

Le rapport C/N varie de 12.29 à 17.54. Selon la norme d'interprétation (annexe 8), le rapport est très élevé dans la première strate (17.54) et la deuxième strate (16.61), et légèrement élevée (12.29) au niveau de la troisième strate.

1.8 Synthèse sur les propriétés physiques et chimiques du sol

Les résultats obtenus révèlent la présence d'une variation entre les différents paramètres étudiés au niveau des trois strates d'échantillonnage.

D'après le tableau 10 nous constatons que tous les paramètres étudiés ont été modifiés par le grignon d'olive, ces derniers diminuent en s'éloignant de la source de pollution (le tas de grignon d'olive), et donc l'existence d'un gradient de pollution qui diminue en se rapprochant de la troisième strate.

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses physique et chimique au niveau des trois strates d'échantillonnage

Strate paramètre*	1^{er} Strate	2^{em} strate	3^{em} strate
pH	7,83	7,37	7,1
CE (mmhos/cm)	0,21	0,18	0,16
Ca (%)	12,2	11,97	11,67
H (%)	6,32	4,14	3,7
C (%)	7,3	5,7	3,77
MO (%)	12,56	9,81	6,48
N (%)	0,42	0,34	0,31
C/N	17,53	16,61	12,29

* : Les valeurs moyennes des trois répétitions

2. Analyses biologique

Une fois la faune du sol récupérée, nous avons quantifié et identifié les différents ordres au niveau de chaque strate sur les différents niveaux de profondeurs, aussi, nous avons inventorié les différentes espèces végétales présentes au niveau de ces dernières puis identifié. Les résultats obtenus sont représentés ci-dessous.

2.1 La composition faunistique globale

Nous avons quantifié près de 664 individus dont 357 larves d'insectes. Les résultats obtenus révèlent la présence de 13 ordres dans les trois strates d'échantillonnage. Le tableau 11 représente différents taxons inventoriés et ordres identifiés dans le site d'étude.

Tableau 11 : Ensemble de groupes faunistiques identifiés

Classe	Ordre
Arachnida	➤ Opiliones
	➤ Araneae
Insecta	➤ Coleoptera
	➤ Hemiptera
	➤ Diptera
	➤ Hymenoptera
	➤ Pseudoscorpionida
Acari	➤ Mesostigmata
	➤ Holothyrida
Collembola	➤ Entomobryomorpha
Myriapoda	➤ Diplopoda
	➤ Paurapoda
	➤ Chilopoda

2.2 Les différents ordres inventoriés dans les différentes strates d'échantillonnage

La répartition des différents ordres dans les différentes strates d'échantillonnage et sur les différentes profondeurs sont représentées dans la figure 30.

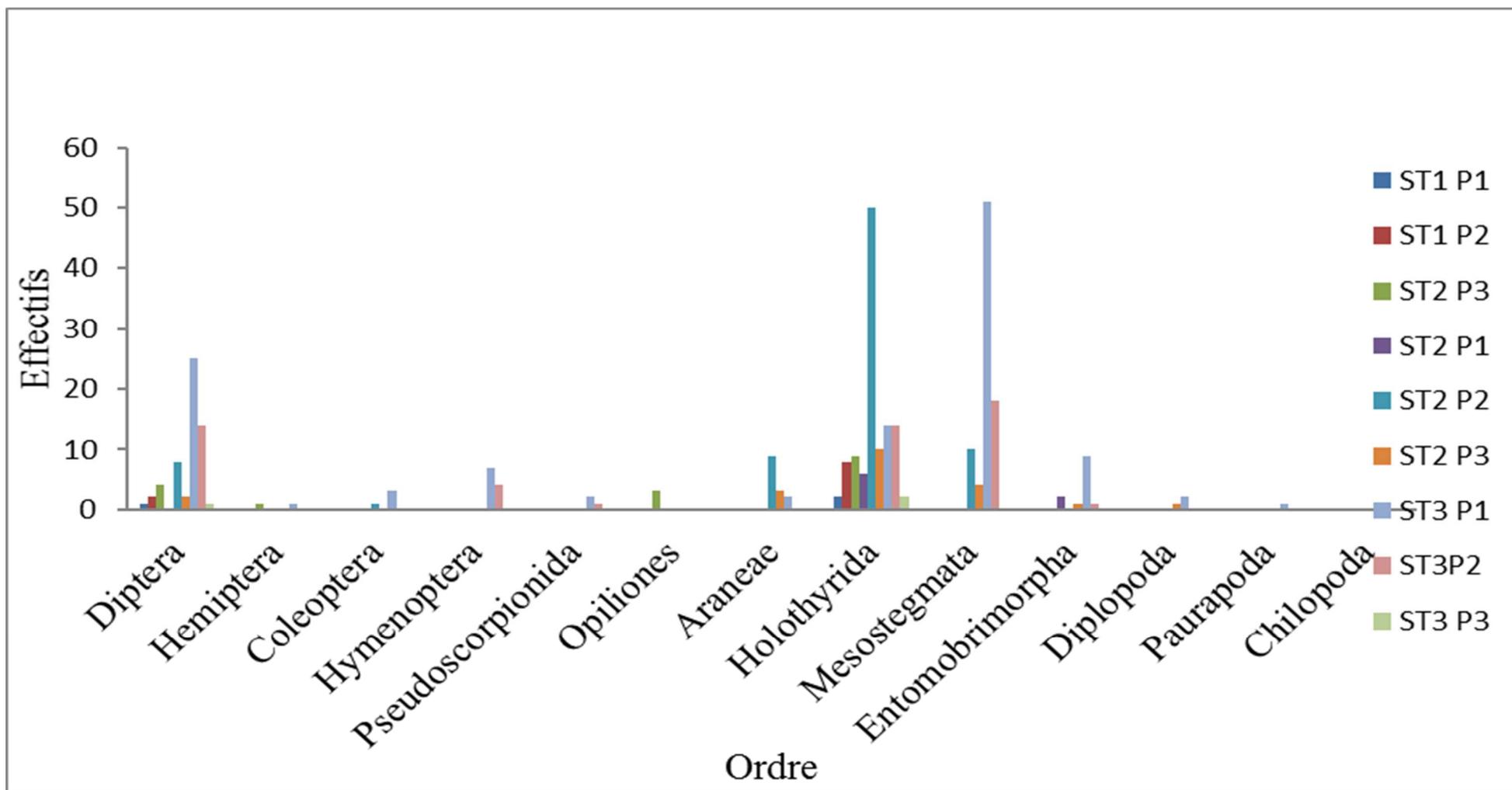


Figure 30 : Ordres inventoriés dans les différentes strates d'échantillonnage sur de différentes profondeurs

D'après la figure 30, nous distinguons une différence dans la répartition des ordres dans les trois strates en fonction des différentes profondeurs. Ainsi nous remarquons une dominance de certains ordres par rapport à d'autres ; l'ordre le plus dominant est celui des Holothyrida avec 115 individus, suivi par les Mesostigmata avec 83 individus ; ces derniers représentent l'une des formes parasitaires des Acariens.

3. Analyse écologique

3.1 Abondance relative

La représentation de l'abondance relative des individus recensés dans les trois strates d'échantillonnage de la station d'étude est figurée dans la figure 31.

Cette figure montre, que la troisième strate est la plus riche en diversité faunistique, avec la présence de 12 ordres ; suivie par la deuxième strate avec 07 ordres ; tandis que la première strate présente la plus faible diversité (04 ordres).

Nous constatons que les acariens dominent dans les trois strates étudiées, néanmoins les Holothyrida prédominent dans les deux premières avec un taux de 62%, tandis qu'elle diminue dans la troisième strate jusqu'à 17% ; sachant que l'ordre le plus dominant dans cette dernière est celui des Mesostigmata avec un taux de 40%.

De plus, nous constatons que l'abondance relative de l'ensemble des classes, insectes (Diptera, Coléoptera, Hemiptera et Hyménoptera), Arachnides (Araneae et Opiliones), Collembolés (Entomobrimorpha) et les Myriapodes (Diplopoda, Chilopoda, Paurapoda) présentent des taux faibles.

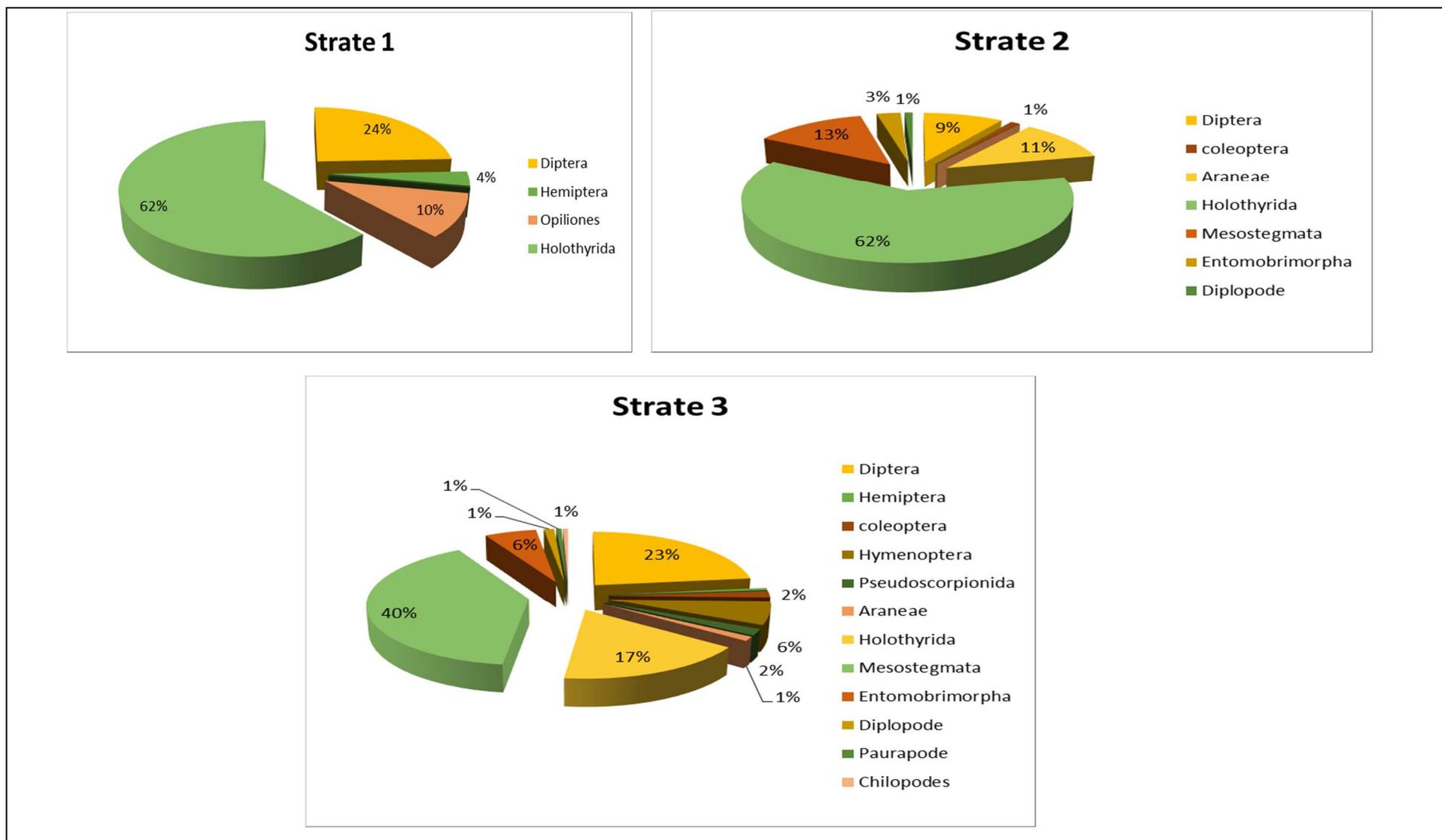


Figure 31 : Abondance relative des individus recensés dans les trois strates d'échantillonnage dans la station d'étude

3.2 Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Equitabilité (E)

Nous avons opté pour le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver afin de mettre en évidence la diversité des groupes faunistiques de chaque strate (figure 32), et selon trois profondeurs (figure 33). Cet indice est accompagné par l'indice d'Equitabilité (annexe 9).

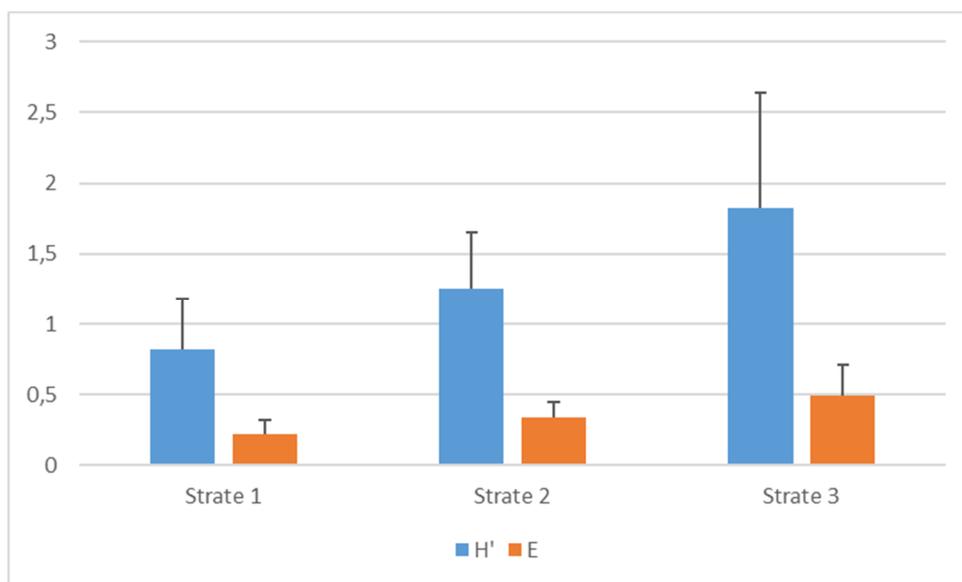


Figure 32 : Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Equitabilité (E) pour les trois strates d'échantillonnage

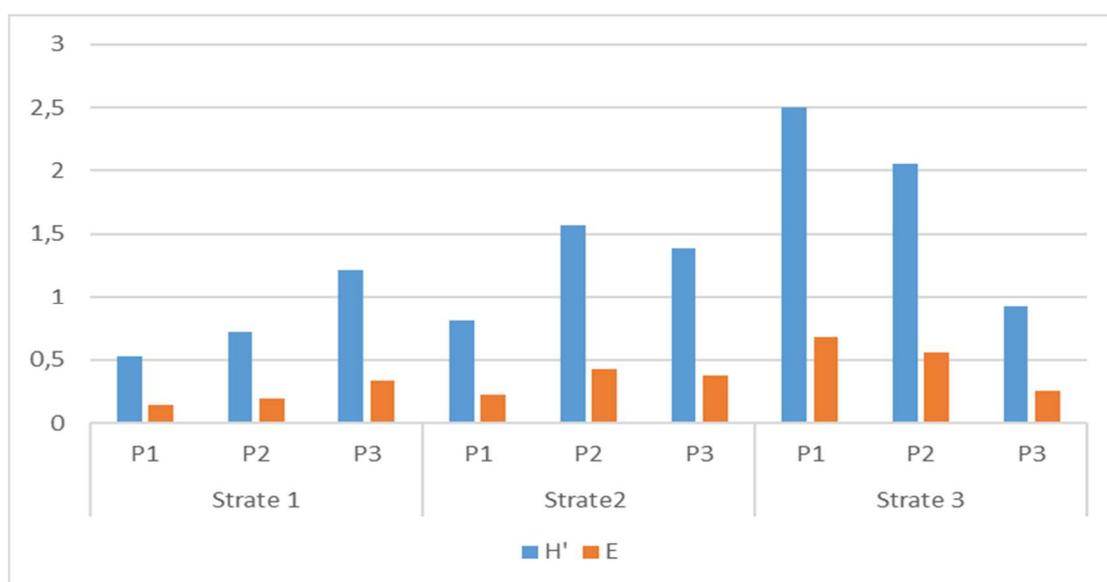


Figure 33 : Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Equitabilité (E) pour les trois strates (ST1, ST2, ST3) de l'échantillonnage en fonction des profondeurs (P1, P2, P3)

Selon la figure 32, nous remarquons une diversité plus importante dans la troisième strate, et elle diminue en se rapprochant de la source de pollution (strate 1).

Selon la figure 33, les valeurs les plus élevées de l'indice de Shannon-Weaver (H') sont enregistrées dans la troisième strate, première et deuxième profondeur avec des taux de 2.49 et 2.02 respectivement, ces valeurs ont subi une diminution importante jusqu'à 0.81 et 0.52 dans la première profondeur de la deuxième et la première strate respectivement.

L'indice de l'Équitabilité (E) est inférieur à 1 avec des valeurs maximales de 0.67 et 0.55 enregistré dans la première et deuxième profondeur de la troisième strate respectivement, cet indice est moins important dans les premières profondeurs de la première et deuxième strate avec des valeurs de 0.14 et 0.21 respectivement.

4. La composition floristique globale

Au niveau de chaque strate nous avons échantillonné et identifié les différentes espèces floristiques existantes.

Le tableau ci-dessous représente les différentes espèces végétales existantes. Qui sont notés soit par leurs présences ou leurs absences dans les différentes strates d'échantillonnage.

Tableau 12 : Espèces végétales échantillonnées au niveau de la zone d'étude

Espèces	1er strate	2em strate	3em strate
Souchet rond (<i>Cyperus rotundus</i> L)	+	+	-
Pain blanc (<i>Lepidium draba</i> L)	-	+	-
Laiteron délicat (<i>Sonchus tenerrimus</i> L)	-	+	-
Myrte commun (<i>Myrtus communis</i> L)	-	+	+
Torilis des champs (<i>Torilis arvensis</i> L)	-	+	+
Crépide à vésicules (<i>Crepis vesicaria</i> L)	-	-	+
Oseille crépu (<i>Rumex crispus</i> L)	-	-	+
Soucie des champs (<i>Calendula officinalis</i>)	-	-	+
Avoine animée (<i>Avena sterilis</i> L)	-	-	+
Dactyle aggloméré (<i>Dactylis glomerata</i> L)	-	-	+
Mauve à petites fleurs (<i>Malva parviflora</i>)	-	-	+

+ : présence de l'espèce

- : absence de l'espèce

D'après le tableau 12, nous constatons qu'il existe une nette différence dans la diversité des trois strates d'étude, la plus diversifiée est la troisième avec 08 espèces, suivi par la deuxième avec 05 espèces, et en derniers la première strate avec une seule espèce ; ce qui signifie que le grignon d'olive a un effet phytotoxique qui se diminue en s'éloignant du tas.

5. Valorisation de grignon d'olive par compostage

Au bout de trois mois de compostage, le taux de pH de compost s'est stabilisé, et on remarque la présence d'une grande communauté de vers de terre dans les trois tas de compost (Figure 34), signes de leur maturité et donc fin de processus de compostage. A ce niveau le compost présente un aspect morphologique différent de l'initial. A savoir une réduction importante de taille (figure 35 et 36) et l'odeur du grignon d'olive a disparu.



Figure 34 : Vers de terre dans la dernière semaine de compostage (photo originale, 2021)



Figure 35 : Taille du tas de compost dans la première semaine du compostage

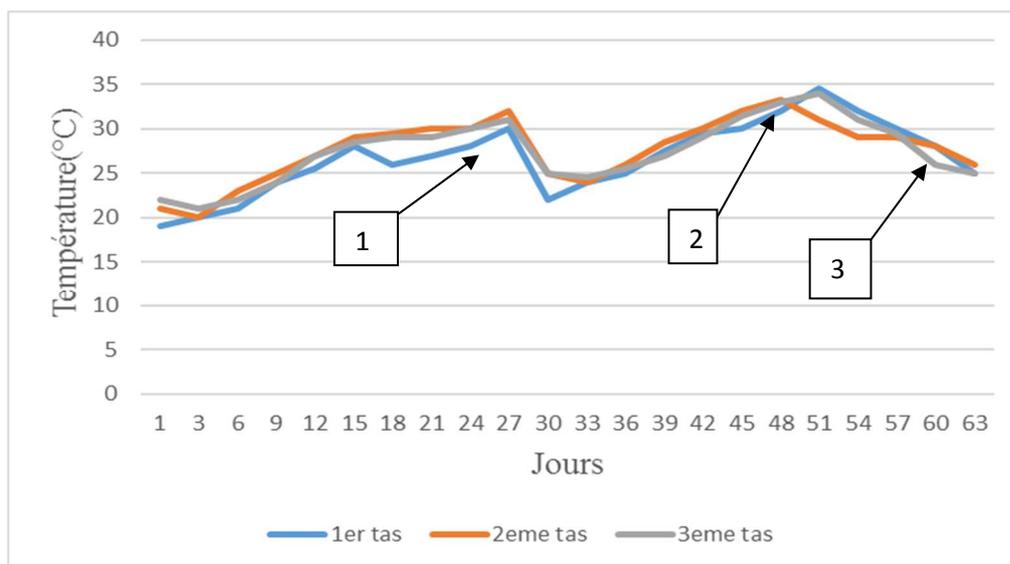


Figure 36 : Taille du tas de compost après 9 semaines

3.1. Paramètre du compostage

3.1.1. Température

Les températures enregistrées durant le compostage sont représentées dans la figure 37.



1: phase mésophile

2: phase thermophile

3: phase thermophile

Figure 37 : Variation des températures des trois tas de compost

Les températures maximales sont enregistrées pendant la phase thermophile, dans chaque tas sont comme suite 34,5°C pour le premier tas, 31°C pour le deuxième, et 34°C pour le troisième.

La température augmente rapidement dans les trois tas dès le premier jour (phase mésophile), et subit une fluctuation jusqu'au 27^{ème} jour où la température enregistre une baisse nette qui avoisine la température extérieure. Les températures maximales sont atteintes dans la 51^{ème} jour (phase thermophile), une baisse nette est observée à partir de ce jour (phase de maturation).

3.1.2. Potentiel d'Hydrogène

Les résultats de l'évolution du pH des trois tas de compost sont représentés dans la figure 38.

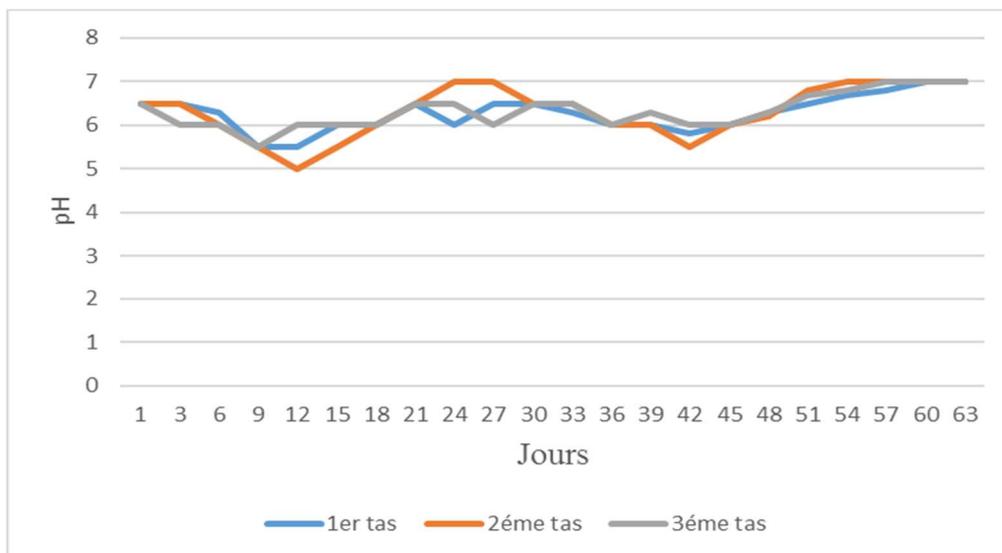


Figure 38 : Evolution du pH des trois tas de compost

La figure 38 montre que le pH dans les trois tas varie du début jusqu'à la fin. Au début du processus, le pH enregistré au niveau des trois tas se rapproche de la neutralité (pH=6.5), à partir du 9^{ème} jour, le pH est devenu légèrement acide (pH=5.5). A partir du 12^{ème} jour le pH augmente une seconde fois pour atteindre pH=6.5 dans le premier tas, pH=7 dans le deuxième et pH=6 dans le troisième. A partir du 45^{ème} jour le pH tend à augmenter progressivement vers la neutralité.

➤ Mesure du pH final

La valeur du pH final égale à : pH=7.8 pour le premier tas, pH=7.6 pour le deuxième et le troisième tas, elle tend vers la neutralité.

3.1.3. Humidité

L'estimation du taux d'humidité s'est fait par le test de poignée, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant

Tableau 13 : Résultats de test de la poignée pour l'évolution de l'humidité du compost

Jours	1 ^{er} tas	2 ^{ème} tas	3 ^{ème} tas	Arrosage
1	**	**	**	-
3	**	**	**	-
6	**	**	**	-
9	**	**	**	-
12	**	**	**	-
15	*	*	*	-
18	S	S	S	+ (eau)
21	**	**	**	-
24	*	*	*	-
27	S	S	S	+ (eau)
30	**	**	**	-
33	**	**	**	-
36	**	**	**	-
39	**	**	**	-
42	**	**	**	-
45	**	**	**	-
48	*	*	*	-
51	S	S	S	+ (eau)
54	*	*	*	-
57	S	S	S	+ (eau)
60	**	**	**	-
63	S	S	S	+ (eau)

* : peu humide

** : humide

S : sec

+ : arrosage

- : pas d'arrosage

Le tableau 13 montre que les composts ont une très bonne humidité pendant les deux premières semaines du processus cela est dû à la nature et la composition des déchets mis à composter (fruit et légumes) qui contiennent une forte teneur en eau, et aussi par une production d'eau par des réactions de biodégradation de la matière organique.

A partir de la troisième semaine, le test de poignée nous révèle une baisse du taux d'humidité cela est due à la présence des fragments de noyaux d'olive de nature dure ce qui confère une texture facilitant l'infiltration de l'eau.

II. Discussion

1. Analyses physiques, chimiques, biologiques et écologiques

Notre étude nous a permis de mettre en évidence l'effet de grignon d'olive sur la pédofaune vu son importance dans l'écosystème, néanmoins, ces organismes sont sujets à de nombreux

facteurs environnementaux du sol qui influencent leur survie, développement, et migration particulièrement le pH, la salinité, l'humidité, la matière organique et le rapport C/N, ainsi que les propriétés physiques tels que l'aération, la texture et la structure. L'hétérogénéité des micros-habitas du sol est déterminée par le climat, les propriétés physiques et chimiques du sol, par la compétition inter et intra-spécifique et la capacité de dispersion.

- Bien que le pH des grignons d'olive est basique, il modifie légèrement le pH du sol et diminue en s'éloignant de la source de pollution, cela peut être expliqué par le pouvoir tampon des carbonates de calcium de ces mêmes sols (Levi-Menzi et al., 1992). Dubois (1991), rapporte que les sols calcaires présentent des pH allant de 7 à 8.5, ceci coïncide avec nos résultats.
- En vue de nos résultats sur la conductivité électrique, nous constatons que la pollution par les grignons d'olive augmente la salinité du sol, En effet la salinité de la première strate est plus importante que la dernière, cela peut être expliqué par rapport à l'éloignement de cette dernière de la source de pollution (tas du grignon).
- L'humidité hygroscopique élevée obtenue s'explique par la teneur importante en matière organique du grignon d'olive (Sansoucy, 1984).
En effet l'humidité de la première strate est plus importante que la dernière strate, plus éloignée de la source de pollution (tas du grignon).
- Les valeurs élevées de la matière organique en sol pollué par le grignon peuvent être expliquées par la teneur des grignons en matières grasses (8 à 15%), et en huile riche en acide gras (1.052 Kg/100 Kg d'olive) (Nefzaoui, 1984.; Hammadi, 2006). Cette teneur élevée est accompagnée par une teneur importante en Carbone organique, cela peut être expliqué par un apport externe. En effet le taux de Carbone et matière organique de la première strate est plus important que la dernière.
- Nos résultats révèlent que les sols sont très riches en azote, cela peut être expliqué par la teneur importante de grignon d'olive en matière azotée (5 à 10%) et en matière minérale présentes est sous forme de Nitrate (NO_3^-) et d'Ammonium (NH_4^+) (3 à 5%) (Nefzaoui, 1984).
- Le rapport C/N est très élevé dans les deux premières strates, cela peut être expliqué par la teneur importante de grignon d'olive en matière azotée. Le rapport C/N est un indicateur de l'activité biologique des sols et le degré d'évolution de la matière organique et le potentiel de fourniture d'azote par le sol (minéralisation), sa

diminution en s'éloignant du tas de grignons indique une activité biologique importante (LCA, 2008).

- Par conséquent, la diminution du rapport C/N, qui sont deux éléments essentiels et indispensables à la survie et l'activité des êtres vivants (animaux et végétaux), en se rapprochant de la troisième strate, indique une augmentation de l'activité biologique, ce résultat est confirmé par l'abondance et la richesse de la pédofaune inventoriée dans cette dernière par rapport aux deux premières strates. .
- En outre, nous avons remarqué l'absence totale de la macrofaune plus particulièrement la communauté des Lombrics (vers de terre), qui ont un intérêt agronomique très important (aération du sol, brassage des éléments, amélioration de la structure, et dégradation de la matière organique) (Métral, 2005). Cette absence est due aux conditions défavorables pour son développement et son habitat, et peut être expliquée par l'excès de matière organique apportée par l'huile de grignon d'olive (Nitrates et Phosphate) et le pH basique ce qui a rendu le milieu réducteur à l'activité biologique (Koller, 2004).
- Ces variations en caractère physique, chimique et biologique des sols sont corrélées positivement avec le couvert végétal.

2. Compostage

- La présence des lombrics (vers de terre) dans le compost de grignons d'olive accélèrent le taux de minéralisation et indiquent que ce derniers est en stade d'humification et maturité (Albanell *et al.*, 1988 ; Orozco *et al.*, 1996).
- Au cours du compostage, trois phases de température sont distinctes, ceci est en accord avec les résultats de plusieurs auteurs (Mustin, 1987 ; Vlyssides *et al.*, 1996 ; Slimani et chemim, 2018).
- La phase mésophile correspond à une forte activité microbienne, ce qui engendre une montée de température (Mustin, 1987).
- Dans la phase thermophile seulement les bactéries thermorésistantes sont présentes pour dégrader la matière organique, une forte augmentation de température est observée (Mustin, 1987 ; Znaidi, 2002).
- Nous avons enregistré des températures maximales dans la phase mésophile et thermophile de 32 à 34°C, ces valeurs différent légèrement à celles trouvé par Slimani et Chemim en 2018 (30 à 48°C).

- Dans la phase de maturation les températures commencent à diminuer pour atteindre une température qui avoisine la température extérieure, ces résultats coïncident avec le travail de Slimani et Chemim (2018) et Vlyssides et *al.*, (1996).
- Au début du processus du compostage, les pH des composts varient entre acide et alcalin d'après Morel et *al.*, 1986 et Sundberg et *al.*, 2004, ceci est en accord avec nos résultats.
- Durant la phase mésophile le pH devient acide (Bernal et *al.*,1996).

Les objectifs de notre travail étaient double, d'une part, évaluer l'effet de la mise en stock des grignons d'olive sur quelques propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol ; d'autre part, résoudre cette problématique en proposant une solution durable qui est la valorisation de ce déchet par la technique du compostage.

Le sol de la station de Makouda est un sol modérément calcaire. Tous les paramètres que nous avons étudié ont été modifiés sous l'influence des grignons d'olive, mais dans des proportions minimales.

Par ailleurs, les analyses effectuées sur le sol des trois strates d'échantillonnage ont montré que le grignon d'olive modifie les facteurs abiotiques de ce dernier, en effet, nous avons constaté une modification dans l'ensemble des paramètres physiques et chimiques. Les grignons d'olive ont permis une légère alcalinisation des sols accompagnée par une augmentation de la conductivité électrique, ainsi qu'une élévation dans les taux d'humidité hygroscopique. Par son apport en matière nutritives, des taux élevés de carbone, matière organique et azote ont été enregistrés. Il est à noter que ces paramètres diminuent en s'éloignant de la source de pollution (allant de la première jusqu'à la troisième strate).

Les résultats de la pédofaune nous ont permis d'identifier les ordres présents dans les différentes strates d'étude, en se basant sur les caractères morphologiques. Le grignon d'olive semble influé sur la répartition de cette faune en agissant sur les paramètres physiques et chimiques du sol. Ainsi sur le couvert végétal du site, nous avons observé une richesse importante en espèce dans la troisième strate, tandis que la première présente uniquement une seule espèce.

Nous avons noté également un nombre d'ordre important au niveau de la troisième strate en comparaison avec celle de la première et la deuxième, aussi, nous avons remarqué l'existence de deux gradients de pollution en fonction de différentes profondeurs (allant de 0 à 10 cm ; 10 à 20 cm et de 20 à 30 cm) et de l'éloignement, qui se traduit par une hétérogénéité dans la distribution faunistique.

Dans la deuxième partie, nous avons porté notre attention sur une valorisation agronomique de grignon d'olive en tant que fertilisant en recyclant sa matière organique par compostage. Le processus a duré près de trois mois durant lesquels nous avons suivi le pH et la température d'une façon hebdomadaire.

Dans le cadre d'une industrie oléicole durable, soucieuse de l'aspect écologique et environnementale, il est nécessaire de prendre quelques précautions afin de protéger le sol et sa biodiversité, et mettre en valeur le grignon d'olive. Pour cela, il est utile de suggérer les recommandations suivantes :

- Etablir une réglementation stricte, avec contrôle pour les propriétaires des huileries ;
- Respecter les normes recommandées pour l'environnement imposé par les guides de production de qualité ;
- Installation au moins d'une unité de récupération et de valorisation de grignon d'olive au niveau de chaque région, dans le but de diminuer leur forte charge polluante et leur toxicité ;
- Interdiction de la mise en stock des grignons d'olive dans les milieux naturels avant leur traitement ;
- Mettre en valeur le compost fait à base de grignons d'olive et de déchet organique, et inciter les utilisateurs des engrais chimiques à remplacer ces derniers par des engrais naturels.

Pour assurer la réalisation de ces recommandations, il est très nécessaire de mettre l'accent sur l'éducation et la sensibilisation de la population par les moyens d'information afin qu'elle puisse prendre conscience de l'importance de l'écosystèmes et du maintien de sa qualité, pour le bien de génération actuelle et future, ce qui répond au principe du développement durable.

Ce travail doit être compléter par :

- Une étude physique approfondie du sol portant sur la densité, la porosité, et le bilan hydrique ;
- Etude de la biomasse microbienne et fongique ;
- Associer les margines avec les grignons d'olive en compostage afin d'augmenter leur valeur fertilisante, et limiter l'utilisation d'engrais chimique.

- **Addou A., (2009).** Traitement des déchets, valorisation, élimination. Ed ellipses. 284p.
- **ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maitrise d'Energie), (2012).** Le compostage.
- **Albanell E., Plaixats J., and Cabrero T., (1988).** Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biology and Fertility of Soils.* 6 : 266-269.
- **Bachelier G., (1963).** La vie animale dans les sols. Ed. O.R.S.T.O.M, Paris, France. 279 p
- **Benyahia N et Zein K., (2003).** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solution récemment développées. Contribution spécial e de Sustainable Business Associates (suisse) à SESEC II.
- **Bernal M-P., Navarro A-F., Roig A., Cegarra J., and Garcia D., (1996).** Carbon and nitrogen transformation during composting of sweet sorghum bagasse. *Biology and Fertility of soils.* 22 : 141-148.
- **Boukria A., (2018).** Thèse de doctorat ; Valorisation des déchets ménagers et des grignons d'olive par dégradation anaérobie et production du compost et de biogaz. P 133.
- **BROMBET H., et SOMAROO G., (2015).** Les techniques de compostage de déchets d'origine naturelle en Afrique et dans les Caraïbes. Plateforme Ressources. Burkina Faso, 12 p.
- **Calvet R., (2003).** Le sol. Propriétés et fonction I et II. France Agricole (Ed), Paris, 455p.
- **CSRE., (2003).** Gestion des sols et apports de déchets organiques en Bretagne, 53 P.
- **D.S.A de Tizi-Ouzou., (2021).** Direction des services agricoles. Statistiques Oléicoles (2021).
- **Damien D., (2009).** Guide du traitement des déchets. 5ème édition. Dunod. 439 p.
- **Delville L P., (1996).** Gérer la fertilité des terres dans les pays du sahel. 397 P.
- **Desachy C., (2001).** Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique, Ed. TEC et DOC, Paris. (5, 6, 21,29p).
- **Dorban N., (2004).** Gestion des déchets solides urbains dans le cadre du développement durable : cas de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de magistère en économie. U.M.M.T.O.
- **Dubois P., (1991)** Rapport d'analyses concernant la teneur en métaux lourds des sols de la décharge des « Abattes ». France.
- **Duchaffour P., (2001).** Introduction à la science du sol. Sol, Végétation, Environnement, 6em édition. Paris, p64.

- **Dupriez N., et Leener R., (1987).** Jardin et verger d'Afrique. Edition, Terre et vie, Belgique, 354p.
- **Eric Blanchart., Patrick Lavelle., Agnès Richaune-Jolion., Jacques Berthelin., Gilles Grolleau., Stéphane de Cara., (2010).** « *La vie caché des sols* », 380p.
- **Fiesta Ros d'Ursinos J.A., (1981).** Différentes utilisations des margines. Actes du Séminaire International sur la valorisation des sous-produits de l'olivier. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO).93-110.Tunisie.
- **Fiestas Ros de Ursinos J.A., Et Borja R., (1992).** Use and treatment of olive mill wastewater: Current situation and prospect in Spain. *Grasas y Aceites*, 2: 101-106.
- **Francou C., (2003).** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : influence de la nature des déchets et du procédé de compostage : Recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat. Institut national d'agronomie Paris. P 244.
- **Girad M.C., Water C., Remy J.C., Berthelin J. et Morel J.L., (2005).** Sol et environnement. Dunod (Ed). 816p.
- **Gobat J.M., Arago M. et Matthey W., (2010).** Le sol vivant. 3^{em} édition. PPUR, Lausanne, 817p.
- **Hammadi C., (2006).** Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. Département des sciences Alimentaires et nutritionnelles. IVA Hassan II, Rabat.
- **Hatik CH., (2014).** Proposition de scénarios de gestion raisonnée des déchets en vue de leur valorisation énergétique. Thèse de doctorat en Environnement et Génie Urbain, Université de la Réunion. 73p.
- **Houot S., Francou C., Liners M., et Le Vilio M., (2002).** Gestion de maturité des composts : conséquences sur leurs valeurs amendant et la disponibilité de leurs Azote-seconde partie. Echo MO 35.P 3-4.
- **Koller E., (2004).** Traitement des pollutions industrielles. Eau Air. Déchets. Sols. Boues. Edit. DUNUD.pays277-345p.
- **Lakroun A., (1995).** Etude d'aménagement et d'entretien de la rivière de haut Sebao (Grande Kabylie). Approche et méthodologie en vue de la protection contre la pollution, l'augmentation des potentialités en eau et la raréfaction des terres agricoles. Thèse Magister U.M.M.T.O :157p.
- **LCA., (2008).** Guide pratique : comprendre et utiliser les analyses agro-environnementales.

- **Levi-Menzi R., Saviozzi R., Riffaldi A.R et Falzo L., (1992).** L'épandage aux champs des margine. Effet sur les propriétés du sol. *Olivae*. 40, 20-25.
- **Lounaci A., (2005).** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou). Thèse de Doctorat d'état, U.M.M.T.O : 206p.
- **Mathieu C et Pieltai F. (2003).** Analyse chimique des sols. Ed TEC et DOC, Lavoisier. 382p.
- **Métral R., (2005).** Etude de la diversité de la pédofaune **dans** les systèmes agroforesteries. Programme CAS DAR Agroforesterie 2006/2008. Recherche et développement. Montpellier.
- **Michaud L., (2007).** Tous sur le compost : le connaitre, le faire et l'utiliser. Québec : Litho Chic, 212p.
- **Morel J-L., Guckert A., Nicolardot B. ; Benistant D., Catroux G. et Germon J-C., (1986).** Etude de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et de la stabilité biologique des ordures ménagères au cours du compostage. *Agronomie, EDP Science*, 1986, 6 (8), pp. 693-701.
- **Morency P., (2006).** Le compostage facilité : Guide sur le compostage domestique. Ed NOVA Envirocom. P112.
- **Mustin M., (1987).** Le compost : gestion de la matière organique. 954 p.
- **Nefzaoui A., (1988).** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits. In : Allaya M (ed). *L'économie de l'olivier*. Paris : CIHEAM, 1998 p. 153-173 (options Méditerranéennes : série Etudes ; n. 1988-V).
- **Nefzaoui A., (1991).** Valorisation des sous-produits de l'olivier. In Tisserand J.-L. (ed), Alibé X. (ed). *Fourrage et sous-produits méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 1991. P 101-108 (options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 16)
- **Nefzaoui A., (1984,1985)** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par valorisation optimale des sous-produits. Option méditerranéennes 157.
- **O.N.M., (2021).** Données de températures de l'Office National des météorologies, station régional de Tizi-Ouzou, document O.N.M.
- **ONAGRI., (2020).** Le marché de l'huile d'olive au niveau national et mondial et mécanismes de régulation. Observatoire National d'Agriculture. Tunisie. P 8.
- **Oroczo S-H Cegarra J., Trujillo L-M., and Roig A., (1996).** Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and fertility of Soils*. 22 : 162-166.

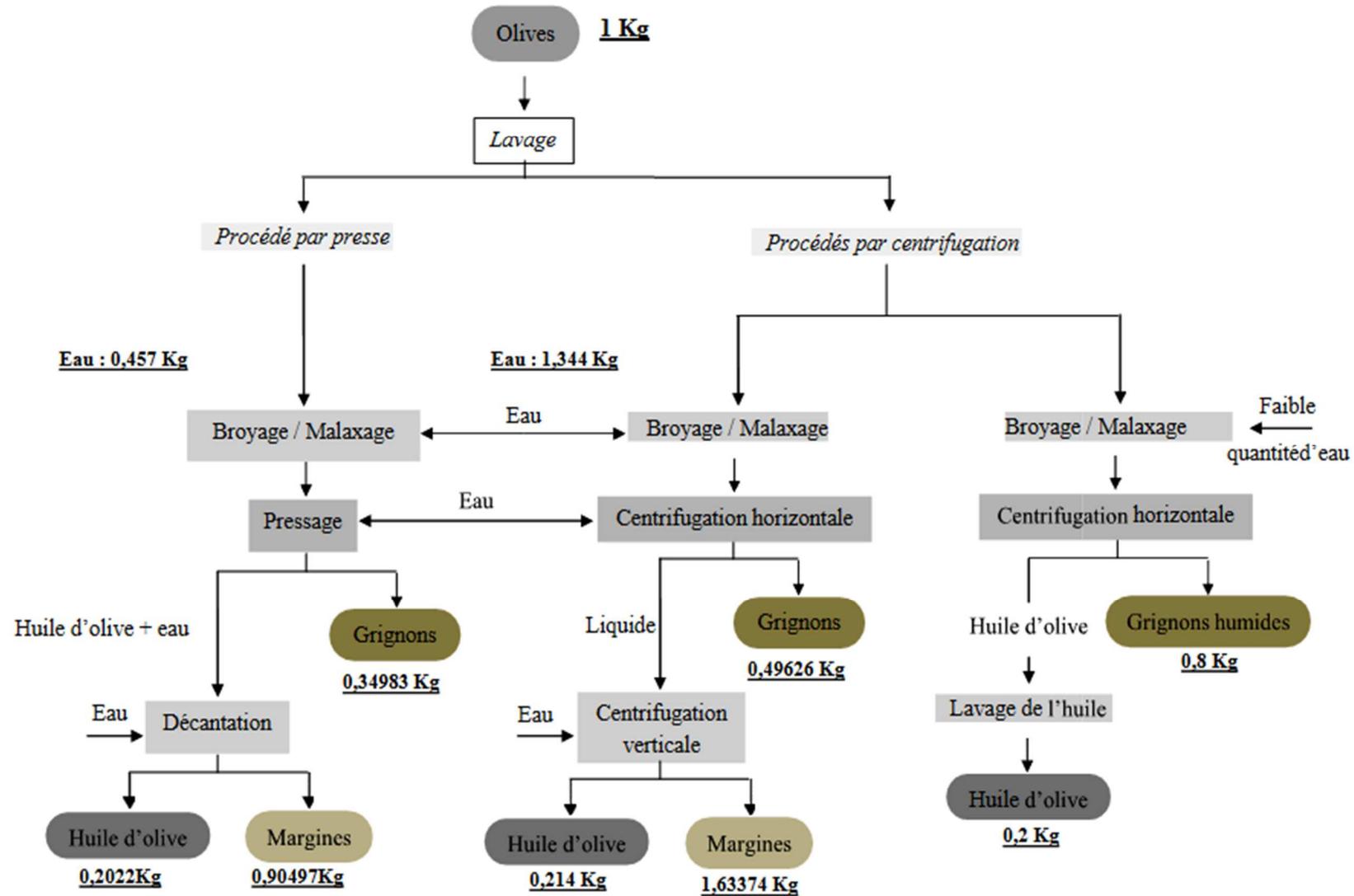
- **Renalli A., (1991).** The effluent from olive mills. Proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation. *Olivae*, 37, 30-39.
- **Sansoucy R., (1984).** Utilisation des sous produits d'olivier en alimentation animal dans le bassin méditerranéen. F.A.O. Production et santé, cahier N°43.
- **Seltzer P., (1946).** Le climat de l'Algérie. Ed. Carbonel, Université d'Alger, 219p.
- **Slimani R., et Chemim F., (2018).** Gestion des déchets dans la résidence universitaire Ex-Haibtat et essai de valorisation des bio-déchets par compostage. Mémoire de master en biologie à l'UMMTO. 62 p.
- **Sotamenou J., (2010).** Le compostage : une alternative soutenable de gestion publique des déchets solides au Cameroun. Thèse de doctorat de l'université de Yaounde II, Cameroun. 364p.
- **Sundberg G., Smars S., and Jonsson H., (2004).** Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic phase in composting. *Bio resource Technology*. 95: 145-150.
- **Trigui A., (2008).** Etude en vue d'élaboration d'un plan d'action pour l'utilisation énergétique des sous-produits de l'oliveraie en Tunisie. PNUD-Tunisie. Projet (00058135).
- **Tsagariki E, Harris N, Lazarides, et Kenstantinos B. P., (2007).** Olive mill wastewater treatment. *Springerlink*, 133-157.
- **Vlyssides A-G., Bouranis D-L., Loizidou M. and Karvouni G., (1996).** Study of a demonstration plant for the co-composting of olive-oil-processing wastewater and solidresidue. *Bioresource Technology*. 56 : 187-193.
- **Yakoub B., (1996).** Le problème de l'eau en grande Kabylie. Université de Tizi-Ouzou. 2008p.
- **Znaidi I.E.A., (2002).** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de compost biologique sur les maladies des plantes. Mémoire de master en biologie de l'UMMTO. 104p.

Autres références

- **(Anonyme 1., 2012).** Révision P.D.A.U de Makouda : plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.
- **(Anonyme 2., 2021).** Subdivision agricole de Tizirt.
- **(Anonyme 3., 2019).** <http://fr.wikipedia.org/wiki/agouni-Hamiche>

Annexe

Annexe 1 : Les différents systèmes d'extraction d'huile d'olive



Annexe

Annex2 : Température en °C et moyennes mensuelles de la station de Tizi-Ouzou durant la période (2012-2019) (O.N.M de Tizi-Ouzou)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
M	16,04	15,9	18,3	22,7	25,6	31,8	35,9	34,9	31,6	28	20,35	17,1
m	6,73	6,6	8,6	11,3	15,5	17,7	21,3	22,2	19,3	15,9	11,4	8,13
(M+m)/2	11,39	11,25	13,45	17,00	20,55	24,75	28,60	28,57	25,45	21,95	15,88	12,62
M-m	9,31	9,3	9,7	11,4	10,1	14,1	14,6	12,7	12,3	12,1	8,95	8,97

M : les moyennes des températures maximales en (°C) ;

m : les moyennes des températures minimales en °C ;

(M+m) /2 : la moyenne des températures maximales et minimales en °C

M-m : l'écart de températures entre les températures moyennes maximales et les températures moyennes minimales en (°C).

Annexe 3: Les températures maximales (M) et minimale (m) en (°C), de la station de Makouda durant la période (2012-2019) après extrapolation.

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
M	12,92	12,8	15,18	19,6	22,48	28,68	32,78	31,8	28	24,4	17,23	13,98
m	4,95	4,82	6,82	9,5	13,72	15,92	19,52	20,4	17,52	14,12	9,62	6,35
(M+m)/2	8,94	8,80	11,00	14,55	18,10	22,30	26,15	26,12	22,76	19,26	13,43	10,17
M-m	7,97	7,96	8,36	10,06	8,76	12,76	13,26	11,4	10,48	10,28	7,61	7,63

Annexe 4 : les précipitations moyennes mensuelles (mm) enregistré à Makouda pour la période 1972-2010.

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEP	OCT	NOV	DEC
p/mm	129,3	110,3	92,7	75,6	43,1	8,9	4,2	7,2	36,3	66,1	103,2	148,2
Total	825,64											

Source : A.N.R.H de Tizi-Ouzou (Zamoum, Yakoubi ; 2013)

Annexe 5 : les précipitations saisonnières pour la région de Makouda durant la période (1972-2010).

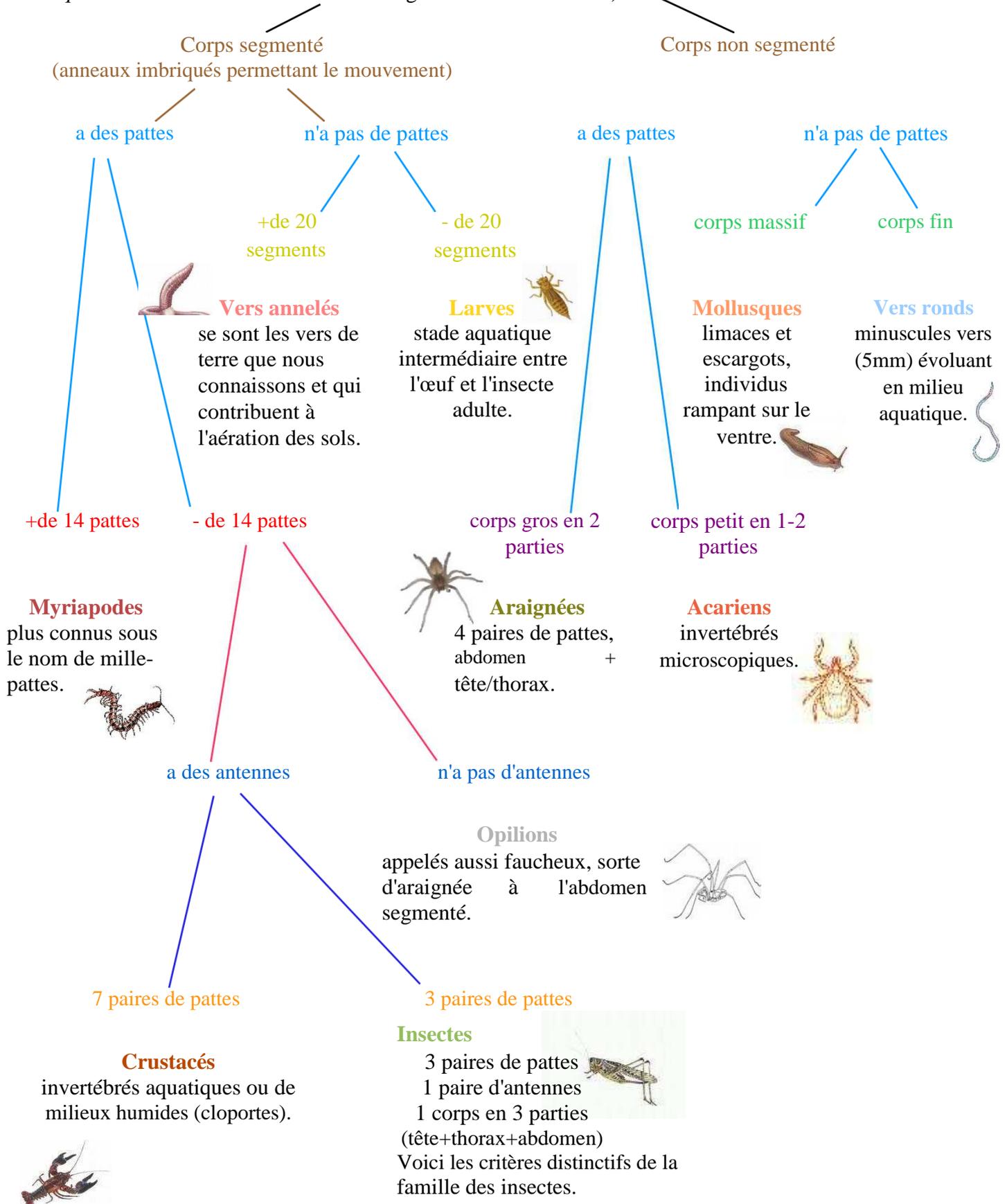
saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Précipitation	387,95	211,53	20,43	205,73
Taux %	46,99	25,62	2,47	24,92

Annexe 6 : Clé de détermination des insectes



Invertébrés:

Être vivant comportant un *exo-squelette* (carapace) protégeant les organes vitaux (différent du *squelette interne* des vertébrés où les organes sont fixés autour).



Annexe 7 : Mode opératoire de différentes analyses physiques et chimiques

1. Humidité hygroscopique

- Peser dans des béchers, préalablement taré, un poids 5g du sol de chaque échantillon ;
- Porter les béchers à l'étuve pendant 24h à 105 °C ;



Figure : Etuve au niveau de laboratoire de pédologie à l'INRF

- Retirer les béchers de l'étuve et les laisser refroidir ;
- Repeser.

2. pH

- Peser dans un bécher 20g du sol de chaque échantillon ;
- Ajouter 50 ml d'eau distillé ;
- Agiter et laisser en contact pendant 30 min ;
- Faire passer l'échantillon au « pH-mètre » ;
- Faire la lecture directe.

3. Conductivité électrique

- Préparer dans un bécher 10 g du sol tamisé ;
- Ajouter 50 ml de l'eau distillé ;
- Agiter et laisser reposer pendant 30 mn ;
- Faire passer l'échantillon au « curvimètre ».

4. Dosage du Carbone organique

- Peser 0.5 g du sol ;
- Mettre la prise d'essais dans un ballon de 250 ml ;
- Ajouter 10 ml de solution de bichromate de potassium (0.2 N) ;
- 15 ml de solution d'acide sulfurique concentré ;
- Couvrir le ballon d'un verre de montre ;
- Porter le ballon sur un chauffe ballon ; (bain de sable)
- Après la chute de la première goutte d'eau, compter 5 minutes et retirer le ballon ;

Laisser refroidir ;

- Transvaser le contenu du ballon dans une fiole jaugée de 100 ml et ajuster à 100 avec de l'eau distillée ;
- Pipeter 20 ml de la solution et transvaser dans un bécher en verre de 400 ml ;
- Ajouter ; 200 ml d'eau distillée ; 1.5 g de NaF ;
- Ajouter 3 à 4 gouttes de solution de diphénylamine ;
- En agitant, titrer l'excès de bichromate avec le sel de Mohr jusqu'à obtention d'une couleur bleu verte.

5. Dosage de l'Azote total

5.1 Minéralisation

- Peser de la terre fine (1g pour les litières, 2,5 à 5 g pour l'horizon A sous forêts ou prairies) passée au tamis de 0,2mm ;
- L'introduire dans un matras de Kjeldahl de 500ml ;
- Ajouter 20ml environ d'eau distillée. Laisser en contact pendant 30 minutes ;
- Homogénéiser par agitation ;
- Ajouter 10g de K_2SO_4 , 1g de $CuSO_4$ et 0,1g de sélénium, (catalyseur) ;
- Ajouter 30ml de H_2SO_4 concentré,
- Porter à la rampe d'attaque, sous hotte bien ventilée ; chauffer d'abord à feu doux, puis à feu vif jusqu'à obtention d'un liquide incolore. L'opération peut demander plusieurs heures.

Annexe

Chauffer encore pendant 20 à 30 minutes après la décoloration. La matière organique est alors totalement détruite et tout l'azote se trouve à l'état de sulfate d'ammoniaque.

5.2 Distillation et dosage

- Introduire 20 ml de l'extrait dans le flacon de distillation de l'appareil de Buchi ;
- Ajouter quelques gouttes de rouge de méthyle ;
- Neutraliser à la soude à 40% (apparition de la couleur bleue : précipitation d'hydrates de $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Utiliser 30 ml de NaOH 10N ;
- Mettre 20 ml de H_3BO_3 contenant l'indicateur mixte dans un erlen et l'installer sous le collecteur du distillat (le bout du collecteur doit plonger dans l'acide borique) ;
- Mettre en marche la distillation jusqu'à l'obtention d'un volume du distillat de l'ordre de 10 à 20 ml (le volume de la solution de H_3BO_3 sera de 30 à 40 ml). Rincer le collecteur à l'eau distillée et récupérer la solution de rinçage ;
- Titrer à H_2SO_4 0,05N jusqu'au virage du vert au rose. Noter le volume utilisé (V_1) ;
- Titrer 20 ml de H_3BO_3 contenant l'indicateur mixte avec à H_2SO_4 0,05 N jusqu'au virage du vert au rose. Noter le volume utilisé (V_2) pour le témoin.

6. Dosage de Calcaire total

- Remplir le calcimètre de solution de chlorure de sodium saturée ;
- Introduire 0.3g de Carbonate de calcium pur, ajouter un peu d'eau distillée ;
- Introduire 15ml de HCL , boucher l'appareil en s'assurant que le liquide est bien au zéro de l'échelle graduée
- Mettre en contact le HCL et CaCO_3 en agitant énergétiquement ;
- Déplacer l'ampoule mobile de façon à ce que les niveaux de liquide soient toujours les mêmes dans le tube et dans l'ampoule ;
- Faire la lecture lorsque le niveau de liquide est stable ;
- Recommencer la même opération en remplaçant le CaCO_3 par 1g de sol.

Annexe

Annexe 8 : Les normes utilisées pour l'interprétation des résultats des analyses physiques et chimiques

➤ **Normes de pH (Baize et Jabiol 1998) :**

- pH < 3,5 : Hyper-acide
- 3,5 < pH < 4,2 : très acide
- 4,2 < pH < 4,2 : Acide
- 5,0 < pH < 6,5 : Faiblement acide
- 6,5 < pH < 7,5 : Neutre
- 7,5 < pH < 8,7 : Basique

pH < 8,7 : Très basique

➤ **La conductivité électrique (CE) (mmhos/cm)**

- CE < 2 : Non salé
- 2 < CE < 4 : Peu salé
- 4 < CE < 16 : salé
- 8 < CE < 16 : Très salé
- CE > 16 : extrêmement salé

➤ **Norme du calcaire total (%) du sol (Mahwachi, 2008)**

- < 1 : Non calcaire
- 1 à 5 : Peu calcaire

5 à 25 : Modérément calcaire

Ca Co3 25 à 50 : fortement calcaire.

50 à 80 : Très fortement calcaire.

> 80 : excessivement calcaire.

➤ **Rapport C/N (LCA, 2008)**

6	8	9	10	11	12	14	>14
Très faible	Faible	Normal			Légèrement élevé	Élevé	Très élevé
Sol à décomposition rapide de la matière organique.		Bonne décomposition de la matière organique.			l'activité biologique est réduite ramenant à une décomposition lente de la matière organique.		

Annexe

➤ **Norme pour la matière organique (Calver et villiemin., 1986)**

Teneur en MO%	Interprétation	
MO < 1.4,	Sol très pauvre en matière organique	
1.4 < MO < 2	Sol pauvre en matière organique	
2 ≤ MO < 3	Argile < 22%	Sol bien pourvu en matière organique
	22% < Argile < 30%	Sol pauvre en matière organique
	Argile > 30%	Sol pauvre en matière organique
3 ≤ MO < 4	Sol bien pourvu en matière organique	
MO ≥	Teneur élevé en matière organique	

➤ **Normes pour l'Azote selon Kjeldahl, 1882.**

La teneur de l'azote total (‰)	0.5 à 1	1 à 1.5	1.5 à 2	≥ 2.5
Interprétation	Trop faible	satisfaisant	Un peu fort	Trop fort

Annexe

Annexe 9 : Indice de Shannon-Weaver (H') et l'Équitabilité (E) pour les trois strates de l'échantillonnage en fonction des profondeurs

Strates	profondeurs	H'	E
Strate 1	P1	0,528320834	0,142772447
	P2	0,721928095	0,195092516
	P3	1,217362045	0,328977672
Strate2	P1	0,811278124	0,219238303
	P2	1,568204585	0,423788713
	P3	1,383704658	0,373929793
Strate 3	P1	2,495958617	0,67450325
	P2	2,053043798	0,554810767
	P3	0,918295834	0,248158571

Résumé

L'extraction d'huile d'olive est associée à la production de deux sous-produits (grignons et margines), inexploités en Algérie et qui causent des problèmes de pollution majeurs. Les grignons sont souvent rejetés dans la nature ou stockés à proximité des huileries sans aucun traitement préalable. Les résultats obtenus montrent que le grignon d'olive modifie les caractères physiques et chimiques du sol et influencent directement la faune et la flore du sol, et affecte leurs densités, distributions, biomasses et leurs activités. Une solution a été adoptée pour pallier à cela qui est un recyclage de ce déchet par le compostage ayant pour finalité, la fertilisation organique du sol. Les résultats obtenus montrent qu'à la fin du compostage le pH de composte est stable et neutre jusqu'à légèrement alcalin.

Mots clés : sol, pollution, grignon d'olive, compostage, valorisation.

Abstract

The extraction of olive oil is associated with the production of two by-products (olive pomace and margins), unexploited in Algeria and which cause major pollution problems. The pomace is often rejected in nature or stored near the oil mills without any prior treatment. The results obtained show that the olive pomace modifies the physical and chemical characteristics of the soil and directly influences the soil fauna and flora, and affects their densities, distributions, biomasses and activities. A solution was adopted to overcome this, which is a recycling of this waste through composting with the aim of organic fertilization of the soil. The results obtained show, in the end of composting the pH of the compost is stable and neutral to slightly alkaline.

Key words: soil, pollution, olive pomace, composting, valorization.