

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

Université Saad Dahleb Blida -01-

Domaine : Faculté de Science de la Nature et de la Vie

Département : Biotechnologie et Agro-écologie



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master en Science Agronomiques

Spécialité : Système de production agro-écologique

**L'effet de la valorisation des déchets d'olivier sur
la dynamique de disponibilité des éléments majeurs
(N, P, K) pour l'amélioration des sols de la région de Mitidja**

Présente par :

OUAROU MAROUA

BOULAHIA YOUSRA

Devant les membres du jury :

- | | | | |
|----------------------|---------------|-------|-------------|
| • Président : | Dr ZOUAOUI.A | M.C.A | USD. Blida. |
| • Examineur : | Dr DEROUCHE.B | M.C.B | USD. Blida. |
| • Encadreur : | Dr CHELOUFI.R | M.C.B | USD. Blida. |

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

Avant toute chose, nous tenons à remercier le Dieu pour nous avoir donnée le courage et la patience pour faire ce travail.

Ce travail a été réalisé l'Université Saad Dahlab de Blida. Nous tenons à remercier de tous nos cœur les membres de la serre pour l'accueil qu'il nous a été réservé au sein de cette serre.

Je remercie mon encadreur Madame CHLOUFI.H maître de conférences à l'Université Saad Dahlab de Blida pour avoir accepté de me diriger patiemment, je le remercie pour la confiance qu'il m'a accordée. Et pour sa disponibilité, sa patience, et sa gentillesse durant mon travail.

Mes plus vifs remerciements vont aux membres du jury Monsieur le président ZOUAOUI.A et l'examineur Monsieur Derouiche.B qui ont accepté de lire et juger mon travail à la lumière de leur compétence notable dans ce domaine.

Nous tenons à remercier vivement mdm Mouas Y notre chef option pour ses efforts.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont travaillé, participé et aidé, de près ou de loin, à ma réussite cette mémoire

Dédicace

De profonds de mon cœur, je dédie ce travail à tous qui me sont chers.

A mes chers parents

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel et ma
considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon
instruction et mon bien être*

*Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vous me portez
depuis mon enfance et j'espère que vous bénédiction m'accompagne
toujours*

A mes merveilleux sœurs, Meriem, Sara, Yasmina, Ikram, Assala

Et mon frère Younes

*Pour son soutien moral et leur conseils précieux tous a long de mes
études*

A mon cher amie et binôme Yousra

Pour son entente et sa sympathie.

Merci pour tous les efforts partagés, les moments de réflexion.

Amel et Nada

*Avec laquelle j'ai partagé pleins de souvenirs, mais je ne garderai que
les bons grâce à ta patience, et je te souhaite une bonne continuation*

*"Merci à tous ceux qui étaient présents le jour de ma soutenance et
ont partagé ce moment de bonheur avec moi."*

MAROUA

Dédicace

Je dédie ce mémoire, avec tout mon amour et ma reconnaissance.

À mes chers parents

Qui ont toujours été un pilier dans ma vie.

*Merci pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices silencieux, vos
Prières sincères et votre foi en moi, même dans les moments où moi-*

Même je doutais.

C'est grâce à votre soutien et à vos valeurs que j'ai pu avancer.

À mon frère Housseem et à ma sœur Amina,

*vous qui m'avez toujours encouragée avec tendresse et bienveillance,
merci pour votre présence réconfortante, vos mots simples mais
puissants,*

et pour tout l'amour que vous me donnez chaque jour.

À mes amies proches Lina, Maroua

*Vous qui avez toujours cru en moi, merci pour votre amitié précieuse,
vos encouragements sincères*

YOUSRA

Résumé

Ce travail s'inscrit dans une démarche de développement durable visant à transformer un sous-produit agricole, le grignon d'olive, en un amendement organique utile à l'agriculture. L'étude évalue les effets de l'incorporation de ce déchet sur la fertilité du sol, à travers la libération des éléments nutritifs majeurs : l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K).

À travers une expérimentation menée en conditions contrôlées, nous avons comparé l'évolution de ces éléments dans un sol témoin et un sol enrichi en grignons.

Les résultats obtenus démontrent clairement que l'amendement organique à base de grignon favorise la minéralisation de la matière organique, accroît la disponibilité des nutriments majeur (NPK) et stimule l'activité microbienne du sol. Donc, la bio stimulation provoque significativement l'augmentation de libération de NO_3^- (284 ppm contre 265 ppm), K_2O et de P_2O_5 sous l'effet de ce sous-produit. Ces effets confirment l'intérêt agronomique de ce déchet, qui s'impose ainsi comme un fertilisant naturel efficace. Les résultats mettent en évidence le potentiel de ce sous-produit pour intégrer des approches écologiquement responsables tout en maintenant une efficacité productive.

Mot clé : Grignon d'olive, Azote (N), Phosphore (P), Potassium (K), Activité microbienne, Amendement organique, Bio stimulation

Abstract

This work is part of a sustainable development approach aimed at transforming an agricultural by-product, olive pomace, into an organic amendment beneficial for agriculture. The study evaluates the effects of incorporating this waste on soil fertility, through the release of major nutrients: nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K).

Through an experiment conducted under controlled conditions, we compared the evolution of these elements in a control soil and a soil enriched with olive pomace.

The results clearly demonstrate that the organic amendment based on olive pomace promotes the mineralization of organic matter, increases the availability of key nutrients (NPK), and stimulates microbial activity in the soil. Thus, bio stimulation significantly increases the release of NO_3^- (284 ppm compared to 265 ppm), K_2O , and P_2O_5 due to the effect of this by-product.

These effects confirm the agronomic value of this waste, establishing it as an effective natural fertilizer. It shows that this agricultural residue can combine environmentally friendly practices with technical progress, finding a balance between production efficiency and environmental preservation.

Key word: Olive pomace, Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Microbial activity, Organic amendment, Bio stimulation

ملخص

هذا العمل يندرج في إطار مقارنة التنمية المستدامة التي تهدف إلى تحويل منتج ثانوي زراعي، وهو تفل الزيتون، إلى مُحسِّن عضوي مفيد للزراعة. تهدف الدراسة إلى تقييم تأثير إدماج هذا النفاية على خصوبة التربة، من خلال تحرير العناصر الغذائية الأساسية: النيتروجين (N) ، الفوسفور (P) ، والبوتاسيوم (K).

ومن خلال تجربة أجريت في ظروف مضبوطة، تمت مقارنة تطور هذه العناصر بين تربة شاهدة وتربة مُدعَّمة بالتفل.

أظهرت النتائج بوضوح أن التعديل العضوي القائم على تفل الزيتون يُعزِّز من تحلل المادة العضوية، ويزيد من توفر العناصر الغذائية الرئيسية (NPK) ، كما يُنشِّط النشاط الميكروبي في التربة. وبالتالي، فإن التحفيز البيولوجي يؤدي بشكل ملحوظ إلى زيادة إطلاق NO_3^- (284 جزء في المليون مقابل 265 جزء في المليون)، و K_2O و P_2O_5 تحت تأثير هذا المنتج الثانوي.

تؤكد هذه التأثيرات الفائدة الزراعية لهذه النفاية، مما يجعلها سمادًا طبيعيًا فعالاً. كما تُثبت أن هذا المُخَلَّف الزراعي يمكنه الجمع بين الأساليب البيئية المتوازنة والتطورات التقنية، من خلال إيجاد توازن بين فعالية الإنتاج والحفاظ على البيئة.

الكلمات المفتاحية: تفل الزيتون، النيتروجين (N)، فوسفور (P)، بوتاسيوم (K)، النشاط الميكروبي، التعديل العضوي، التحفيز الحيوي.

Listes Des Figures

N° de figure	Titre	Page
1	Grignon d'une huilerie	3
2	Différentes filières de valorisation des grignons d'olives (Chouchene,2010)	5
3	Représentation schématique du principe de compostage (Misra et al., 2005)	7
4	Nutrition de la plante (Anonyme,2017)	9
5	Minéralisation des macro-éléments et leur rôle dans la nutrition des plantes	13
6	Prélèvement des sols (originale 2025)	15
7	Grignon d'olive frais (originale 2025)	15
8	Station de la serre (originale 2025)	17
9	Étapes du prélèvement du des échantillons pour les analyses NPK (originale 2025)	18
10	Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de l'azote nitrique (NO_3^-) dans le sol pendant 45 jours.	23
11	Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de phosphore assimilable (P_2O_5) dans le sol pendant 45 jours.	25
12	Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de potassium assimilable (K_2O) dans le sol pendant 45 jours.	26

Listes Des Tableaux

N° de figure	Titre	Page
1	Tableau 01 : la composition chimique et physicochimique du grignon	16
2	Tableau 02 : Répartition des répétitions pour le traitement « Sol seul » et « Sol + Grignon »	18
3	Tableau 03 : Caractéristiques des propriétés physico-chimiques du sol	21
4	Tableau 04 : Caractéristiques physico-chimique du grignon d'olive	22

Liste Des Abréviation

K : potassium

Na : sodium

Mg : magnésium

Ca : calcium

CEC : capacité d'échange cationique

P (Olsen) : phosphore assimilable

Pt : phosphore total

NT : azote total

C : carbone total

MO : matière organique

INMV : institut national de la médecine vétérinaire

C_{ORG} : carbone organique

pH : potentiel hydrogène

Mat. Az. Totales : matière azotées totales

P_T : phosphore total

K_T : potassium total

Zn : zinc

Phénols : composés phénoliques

meq/100g : milliequivalents pour 100 grammes de sol

Ppm : parties par million

% : pourcentage

Triangle de texture GEPPA : méthode graphique pour déterminer la classe texturale d'un sol selon le schéma GEPPA

µs/cm : microsiemens par centimètre

CR : capacité de rétention en eau

CE : conductivité électrique

NO₃⁻ : Nitrate

K₂O : oxyde de potassium

P₂O₅ : Anhydride phosphorique

CaCO₃ : Carbonate de calcium

HCl : Acide chlorhydrique

CaCl₂ : Chlorure de calcium

Table des matières

Table Des Matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Listes des figures

Listes des tableaux

Listes des abréviations

Table des matières

Introduction1

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1 Généralité sur les déchets d'olivier2

I.1.1 Classification d'arbre d'olivier3

I.1.2 Les grignons d'olive.....3

I.1.2.1 Types de grignon d'olive4

I.1.2.2 Grignon brut4

I.1.2.3 Le grignon épuisé4

I.1.2.4 Le grignon partiellement dénoyauté4

I.1.3 Composition chimique des déchets d'olivier4

I.1.4 La valorisation des grignons.....5

I.1.4.1 Valorisation en alimentation des bétails5

I.1.4.2 Valorisation en biotechnologie6

I.1.4.3 Valorisation par méthanisation et produit l'énergie.....6

I.1.4.4 Valorisation en compostage6

I.2 Importance des déchets d'olivier dans la fertilisation des sols	7
I.2.1 Définition de la fertilisation	7
I.2.2 Contribution des résidus d'olivier à l'amélioration de la fertilité des sols.....	7
I.2.3 La nutrition minérale des plantes.....	8
I.3 Les éléments majeurs	9
I.3.1 Azote (N)	9
I.3.1.1 La forme absorbée par les plantes	9
I.3.2 Rôle physiologique de l'azote	10
I.3.2 Phosphore (P)	10
I.3.2.1 Source de phosphore	10
I.3.2.2 La fertilisation phosphatée	11
I.3.2.3 La forme absorbée par la plante	11
I.3.3 Le potassium (K)	11
I.3.3.1 Sources du potassium	11
I.3.3.2 Rôle physiologique du potassium	12
I.4 minéralisation azote, phosphore et potassium	12

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Objectif :	14
II.2 Site de l'étude :	14
II.3. Matériel d'étude	14
II.3.1 Matériel édaphique	14
II.3.1.1 Prélèvement et traitement des échantillons des sols.....	14
II.3.2 Matériel végétal (déchet d'olive)	15
I.3.2.1 Echantillonnage	15
II.4 Méthodes et techniques expérimentales	16

II.4.1 Lieu de l'expérience :	16
II.4.2 L'incorporation des sols avec le grignon d'olive	17
II.5 Le dispositif	18
II.5.1 Le dispositif est aléatoire	18
II.5.2 Méthode de prélèvement	18
II.6 Conservation des échantillons pour le dosage NPK	19
II.7 Analyse statistique	20
II.7.1 Les graphes	20
II.7.2 L'analyse de variance (ANOVA) :	20

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 résultats des analyses physicochimiques des sols.....	21
II.2 résultats des analyses physicochimiques du grignon.....	22
II.3 Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de l'azote nitrique (NO_3^-) dans le sol pendant 45 jours	23
II.4 Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de phosphore organique (P_2O_5) dans le sol	23
II.5 Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de Potassium assimilable (K_2O) dans le sol.....	25
Conclusion générale	27
Références Bibliographiques	29
Annexes	

INTRODUCTION

Introduction

L'agriculture moderne est confrontée à de nombreux défis, notamment la dégradation des sols, la diminution de la fertilité et la nécessité d'une gestion durable des ressources. Parmi les solutions envisagées, l'utilisation des amendements organiques issus des déchets agricoles constitue une alternative prometteuse aux engrais chimiques.

En outre, l'oléiculture, qui représente un secteur économique clé dans plusieurs pays méditerranéens, génère une quantité importante de sous-produits, tels que les grignons d'olive, les margines et les feuilles d'olivier. Cette production atteint 2,9 millions de tonnes au monde et 156 104 quintaux/an en Algérie., en raison de leur composition riche en matière organique et en certains composés, Les grignons d'olive peuvent être utilisés comme amendement organique pour améliorer la qualité des sols agricoles. Leur valorisation en tant qu'amendement permet de réduire l'utilisation d'engrais chimiques, de réduire l'impact environnemental de ces déchets oléicoles, et de contribuer à une agriculture plus durable (**Darvishi, 2012**).

En plus, ces sous-produits de l'extraction de l'huile d'olive, contiennent des éléments nutritifs importants pour les plantes, ainsi que des microorganismes. Ces éléments, une fois décomposés dans le sol, ils donnent après la minéralisation des éléments minéraux nutritifs, notamment l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) essentiels à la croissance des plantes et contribuent à améliorer la structure, la fertilité des sols et sa capacité de rétention de l'eau (**Gobat et al., 2003**).

Dans ce contexte, ce travail de recherche s'inscrit dans une démarche alternative intéressante et écologique aux engrais chimiques, contribuant à une agriculture plus durable, à la préservation de la qualité des sols et d'économie circulaire, et vise à répondre au problème, Comment la valorisation des déchets d'olivier peut-elle améliorer la fertilité des sols agricoles en optimisant l'apport en éléments NPK ?

Chapitre I :
Synthèse Bibliographique

Chapitre I : synthèse bibliographique

I.1 Généralité sur les déchets d'olivier

L'olivier (*Olea europea* L.), arbre emblématique du bassin méditerranéen, occupe une place centrale tant sur le plan agricole qu'économique. Principalement cultivé pour la production d'huile d'olive, cet arbre génère, au fil de sa culture et de la transformation de ses fruits, une quantité croissante de déchets organiques. Ces résidus se répartissent en deux grandes catégories : les déchets agricoles, tels que les feuilles, les branches issues de la taille ou le bois d'élagage, et les sous-produits agro-industriels, incluant les grignons (résidus solides composés de pulpe, peau et fragments de noyaux) et les margines (effluents liquides riches en composés organiques et phénoliques).

Mal gérés, ces déchets peuvent devenir une source importante de pollution pour les sols, les eaux et l'air, en raison de leur charge organique élevée, de leur faible biodégradabilité et de la présence de composés toxiques. Cependant, dans une perspective de développement durable et de transition vers une économie circulaire, ces sous-produits représentent également une ressource précieuse. De nombreuses recherches ont mis en évidence le potentiel de valorisation de ces déchets à travers des procédés biologiques durables, tels que le compostage, la méthanisation ou encore la production de biochar. Ces transformations permettent d'obtenir des biofertilisants riches en éléments nutritifs essentiels (azote, phosphore, potassium), contribuant à l'amélioration de la fertilité des sols agricoles tout en réduisant la dépendance aux engrais chimiques.

Dans ce contexte, la valorisation de ces déchets n'est pas seulement une nécessité environnementale, mais aussi une opportunité économique et agronomique. Elle permet non seulement de limiter les effets néfastes de leur accumulation, mais aussi d'exploiter leur richesse en éléments fertilisants majeurs tels que l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). En conformité avec les exigences de la Loi n° 2001-19 relative à la gestion et à l'élimination des déchets, cette valorisation doit se faire dans le respect des normes environnementales, en privilégiant des procédés biologiques durables.

La biotransformation de ces résidus par compostage, méthanisation ou production de biochar ouvre ainsi la voie à la fabrication de biofertilisants, capables d'améliorer durablement la fertilité des sols agricoles tout en réduisant le recours aux engrais chimiques. Plusieurs travaux de recherche ont démontré le potentiel des déchets d'oléiculture dans l'amélioration de

la structure du sol, l'augmentation de la matière organique et la disponibilité des nutriments.

I.1.1 Classification d'arbre d'olivier

Règne : Plantae

Classe : Equisetopsida

Sous-classe : Magnoliidae

Super-ordre : Asteranae

Ordre : Lamiales

Famille : Oleaceae

Genre : Olea

Nom scientifique : *Olea europea*

I.1.2 Les grignons d'olive

Il s'agit d'un sous-produit issu du processus d'extraction de l'huile d'olive, obtenu lors de la première pression ou par centrifugation (Nefzaoui, 1987). Ce résidu solide est constitué de peaux, de restes de pulpe et de fragments de noyaux. Il comprend une fraction riche en lignine, provenant principalement des morceaux de noyaux, ainsi qu'une autre fraction majoritairement composée de glucides tels que la cellulose et l'hémicellulose, accompagnée en moindre proportion de protéines et d'huile résiduelle, cette dernière variant selon la méthode d'extraction utilisée (Nefzaoui, 1984).



Figure 1 : Grignon d'une huilerie (Glossaire Jusdolive.,2022).

I.1.2.1 Types de grignon d'olive

Selon le traitement subi, les grignons se divisent en trois types (**Ranalli et al., 2003**).

I.1.2.2 Grignon brut

Le grignon brut est le résidu solide obtenu après la première extraction de l'huile d'olive, généralement par pression mécanique de l'olive entière.

Il est caractérisé par :

- Une teneur relativement élevée en eau (~24 %),
- Une teneur résiduelle en huile (~9 %), ce qui le rend très sensible à l'altération (fermentation, moisissures) lorsqu'il est laissé exposé à l'air libre.

I.1.2.3 Le grignon épuisé

Le grignon épuisé est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant, généralement l'hexane.

Il se caractérise par :

- Une teneur en huile très faible (car l'huile résiduelle a été extraite),
- Une teneur en eau réduite, car il a été déshydraté pendant le processus d'extraction (**FAO, 1984**).

I.1.2.4 Le grignon partiellement dénoyauté

Ce type de grignon est obtenu après séparation partielle du noyau et de la pulpe, réalisée par tamisage ou ventilation.

- Il est dit "gras" si l'huile n'est pas extraite par solvant.
- Il est dit "dégraissé" ou "épuisé" si l'huile a été extraite par solvant.

I.1.3 Composition chimique des déchets d'olivier

Les grignons d'olive sont riches en matières organiques et contiennent principalement des composés lignocellulosiques tels que la cellulose, les hémicelluloses et la lignine. Ils ont une faible teneur en cendres, généralement entre 3 et 5 %. Les composants minéraux incluent des éléments comme le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le fer (Fe), et le phosphore (P_2O_5). Les grignons contiennent également des substances phytotoxiques et antimicrobiennes comme les phénols et les acides gras (**Benmoussa, 2017**).

I.1.4 La valorisation des grignons

Schémas conceptuelle suivant représente diverses applications de la valorisation des grignons suivant les contextes (figure 02)

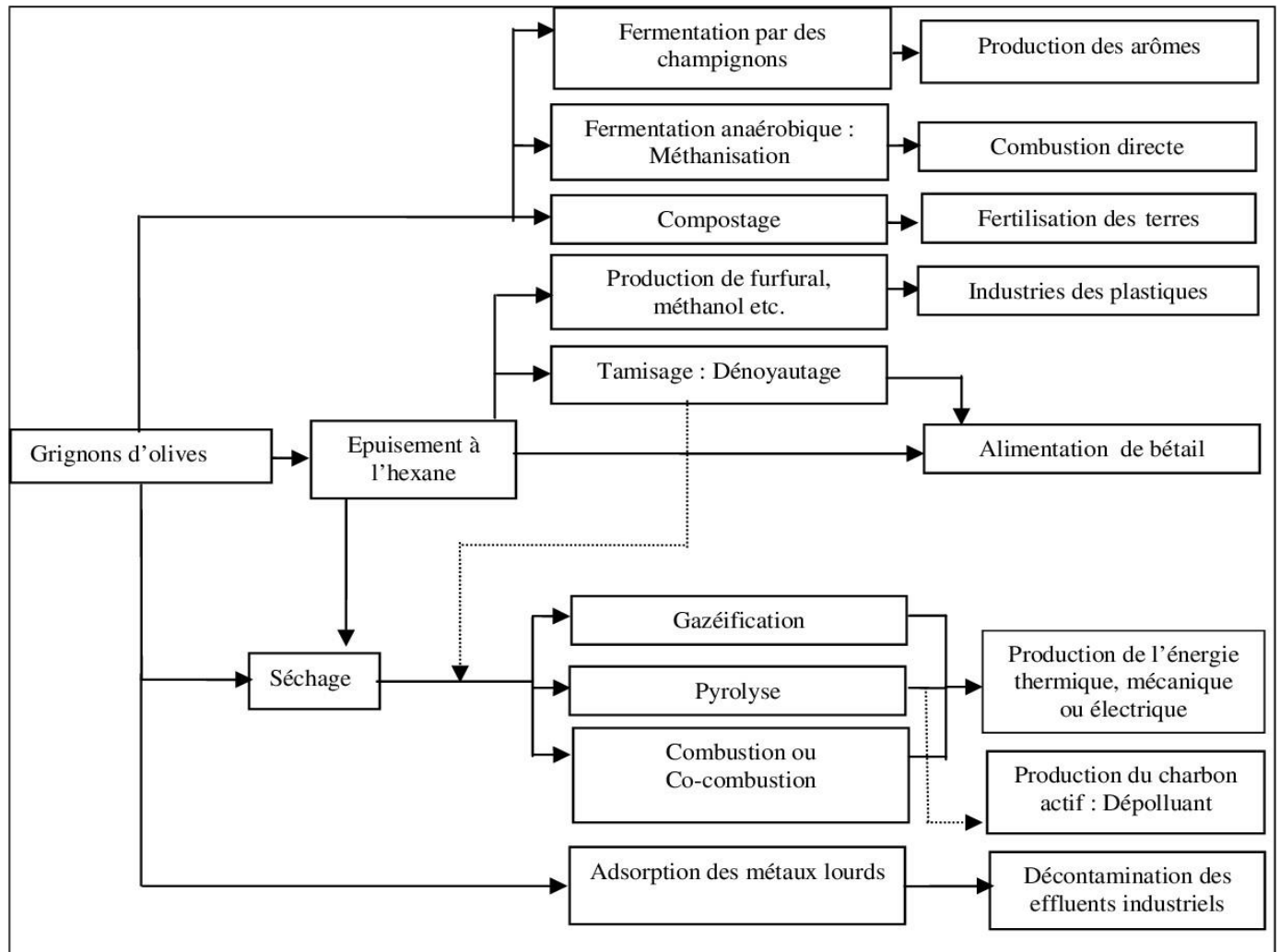


Figure 02 : Différentes filières de valorisation des grignons d'olives (Chouchene,2010)

I.1.4.1 Valorisation en alimentation des bétails

Cela nécessite de séparer les noyaux éclatés de la pulpe avant toute utilisation. En effet, l'on dispose de machines qui permettent de séparer à partir des grignons d'olive la pulpe d'olive et le bois des noyaux (Digiovacchino et Prezinso, 2006). Cela permet de valoriser séparément la pulpe, qui peut être destinée à l'alimentation, d'ISK de destiné ; les noyaux peuvent être utilisés pour la production de biocombustibles ou à d'autres fins.

I.1.4.2 Valorisation en biotechnologie

Les grignons d'olive ont servi de substrat pour la culture de champignons filamenteux thermophiles par fermentation en milieu solide, afin de produire des lipases thermostables partir de *Rhizopus oligosporus*. La présence de matières grasses résiduelles dans les grignons stimule fortement la production de biomasse ainsi que la synthèse d'enzymes, notamment les lipases (Ismaili Aiaoui *et al.*, 2002).

I.1.4.3 Valorisation par méthanisation et produit l'énergie

Est une technologie basée sur la biodégradation par des micro-organismes méthanogènes et pas d'oxygène. Cette dégradation conduit à une produit humide riche en matière organique, appelé « digestat » (Boulanger, 2011). et le biogaz est principalement constitué de méthane (un mélange de CO₂ et de CH₄) (Vanai, 1995). Cette transformation naturelle se déroule dans un espace clos appelé « digesteur » où la réaction de fermentation est optimisée et contrôle (Kalloum *et al.*, 2007).

I.1.4.4 Valorisation en compostage

Les résidus solides ou pâteux générés lors de l'extraction de l'huile d'olive sont riches en matière organique et constituent un substrat privilégié pour le développement de microorganismes. Le compostage, un processus biologique de fermentation aérobie, nécessite la présence d'oxygène. Afin d'améliorer l'efficacité du compostage des grignons d'olive, il est courant d'y incorporer des déchets végétaux ou urbains (Roussas *et al.*, 2009).

Le processus de compostage se déroule en plusieurs phases, chacune marquée par l'intervention de microorganismes spécifiques. Ce processus est étroitement lié à l'évolution de la température et du pH. Initialement, la pâte est à température ambiante, permettant aux premiers microorganismes d'amorcer une activité intense, entraînant Une élévation de la température favorise successivement le développement de différentes catégories de micro-organismes :

- Psychrophiles, prédominants à des températures inférieures à 5 °C.
- Mésophiles, actifs autour de 20 °C.
- Thermophiles, qui dominant à des températures supérieures à 40 °C.

À chaque niveau, certaines bactéries deviennent prédominantes, en fonction de leur température optimale de croissance. (figure 03).

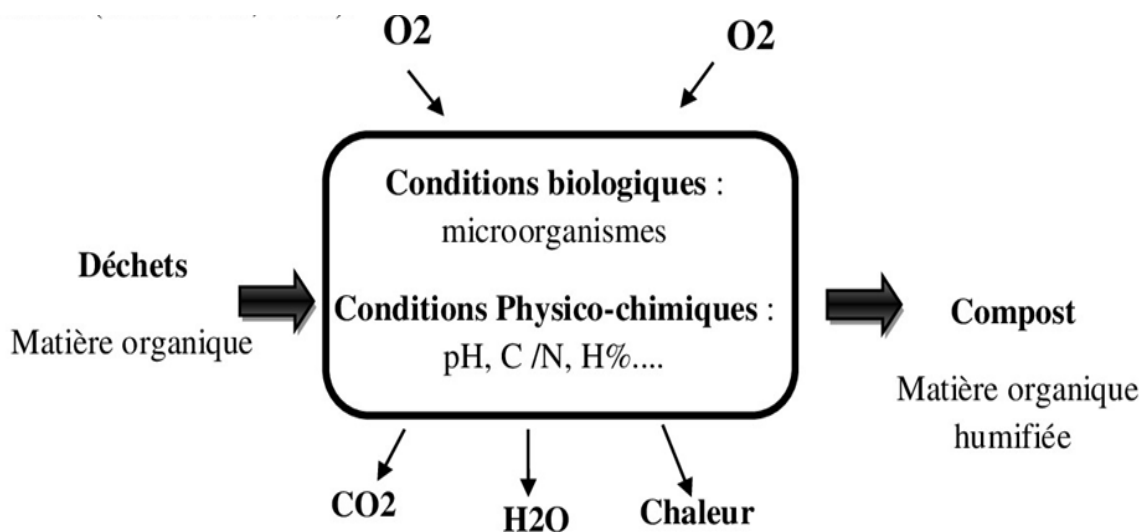


Figure 03 : Représentation schématique du principe de compostage (Misra et al., 2005).

I.2 Importance des déchets d'olivier dans la fertilisation des sols

I.2.1 Définition de la fertilisation

La fertilisation désigne l'ensemble des pratiques visant à gérer les apports d'engrais et d'amendements. Plus précisément, elle correspond à l'ensemble des techniques utilisées pour enrichir le sol afin d'en préserver ou d'en améliorer la fertilité, permettant ainsi aux cultures de bénéficier de conditions optimales pour leur nutrition. Les principaux éléments nutritifs apportés par la fertilisation sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K), souvent désignés sous l'abréviation NPK (Abdelmadjid H., 2013). Ces éléments essentiels sont fréquemment déficitaires dans les sols agricoles.

En outre, l'usage d'engrais contribue à une meilleure valorisation des ressources naturelles, notamment de la terre et de l'eau. Ce rôle devient particulièrement crucial dans les zones où les précipitations sont faibles ou où l'irrigation est indispensable : dans ces conditions, le rendement agricole par volume d'eau utilisé peut plus que doubler grâce à une fertilisation adéquate. (FAO, 2003).

I.2.2 Contribution des résidus d'olivier à l'amélioration de la fertilité des sols

De diverses manières, les grignons d'olive trouvent une place dans le domaine agricole pour être valorisés. Ils doivent d'abord être pré décomposés ou compostés pour accélérer leur

décomposition et éliminer leur effet de différentes substances phytotoxiques sur les plantes, un engrais naturel. Le composte est riche en matière organique, favorise la fertilité des sols, nourrit les micro-organismes et insectes nécessaires à la vie des sols : le compost favorise la transformation de la matière organique en humus, renforce la structure ; A une capacité de rétention d'eau améliorée. En outre, les analyses des cendres résultant de la combustion des grignons d'olive peuvent être utilisées. **(Chouchene, 2010).**

D'un autre côté, la fertilisation des terres agricoles avec les cendres produites après la combustion des grignons d'olive, après un établissement de leur composition, est un autre moyen de les utiliser. L'application de compost de grignon sur les terres agricoles se traduit par un rendement accru des cultures, des coûts de fertilisation réduits et une pollution des déchets limitée.

Toutefois, la propagation de ces amendements doit être basée sur les résultats des études détaillées pour trouver ses doses idéales et les périodes optimales d'application adaptées aux fertilisations des cultures. Ainsi, le compostage des grignons d'olive constitue une pratique durable permettant de transformer un déchet agricole en un amendement organique stable, bénéfique à la fois pour les sols et pour l'environnement.

I.2.3 La nutrition minérale des plantes

Les principaux éléments minéraux nécessaires à la croissance des plantes sont appelés éléments essentiels. Selon la quantité absorbée, ils peuvent être divisés en :

- ❖ Des éléments de Base (macro éléments) : L'azote (NO_3^-) ou (NH_4^+), le phosphore (H_2PO_4^-), le potassium (K^+), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le soufre (SO_4^{2-}).
- ❖ Des micro éléments : Le fer (Fe^{2+}) ou (Fe^{3+}) selon les espèces, le manganèse (Mn^{2+}), le zinc (Zn^{2+}), le cuivre (Cu^{2+}), le bore (H_2BO_3^-), le molybdène (MoO_4^{2-}), et le chlore (Cl^-) **(Morot-Gaudry et al., 2009).**

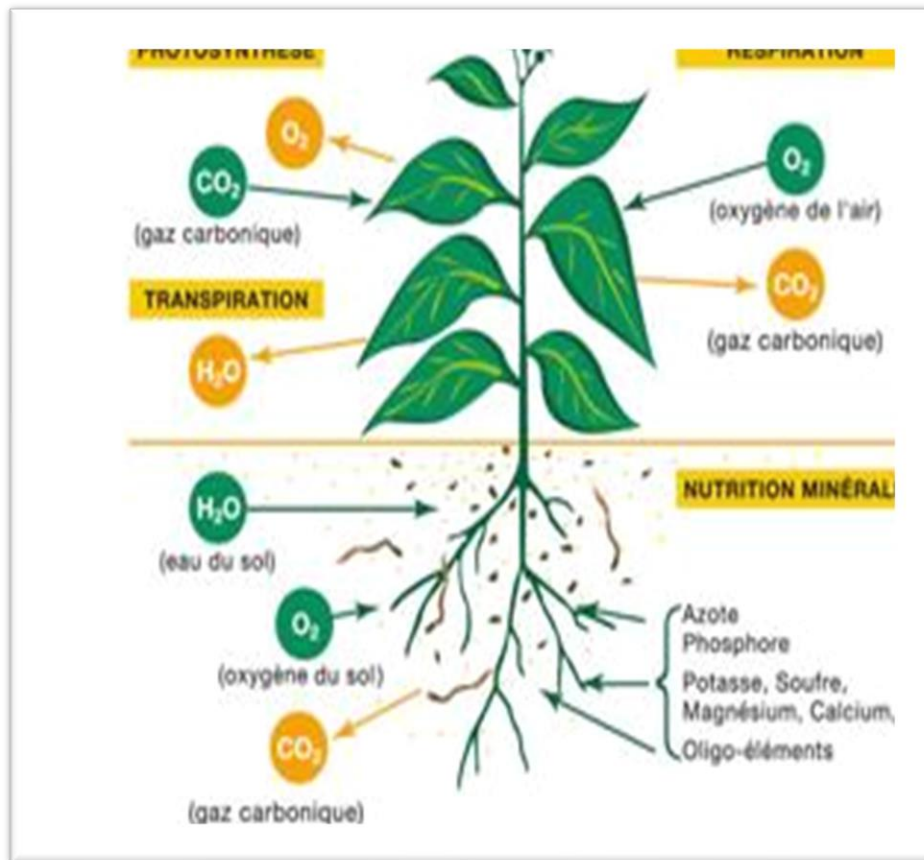


Figure 04 : Nutrition de la plante (Anonyme,2017)

I.3 Les éléments majeurs

I.3.1 Azote (N)

D'après Pousset (2000), L'azote

- Est un macronutriment essentiel à la croissance des plantes.
- Est un élément constitutif des protéines et de chlorophylle.
- Participe au métabolisme particulier des plantes
- Est à la base de la synthèse des acides aminés et acides nucléiques dans le sol

I.3.1.1 La forme absorbée par les plantes

Les plantes absorbent l'azote principalement sous forme de nitrates (NO_3^-) et d'ammonium (NH_4^+) via les racines, ainsi que par les feuilles lors de pulvérisations foliaires. Les nitrates sont rapidement absorbés mais facilement lessivés, tandis que l'ammonium est mieux retenu dans le sol (Boulal et al., 2007).

I.3.1.2 Rôle physiologique de l'azote

L'azote a de nombreuses fonctions physiologiques pour les plantes, dans les plus importantes sont :

- Synthèse de matière vivante à partir de minéraux ;
- La prolifération des chloroplastes, car la chlorophylle est une substance contenant de l'azote, Les plantes apparaissent vert foncé après une fertilisation azotée.
- Synthèse de glucides due à l'augmentation du nombre de chloroplastes.
- Composition des réserves d'azote dans les graines.
- C'est un facteur de rendement et parfois de qualité car il augmente les % de protéine des céréales.
- Prolifération cellulaire et donc croissance tissulaire **(Soltner, 2003)**.

I.3.2 Phosphore (P)

Le phosphore joue un rôle crucial dans la composition de la membrane cellulaire des plantes et il est également impliqué dans le mécanisme de transfert d'énergie cellulaire (ATP).

Une fertilisation appropriée en phosphore favorise également le développement des racines et accélère la maturation **(Abdelmadjid, 2013)**.

I.3.2.1 Source de phosphore

- Le phosphore se trouve dans le sol, le compost, les engrais synthétiques et dans sa forme naturelle en phosphate.
- Le phosphore se retrouve principalement dans le sol sous la forme d'un acide : l'acide phosphorique (H_3PO_4).
- Un polyacide contient de nombreux protons labiles, chacun possédant une constante de dissociation qui lui est propre.

Ainsi, le pH du sol a une influence majeure sur la disponibilité du phosphore. **(Hopkins, 2003)**.

I.3.2.2 La fertilisation phosphatée

La fertilisation en phosphore vise à satisfaire les besoins des plantes en phosphore selon les objectifs de rendement et qualité, tout en conservant la capacité de production du sol. La stratégie actuelle met d'abord l'accent sur les besoins des plantes cultivées, puis sur la disponibilité du phosphore dans le champ.

Parmi les facteurs importants à prendre en compte figurent : les exigences de la culture en P_2O_5 , l'évaluation du sol, le passé récent en matière de fertilisation et les prélèvements associés à la culture (**Soltner, 2003**).

I.3.2.3 La forme absorbée par la plante

Les racines des végétaux assimilent le phosphore sous la forme d'ions phosphoriques $H_2PO_4^-$ ou HPO_4^- présents dans le sol en solution (**Hopkins, 2003**).

Ces ions minéraux sont issus de la dissolution des phosphates et des ions minéraux qui sont adsorbés sur les diverses phases solides du sol.

Le phosphore « organique » présent dans les molécules d'effluents organiques doit être converti en ions phosphoriques pour être assimilable par les plantes (**Aouali, 2009**).

I.3.3 Le potassium (K)

Le potassium est un élément essentiel de la vie ; il joue un rôle clé dans la planification et croissance des cellules (**Barre, 2008**).

II.3.3.1 Sources du potassium

Le potassium ne se trouve dans le sol que comme un minéral. En fait, le potassium contenait dans la majorité des restes et les déchets végétaux sont K^+ , qui sont libérés dans le sol pendant la mort cellulaire. Il se trouve dans le sol sous quatre formes :

- En solution dans l'eau du sol
- complexe adsorbant (Argile - humus) :
- Présente dans la composition des minéraux primaires (roche d'origine) : cette forme est libérée très progressivement durant les processus d'altération (**Arifin, 1973**).

II.3.3.2 Rôle physiologique du potassium

Le potassium joue un rôle multiple dans la plante :

- Il intervient dans l'équilibre acido-basique des cellules et régularise les échanges intracellulaires.
- Il active la photosynthèse et favorise la formation des glucides (sucres, amidon) dans la feuille et leur accumulation dans les organes de réserve (racines des betteraves, tubercules des pommes de terre). C'est pourquoi les plantes racines et les tubercules répondent particulièrement bien aux engrais potassiques.
- Il participe à la formation des protéines, intervient dans les processus d'évolution des composés azotés dans la plante et favorise leur migration vers les organes de réserve. Les besoins en potassium sont d'autant plus grands que la fertilisation azotée est plus importante : l'effet de l'azote est renforcé par le potassium et réciproquement ; c'est le phénomène d'interaction positive.
- En réduisant la transpiration, le potassium diminue les besoins des plantes en eau, augmente leur résistance à la sécheresse et assure une meilleure efficacité de l'irrigation (Bouabid et al, 1991).

I.4 minéralisations azote, phosphore et potassium

Les macro-éléments, à l'exception du carbone (C), de l'hydrogène (H) et de l'oxygène (O) essentiellement absorbés sous forme de CO₂ et d'H₂O, sont des éléments minéraux nécessaires dont la plante a besoin de recueillir en grande quantité pour grandir et s'étendre. Parmi ceux-ci, il faut notamment citer l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), ainsi que le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et le soufre (S). Chaque un est d'au moins 0,1 % de la matière sèche de la plante. (Morot-Gaudry et al., 2009).

Pour être compatibles, elles doivent se trouver dans le sol sous forme de minéraux solubles, disponibles en solution. C'est là que se déroule le processus de minéralisation, un processus vital dans la nutrition minérale :

Azote (N) : en tant qu'organique dans les tissus des plantes mortes, il est transformé en ammonium (NH), et enfin en nitrates (NO), formes directement absorbées par les racines.

Phosphore (P) : libéré des corps organiques (phytates) par les enzymes (phosphatases), il devient disponible sous forme de phosphates (HPO / HPO₂).

Potassium (K) : contrairement au N et au P, il n'est pas contenu dans la matière organique. Il

est libéré principalement par désorption des argiles ou par altération de minéraux (micas, feldspaths) sous forme de K^+

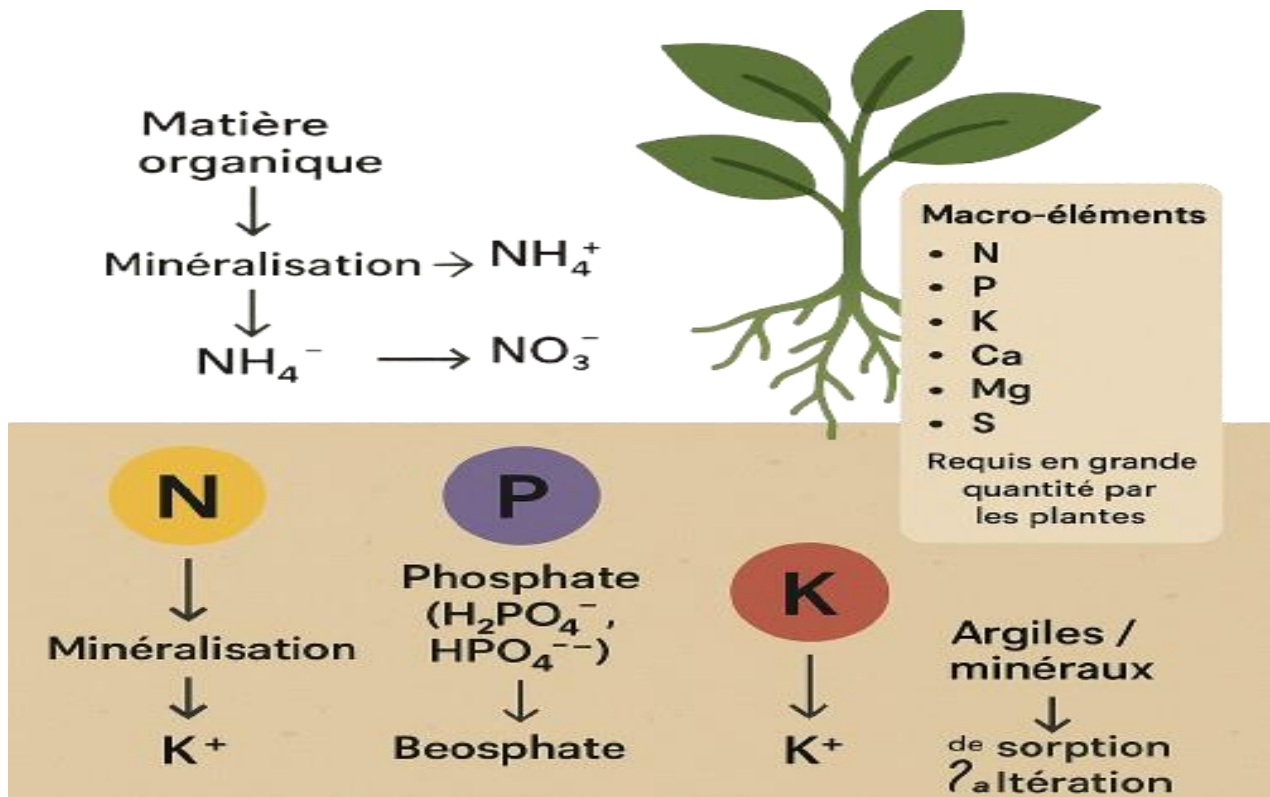


Figure 05 : Minéralisation des macro-éléments et leur rôle dans la nutrition des plantes (Soltner, 2003).

Ainsi, la minéralisation assure la disponibilité des principaux nutriments, ce qui assure la nutrition des plantes dans les écosystèmes naturels tels que l'agriculture.

Chapitre II :
Matériels et méthodes

II.1 L'Objectif

Notre travail consiste à contribuer à la valorisation des déchets d'olivier grignons issus de l'extraction d' *Olea europaea*. L'objectif principal est de tester si l'ajout de grignons d'olive au sol peut améliorer sa capacité à fournir les éléments nutritifs de manière durable, c'est-à-dire sans épuisement des ressources ni impact négatif sur l'environnement.

C'est-à-dire de tester ces déchets sur la production durable de ces éléments nutritifs majeurs NPK (azote, phosphore, potassium) dans un sol argileux, en prélèvement contrôlés.

II.2 Site de l'étude

L'étude a été conduite sur une parcelle, de Soumaa de la région de Blida. Les sols de cette localité sont argilo-lumineux. Le climat est de type méditerranéen modéré. Il fait froid en hiver et chaud et sec en été. Il est caractérisé par deux périodes une période sèche (Mai - octobre) et une période pluvieuse (novembre - Avril). La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 691 à 720 mm, avec une température moyenne maximale de 33 °C et minimale de 19 °C. Le mois le plus froid de l'année à Blida est janvier, avec une température moyenne minimale de 4°C et maximale de 15°C.

II.3 Matériel d'étude

II.3.1 Matériel édaphique

II.3.1.1 Prélèvement et traitement des échantillons des sols

Le sol utilisé dans notre étude provient de la région de Soumaa située dans la wilaya de Blida. Il s'agit d'un sol à dominante argileuse est un sol agricole, généralement riche en éléments fertilisants. On peut prélever les échantillons du sol à l'aide d'une pelle ou d'une bêche.

Nous avons prélevé environ dix kilogrammes de sol de la couche arable ont été effectués au mois de Février 2025. Une partie de prélèvements destinés aux analyses physicochimiques et l'autre partie pour destiner à l'incubation pour suivi la cinétique de l'évolution de NPK. L'échantillon a été séché à température ambiante, tamisés à 2 mm, le tableau représente les caractéristiques physico-chimiques de sol étudié (tableau 3).



Figure 06 : prélèvement des échantillons (originale 2025)

II.3.2 Matériel végétal (déchet d'olive) :

I.3.2.1 Echantillonnage

Un type de matière organique a été utilisé dans la conduite de l'essai, à savoir le grignon d'olive. Ce grignon d'olive utilisé dans cette étude a été collecté sous forme sèche et solide auprès d'une huilerie située dans la région de **Tablat** après une année de l'épandage direct. La période de collecte est Janvier 2025. Les échantillons ont été acheminés au laboratoire dans une glacière à 4 C°.



Figure 07 : Grignon d'olive frais (Originale 2025)

II.3.2.2 La caractérisation physico-chimique de grignon d'olive

Les principes de la détermination de la composition chimique et physicochimique du grignon, dont les analyses à été réalisées au sein de l'INMV, sont indiqués dans **le tableau (1)** suivant :

Tableau 01 : la composition chimique et physicochimique du grignon

Composition	Principe de détermination	Reference labo
L'Extrait sec total	L'élimination de l'eau par séchage à une température définie jusqu'à poids constant (105°C / 12h)	NM ISO 5534-2001 3.2
Les cendres	L'extrait sec est pré calciné, et incinéré dans un four électrique à 500°C / 5h à 6h.	NM ISO 749-2007 3.3
La Matière azoté totale	A été déterminée par la méthode de Kjeldahl	NM 08.3.030-2001 3.4
La matière grasse	Elle est déterminée en utilisant la méthode de soxhlet	NM 08.5.054-1996 3.5
Les fibres	Les différentes analyses de détermination de la teneur en constituants pariétaux ont été effectués selon la méthode de Van Soest et Goering Hk (1970)	/
PH	Mesuré à l'aide d'un pH-mètre,	/
K ⁺ , Ca ⁺² , Mg ⁺² , PO ₄ ³⁻	Spectroscopie d'émission atomique (AES) et	/
Les oligo-éléments	Spectroscopie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS)	/

Les résultats des analyses chimiques de grignons sont présentés dans le chapitre III (tableau 4).

II.4 Méthodes et techniques expérimentales

II.4.1 Lieu de l'expérience

L'expérimentation a été réalisée à la station expérimentale du département de biotechnologie et agro-écologie de la faculté SNV de l'université de Blida 1, dans une serre classique de la station.



Figure 08 : Lieux d'expérimentation (originale 2025)

II.4.2 L'incorporation des sols avec le grignon d'olive :

Après trois jours, le sol complètement sec a été tamisé à l'aide d'un tamis normalisé pour éliminer les cailloux, les agrégats plus gros et les matières organiques indésirables. Cette étape visait à donner au sol une texture fine et uniforme, nécessaire pour garantir la reproductibilité des analyses.

Nous avons utilisé aussi un type de MO, il s'agit d'un amendement organique à base de grignon âgé d'un an. Pour faciliter son incorporation au sol, nous l'avons passé à travers les mailles d'un tamis de 0.5 cm. La dose de l'amendement s'effectue en fonction de la teneur en matière organique dans le sol, celle-ci sera rapportée à 25 % pour ce sol ; Donc, le substrat obtenu ou le mélanges de sol et de grignons ont été placés dans des boîtes en plastique pour l'incubation sous serre en conditions contrôlées (humidité, température, durée) afin de suivre la quantité de NPK.

- Un traitement était rempli de 200 g de terre sèche, cette unité expérimentale représente le témoins (S).
- Deuxième traitement a reçu un mélange composé de 150 g de terre sèche et 50 g de grignons d'olive bien moulus, pour un total de 200 g par boîte (SG).

Chaque traitement fait l'objet de trois répétitions, soit six boîtes.

II.5 Le dispositif

II.5.1 Le dispositif est aléatoire

Les traitements expérimentés sont mentionnés dans le tableau :

Tableau 02 : Répartition des répétitions pour le traitement « Sol seul » et « Sol + Grignon »

Traitement	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3
Sol	Sol (R1)	Sol (R2)	Sol (R3)
Sol + Grignon	Sol + Grignon (R1)	Sol + Grignon (R2)	Sol + Grignon (R3)

Les lignes représentent les traitements et les colonnes représentent les répétitions.

Chaque traitement a été humidifié avec une quantité modérée d'eau pour atteindre environ 2/3 de leur capacité de rétention en eau. Ensuite, l'ensemble des boîtes a été recouvert avec du papier aluminium afin pour aider à réduire l'évaporation et maintenir une humidité relative interne constante. Elles ont enfin incubé en température ambiante (entre 20 °C et 28 °C), qui créent un environnement favorable aux processus biologiques du sol.

I.5.2 Méthode de prélèvement

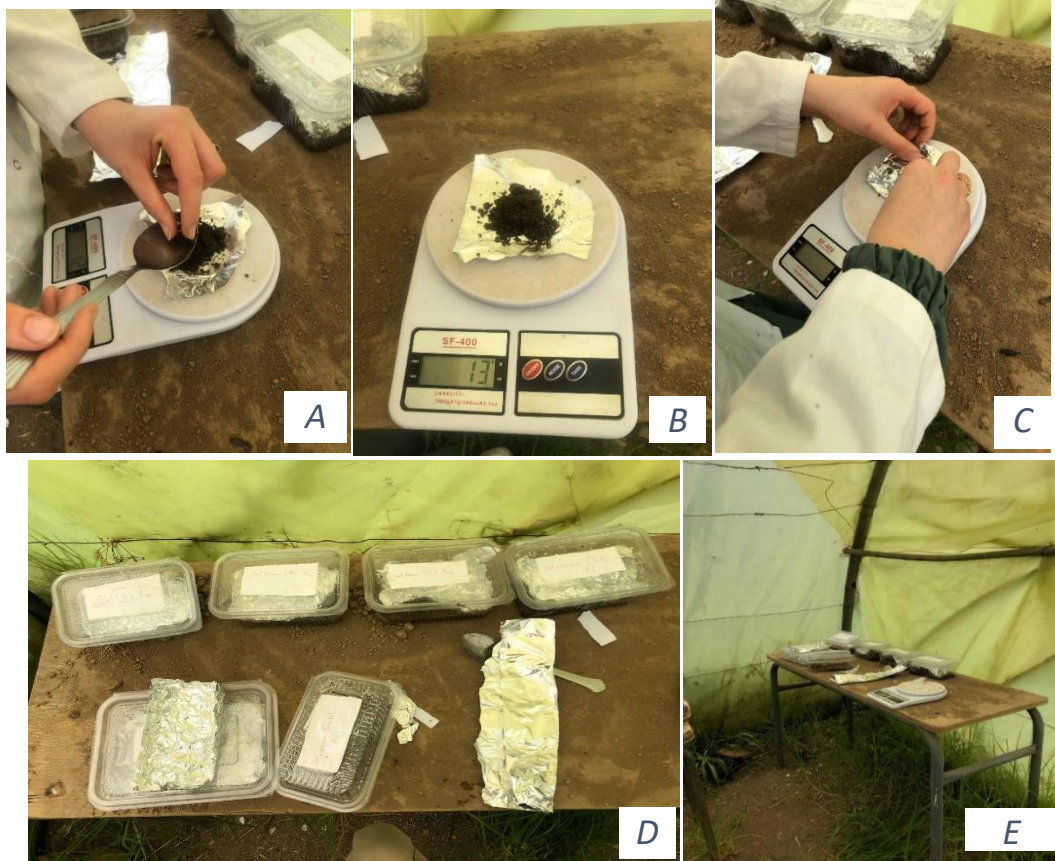


Figure 09 : étapes du prélèvement des échantillons pour les dosages de NPK (Originale 2025)

Les étapes du prélèvement des échantillons pour les dosages et analyses de NPK

- (A) : Prélèvement manuel à l'aide d'une cuillère propre.
- (B) : Pesée de 13 g de l'échantillon sur une balance électronique.
- (C) : Conditionnement des échantillons dans du papier aluminium.
- (E) : Vue d'ensemble du poste de travail dans la serre.

Des prélèvements ont été effectués chaque semaine pendant 45 jours.

À chaque date, un fragment de 13 g a été prélevé à l'aide d'une cuillère propre, aseptisée à l'alcool avant chaque utilisation, pour assurer qu'il n'y ait pas de contamination croisée entre les échantillons ;

L'échantillonnage était effectué à divers endroits dans la boîte pour former un échantillon représentatif de tout le sol. A chaque point cinétique, nous avons prélevé une quantité de 13 g du sol pour le dosage de :

1. N (NO_3^-) s'effectue selon la méthode de (**Kjeldahl, 1883**).
2. P (P_2O_5) s'effectue selon la méthode Olsen (**Olsen et al., 1954**).
3. K (K_2O) s'effectue selon la méthode par attaque à l'acide nitrique bouillant (**Wood et Turk, 1941**).

II.6 Conservation des échantillons pour le dosage NPK

Après chaque prélèvement, les échantillons de sol ont été transférés immédiatement dans des papiers d'aluminium préalablement étiquetés (code de l'échantillon, date, traitement). Ils ont ensuite été conservés au réfrigérateur à une température de 4 °C, dans le but de préserver leurs caractéristiques physico-chimiques jusqu'à leur analyse en laboratoire.

Le protocole de prélèvement a été strictement respecté tout au long de l'étude, chaque opération étant répétée selon un planning hebdomadaire identique, garantissant la comparabilité des données et la fiabilité des résultats obtenus.

II.7 Analyse statistique :

II.7.1 Les graphes

Les graphes ont été réalisés par logiciel Excel 2016.

II.7.2 L'analyse de variance (ANOVA)

Le traitement statistique des résultats a été effectué avec le logiciel Minitab, 13 D. La valeur moyenne de chaque traitement, ainsi que la variance et l'écart types correspondants, ont été calculés pour chacune des dates considérées en tenant compte des trois répétitions réalisées.

Les données ainsi obtenues ont fait l'objet des analyses statistiques (ANOVA). Dans les cas où :

- Des différences significatives ont été trouvées ($p < 0,05$).
- Des très différences significatives ont été trouvées ($p < 0,01$).
- Des très hautement différences significatives ont été trouvées ($p < 0,001$).

Chapitre III :

Résultats et discussion

III.1 résultats des analyses physicochimiques des sols

Les propriétés physico-chimiques d'échantillons des sols déterminées au niveau de laboratoire de l'Agence national hydraulique **tableau (3)**.

Tableau 03 : Caractéristiques des propriétés physico-chimiques du sol

Caractéristiques physico-chimiques	Unité de mesure	Sol de Soumaa	
Granulométrie	%	Sable	25
		Limon	30
		Argile	45
Classes texturale	Triangle de texture GEPPA	Argileuses	
PH	-	7.81	
Conductivité électrique CE	µs/cm	97.19	
Capacité de rétention en eau CR	%	33.21	
Calcaire total	%	5.9	
K	Ppm	164.10	
Na	meq/100g	0.84	
Mg	meq/100g	1.98	
Ca	meq/100g	19.45	
P (Olsen)	Ppm	8.75	
P _T	Ppm	184.19	
N _T	%	0.16	
C	%	194	
MO	%	3.34	

Interprétation :

L'analyse physico-chimique du sol de Soumaa révèle un sol à texture argilo-limoneux, caractérisé par une bonne capacité de rétention en eau (33,21 %) et une richesse modérée en éléments nutritifs. Le pH légèrement alcalin (7,81) indique un sol neutre à basique, favorable à de nombreuses cultures, bien que cela puisse légèrement limiter la disponibilité du phosphore. Les teneurs en potassium, calcium et magnésium sont satisfaisantes, ce qui suggère une bonne fertilité de base. Le taux de matière organique (3,34 %) est bon, contribuant à améliorer la structure du sol et la disponibilité des nutriments. En revanche, les niveaux relativement faibles de phosphore (8,75 ppm) et d'azote total (0,16 %) peuvent nécessiter des apports complémentaires, notamment en fertilisants organiques ou minéraux.

Globalement, ce sol présente de bonnes caractéristiques pour l'agriculture, sous réserve d'un bon suivi de la nutrition des plantes.

III.2 résultats des analyses physicochimiques du grignon

Les valeurs de grignons d'olive obtenus sont représentées dans le tableau suivant

Tableau 04 : Caractéristiques physico-chimique du grignon d'olive

Caractéristiques	Valeurs	Unité
Humidité	61.09	%
Matière Sèche	75–80	
Matières minérales	3–5	
Cellulose brute	35–50	
Matières Grasses	11.76	
C ORG	45.67	
PH	5.15	/
Mat. Az. Totales	1.9	Mg/g
P t	0.78	
K T	1.97	
Zn	21.09	
Mg	12.09	
Composés phénoliques	12,37	

Interprétation :

L'analyse du grignon d'olive révèle une matière organique particulièrement riche, avec un taux de carbone organique élevé (C ORG : 45,67 %) et une teneur en cellulose brute importante (35–50 %), ce qui en fait un bon amendement organique à décomposition progressive. Le taux d'humidité élevé (61,09 %) indique une matière encore fraîche, potentiellement fermentescible, et le pH acide (5,15) peut influencer temporairement le pH du sol après incorporation.

Les matières grasses (11,76 %) témoignent de la richesse résiduelle du grignon en composés lipidiques, qui peuvent ralentir la dégradation mais aussi enrichir le sol en énergie pour la microflore.

Les matières azotées totales (1,9 mg/g) ainsi que le potassium total (Kt : 1,97 mg/g) et

le phosphore total (Pt : 0,78 mg/g) montrent une certaine valeur fertilisante. La présence notable de magnésium (12,09 mg/g) et de zinc (21,09 mg/g) contribue à l'apport en micronutriments essentiels.

La teneur en composés phénoliques (12,37 mg/g), bien que potentiellement toxique à forte concentration, peut également jouer un rôle dans la protection des plantes contre certains pathogènes.

Globalement, le grignon d'olive présente un bon potentiel comme amendement organique, à condition de bien gérer sa dose et son mode d'application, notamment à cause de son pH acide et de ses composés phénoliques. Il peut améliorer la structure du sol, enrichir en nutriments et stimuler l'activité biologique.

III.3 Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de l'azote nitrique (NO_3^-) dans le sol pendant 45 jours

Au plan statistique, l'analyse de variance montre que le grignon d'olive a un effet significatif sur la quantité de nitrate produit (Annexe 1, Tableau1).

L'analyse des résultats consignés dans la figure 10, révèle un effet positif d'un déchet d'olive sur l'évolution de l'azote nitrique (NO_3^-) dans le sol de Soumaa. Les teneurs en azote assimilable (NO_3^-) sont relativement plus élevées dans le système SG (sol grignon). Ainsi nous notons les quantités 283.49 ppm dans le système « sol-grignon » de l'azote nitriques. Cependant, nous enregistrons des valeurs réduites dans le système témoins « sol » : 265.37 ppm de N-NO_3^-

De ce fait, la biostimulation de système sol par le grignon accroît la densité bactérienne et permet aux microorganismes de dégrader la matière organique, et de minéraliser l'azote organique avec le concours d'autres associations microbiennes du sol (**Richardson et Simpson., 2011**)

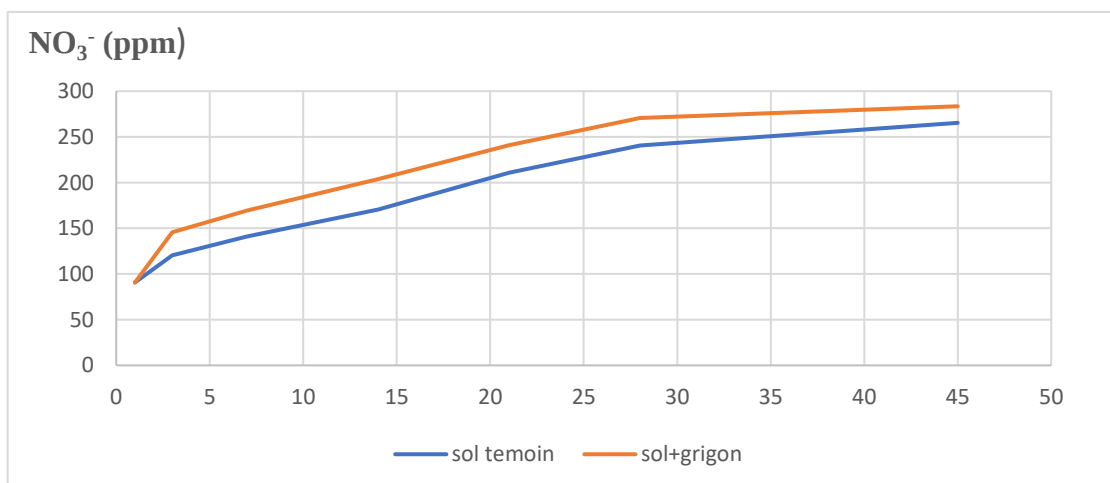


Figure 10 : Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de l'azote nitrique (NO_3^-) dans le sol pendant 45 jours.

Sur les 45 jours d'incubation, on constate une augmentation progressive de la concentration en NO_3^- , avec une pente plus marquée durant les deux premières semaines, suivie d'un plateau ou d'une légère stabilisation.

- **Phase initiale (J0–J15) :** Accroissement rapide du NO_3^- lié à une forte activité microbienne. Les microorganismes décomposent la matière organique riche en azote (protéines, acides aminés), libérant d'abord de l'ammonium (NH_4^+), qui est ensuite oxydé en nitrate (NO_3^-) par activité bactérienne nitrifiantes (Nitrosomonas puis Nitrobacter).
- **Phase intermédiaire à finale (J15–J45) :** Stabilisation ou léger ralentissement de la production de NO_3^- . Cela peut refléter une diminution de la matière organique disponible ou une saturation du système.

Le nitrate ainsi libéré est une forme directement assimilable par les plantes. Ce processus montre que le grignon d'olive peut jouer un rôle important dans l'amélioration de la fertilité azotée du sol, surtout en début de cycle cultural. Ce processus est effectué par plusieurs groupes de microorganismes : les décomposeurs, les ammonifiants de l'azote et les nitrifiants qui se substituent les uns aux autres, formant ainsi une fausse chaîne biologique (Zhang et al., 2016).

III.4 Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de phosphore organique (P_2O_5) dans le sol

L'analyse de variance des résultats montre que l'effet déchet d'olivier exerce une influence significative sur la production de P_2O_5 dans les traitements (Annexe 1 Tableau 2).

Nous enregistrons après 45 jours d'incubation une quantité de minéralisation de phosphore organique de 26.08 ppm dans le système SG. Cependant cette quantité notée dans le système témoin sol S est de 16.54 ppm (figure 11). Donc, on observe une augmentation modérée et continue de la teneur en P_2O_5 , avec des variations moins marquées que pour l'azote.

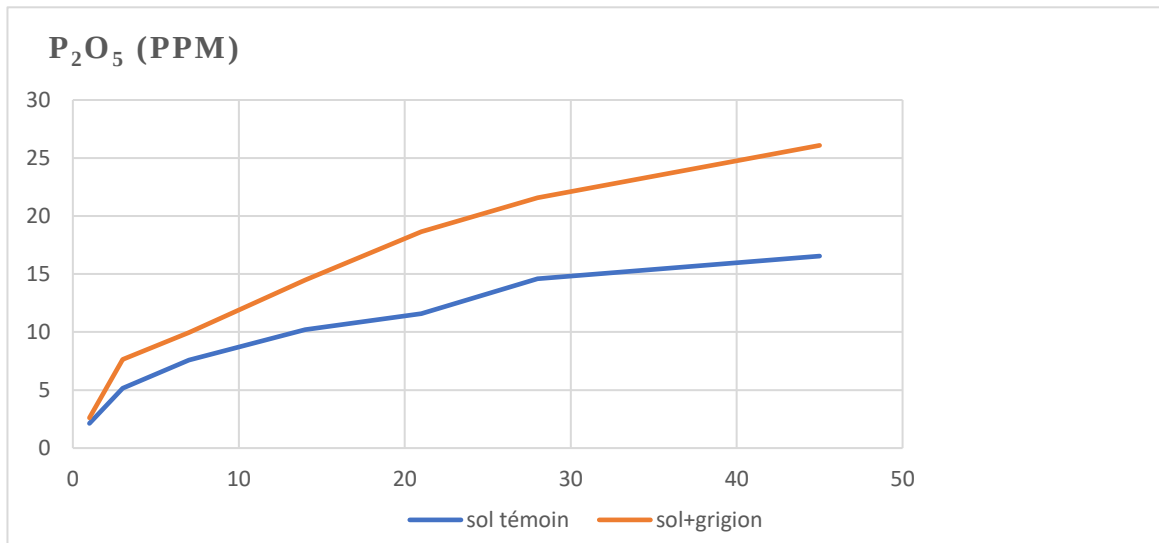


Figure 11 : Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de phosphore assimilable (P_2O_5) dans le sol pendant 45 jours.

Le phosphore organique est souvent présent sous forme de phytates, phospholipides ou nucléotides. Ces formes ne sont pas immédiatement disponibles pour les plantes. Avec l'appui des microorganismes, des acides organiques produits durant la décomposition peuvent aussi solubiliser les phosphates mais mal assimilables (**Terrabiotec. S. d.**), d'une part. D'autre part, cette activité microbienne génère des enzymes phosphatases qui hydrolysent ces composés, libérant du P_2O_5 soluble (**Lagrange, 2009**).

En telle sorte que, le phosphore organique contenu dans le grignon est progressivement minéralisé. La libération progressive de ce type de phosphore est bénéfique pour la croissance végétale, notamment le développement racinaire et la floraison. Donc, le grignon agit comme un engrais à libération lente, ce qui limite les pertes par lessivage ou fixation dans le sol. Des résultats similaires ont été observés par (**Rfaki et al., 2015**).

III.5 Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de Potassium assimilable (K_2O) dans le sol

L'analyse de variance des résultats montre que l'effet de grignon d'olive exerce une influence très significative sur la production de K_2O des traitements (Annexe tableau)

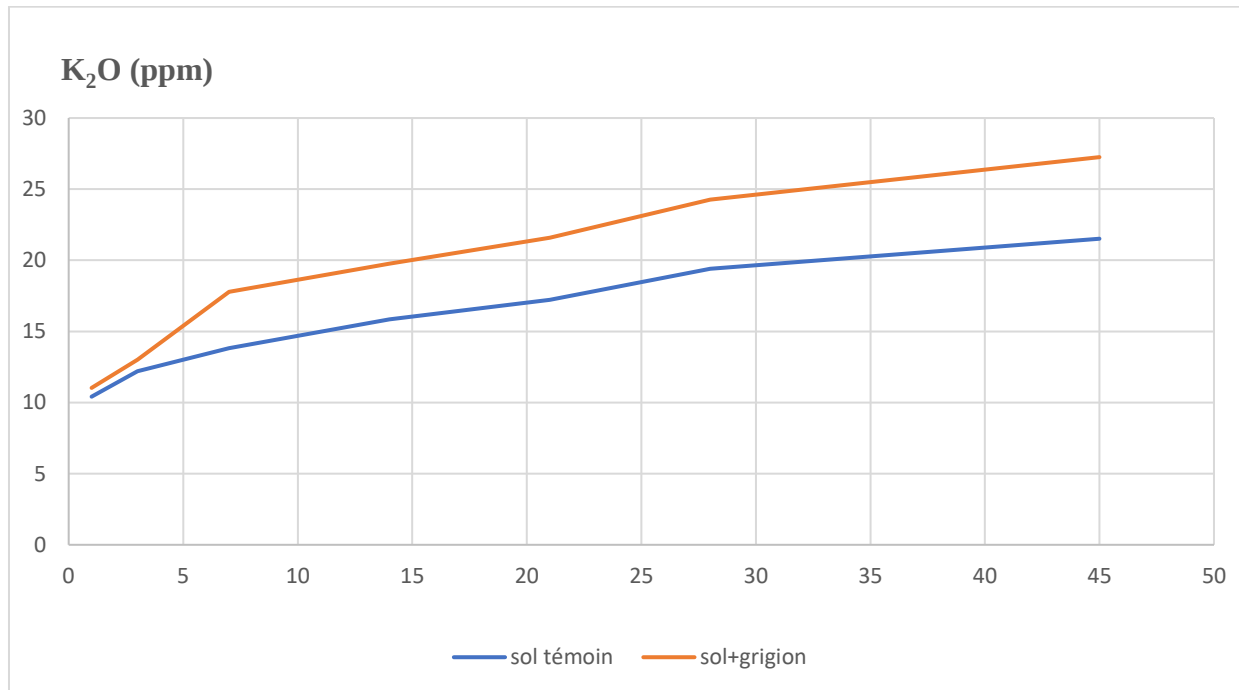


Figure 12 : Effet d'un grignon d'olive sur l'évolution de potassium assimilable (K_2O) dans le sol pendant 45 jours.

L'examen de figure révèle que la quantité dans le système « sol-grignon » est de 27.25 ppm sur une période de 45 j d'incubation. En l'absence de ce type de MO (sol témoin), cette quantité atteint la valeur de 21.51 ppm (figure 12). L'effet de ce produit est alors favorable sur l'activité des microflore telluriques qui montre une augmentation rapide et continue du potassium assimilable, particulièrement marquée dès les premiers jours.

Cette action stimulante serait due à différents mécanismes, d'abord la matière organique améliore l'activité microbienne. En apportant du carbone et des nutriments. En conséquence, le grignon renforce la population microbienne du sol. Ce qui facilite la désorption du potassium fixé sur les colloïdes du sol. Puisque, le potassium est souvent fixé (adsorbé) sur les particules fines du sol (argiles, humus, etc., appelés colloïdes) (Zhang et al.,2010).

Dans le même sens, à l'aide de cette activité microbienne, certains acides organiques libérés, qu'elle peut, modifier le pH local ou la charge des colloïdes, Ce qui précédemment fixé. Ce potassium devient progressivement soluble dans la solution du sol, et donc disponible pour les racines des plantes.

Conclusion générale

Pour conclure, il est à noter que dans un contexte où la gestion durable des déchets d'agriculture et la préservation de la fertilité des sols deviennent des priorités pour les systèmes de production agricole, ce travail a visé à évaluer le potentiel agronomique du grignon d'olive comme amendement organique. La présente expérimentation s'est déroulée durant 45 jours au sein de conditions contrôlées a révélé l'impact de l'incorporation de ce sous-produit sur la dynamique des macro-éléments nutritifs dans un sol argileux Mitidjienne de couleur foncé, favorable à l'agriculture de la région de Soumaa.

Les résultats obtenus ont clairement mis en évidence une amélioration significative des teneurs en NPK dans les sols traités avec du grignon d'olive, comparativement au sol témoin:

- L'azote nitrique (NO_3^-) a connu une hausse notable dès les premières semaines, signe d'une intense activité microbienne favorisant la minéralisation de l'azote organique ;
- Le phosphore assimilable (P_2O_5) a augmenté de manière progressive grâce à l'action des phosphatases libérées par les micro-organismes ;
- Le potassium (K_2O) a également montré une nette amélioration, probablement facilitée par la désorption du potassium fixé sur les colloïdes du sol, sous l'effet des acides organiques produits.

Ces observations confirment que le grignon d'olive, riche en matière organique et en éléments minéraux, peut jouer un rôle déterminant dans l'amélioration de la fertilité des sols tout en contribuant à une gestion écologique des déchets issus de l'oléiculture.

En plus de, ce type des sols (argileux) peuvent être lourds et compacts et peut provoquer un tassement du sol, surtout lorsqu'ils sont humides et en cas de sécheresse, la surface d'un sol argileux peut se fissurer et être facilement emportée par le vent ou le ruissellement (érosion). L'ajout de grignon et l'utilisation de techniques culturales adaptées peuvent améliorer leur structure et leur fertilité, les rendant plus propices à la culture.

En se basant sur ce bénéfice, plusieurs recommandations peuvent être suggérées :

- L'utilisation du grignon d'olive comme amendement organique s'inscrit pleinement dans une stratégie de transition agroécologique, alliant valorisation de déchets et amélioration de la qualité agronomique des sols.
- Toutefois, pour confirmer ces résultats prometteurs, il serait pertinent d'élargir l'étude à des essais en plein champ, sur différentes cultures et sur des cycles végétatifs plus

longs. Une évaluation de l'impact à long terme sur la structure du sol, la biodiversité microbienne et la productivité des plantes serait également nécessaire pour consolider les recommandations d'usage.

Listes des références

Listes des références

1. **Abdelmadjid H., 2013.** Grandes cultures éléments de pyrotechnie générale 1ère ED. T1. Le blé, 256p.
2. **ANONYME 3., 2014 :** Direction des statistiques agricoles (DSA) de Tizi-Ouzou : Statistique de l'oléiculture en grande Kabylie, bulletin annuel.
3. **Anonyme, 2005.** La fertilisation. Union des Industries de la Fertilisation. 7ème édition. Unifa, 37p.
4. **Anonyme, 2017.** Manuel d'utilisation des engrais. Grandes cultures, arboriculture, cultures maraichères et industrielle. Ed. Ferital 2017, pp 10-14.
5. **Aouali S., douici., khalfi A., 2009.** Recueil des principes maladies fongiques des céréales en Algérie. ITGC. El harrache. Alger, pp 4-20.
6. **Arifin, D., Perkins, HF., Tan, KH. 1973.** Potassium fixation and reconstruction of micaceous structures in soil. Soil Sci.116, 31-35.
7. **Barre, P., Montagnier, C., Chenu, C., Abbadie, L., Velde, B. 2008.** Clay minerals as a soil potassium reservoir: observation and quantification through X-ray diffraction. Plant Soil, 302(1), 213–220
8. **Benmoussa, N. (2017).** Étude de la valorisation énergétique des grignons d'olive caractérisation physico-chimique et essais de combustion. Mémoire de Master, Université Saad Dahlab de Blida 1. Disponible sur : <http://dspace.univ-blida.dz/>
9. **Betaiche, M. (2015).** Valorisation biologique des déchets oléicoles : production de bio-méthane, biofertilisants et enzymes ligno-cellulolytiques.....
10. **Bouabid, R, Badraoui, M and Bloom, PR. 1991.** Potassium fixation and charge characteristics of soil clays. Soil Sci. Soc. Am. J. 55, 1493–1498.
11. **Boulahlib, M., & Nadir, N. (s.d.).** *Mémoire de Master*. Université Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Document cité dans plusieurs revues et études académiques.
12. **Boulal H., Zaghouane O., Mourid M., Rezgui, S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le maghreb (Algérie. Maroc. Tunisie), 176p.
13. **Boulanger, A. (2011).** Préparation d'un déchet ménager pour l'optimisation du potentiel et de la cinétique méthanogène Mémoire de thèse, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement AgroParisTech (p316).

14. **Cécile Le Galliard**..... Formation en gestion des résidus de moulin suivi à Arico (Tenerife) en mai 2022 dispensée par l'Université de la Laguna, Grignon d'olive, *Huile de grignons d'olive*.
15. **Darvishi, H. (2012)**. Valorisation des sous-produits de l'oléiculture : potentiels et perspectives. *Journal des Sciences Agricoles*, pp 49–52. Disponible sur : <https://books.google.dz/books?id=ljCaDwAAQBAJ>
16. **Épisciences**. (2023). Épijournal de l'Informatique et des Données (EID). Disponible sur : [1. https://www.episciences.org/journals/eid](https://www.episciences.org/journals/eid)
17. **FAO., 2003**. Les engrais et leurs applications, quatrième édition, 77p.
18. **Filip Z (1973)** Les minéraux argileux en tant que facteur influençant l'activité biochimique des microorganismes du sol. *Microbiological Folia* 18 ,56–74.
19. **Giraud, T. E. (s.d.)**. *Document sur la dynamique des écosystèmes* [PDF]. Institut de Recherche pour le Développement (IRD). Disponible sur : https://www.aquaref.fr/system/files/Aquaref_F1f_2018_Isotopes_Nutriments_Metaux_VF.pdf
20. **Hopkins 2003**. Physiologie végétale. 1ère édition. Deboeck, 514p.
21. **Institut Marocain de Normalisation (IMANOR)**. (2001). *Produits alimentaires — Dosage de l'azote total selon la méthode de Kjeldahl* (NM 08.3.030:2001). Rabat, Maroc : IMANOR.
22. **Ismaili-alaoui M., Kamal M., Kaderni A., Morin A., Roussos S., Houde A. (2002)**. Valorisation of moroccan olive cake using solid state fermentation. In new horizons in biotechnology, Roussos S., Soccol C. R., Pandey A., Augur C. (Eds). Kluwer Academic publishers, Dordrecht, chapter 4, 35-41.
Disponible sur: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers20-07/010045172.pdf
23. **Kalloum S, Khelafi M, Djaafri M, Tahri A et Touzi A. (2007)**. Etude de l'influence du pH sur la production du biogaz à partir des déchets ménagers. *Revue des Energies Renouvelables*. Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu, 01000Adrar Vol. 10 N°4 (2007) 539–543, p 540.
24. **Kjeldahl, J. (1883)** A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22, 366-382.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151>
25. **Lagrange A**. *Études écologique et microbiologique des espèces du genre Costularia (Cyperaceae), pionnières des sols ultramafiques de Nouvelle-Calédonie : application à*

- la restauration écologique* [Thèse de doctorat]. Nouméa : Université de la Nouvelle-Calédonie, 200.
26. **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.
 27. **Nefzaoui, 1987.** Valorisation des sous-produits de l'olivier. In: Tisserand J.-L. (ed.), Alibés X. (ed.). Fourrages et sous-produits méditerranéens, p6.
 28. **Olsen S. R., Cote C. V., Watanabe F. S., Dean L. A., 1954.** Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circular 939, 8 p.
 29. **Ranalli, G., Alfano, G., Bahammi, M., Belli, G., & Lustrato. (2003).** Gestion des sous-produits de la filière oléicole au Maroc. Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel, 8, 5-59.
 30. **République Algérienne Démocratique et Populaire. (2001).** Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. Journal Officiel de la République Algérienne, n°77. Disponible sur : <https://www.joradp.dz/FTP/Jo-Francais/2001/F2001077.pdf>
 31. **Rfaki A, Nassiri L and Ibijbjen J 2015** Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Rhizosphere of Faba Bean (*Vicia faba* L.) in Meknes Region, Morocco. British Microbiology Research Journal. 6(5): 247-254. www.sciencedomain.org
 32. **Roussas, S., Perraud-Gaime, I., Lakhtar, H., Aouidi, F., Labrousse, Y., Belkacem, N., ... & Artaud, J. (2009).** Valorisation biotechnologique des sous- produits de l'olivier par fermentation en milieu solide. Olive bioteq, 26, 52-59.
 33. **Senani, S. (2012).** Composés phénoliques des déchets d'olives et leurs applications pharmacologiques. *Revue de Phytothérapie Appliquée*, 6(1), 33–41. Disponible sur : <https://ieeexplore.ieee.org/document/6254957>
 34. **Sihamdi, N. (2020).** Valorisation de grignon d'olive comme support pour la production. Mémoire de Master, Université Frères Mentouri Constantine.
 35. **Soltner., 2003.** Les basses des productions végétales. Ed. 23ème T1. Le sol et son amélioration, 464p.
 36. **Terrabiotec. (s. d.).** *Déblocage du phosphore non assimilable*. Terrabiotec. Repéré le 9 juin 2025. Disponible sur : <https://www.terrabiotec.com/deblocage-du-phosphore-non-assimilable>

- 37. Van Soest, P. J., & Goering, H. K. (1970).** *Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications)*. USDA Agricultural Handbook No. 379. Washington, DC: United States Department of Agriculture.
- 38. Wood, L.K., Turk, E.E. 1941.** The adsorption of potassium in soils in non-replaceable form. *Soil Sci Soc Am Proc.* 5, 152-161. 941.036159950005000C0026x.
- 39. Zbakh, H., et El Abbassi, A. (2012).** Potential use of olive mill wastewater in the preparation of functional beverages: A review. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 53-62. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464612000035>
- 40. Zhang B., H. Deng, H.L. Wang., R. Yin, P.D.Hallett, B.S.Griffiths and T.J.Daniell, 2010.** Does microbial habitat or community structure drive the functional stability of microbes to stresses following re-vegetation of a severely degraded soil? *Soil Biol. Biochem*, 42(5): 850–859.
- 41. Zhang M, Y. Teng, Y. Zhang, Z. Xu. 2016.** Effects of nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate and fungicide iprodione on soil fungal biomass and community : based on internal transcribed spacer region. *Journal of Soils and Sediments*. 17(12), 1–9.

Annexes

Annexe 01 :**Tableau 1 :** Analyse de variance (effet grignon sur le NO_3^-)

SV	DDL	SCE	CM	F_{cal}	$\text{Pr}>f_{\text{cal}}$
Facteur	1	3.45	13.45	4.08*	$\text{Pr}<0,05$
Résiduelle	5	54.30	3.47		
Totaux	6	57.75			

Tableau 2 : Analyse de variance (effet grignon sur le P_2O_5)

SV	DDL	SCE	CM	F_{cal}	$\text{Pr}>f_{\text{cal}}$
Facteur	1	3.45	13.45	4.08*	$\text{Pr}<0,05$
Résiduelle	5	54.30	3.47		
Totaux	6	57.75			

Tableau 3 : Analyse de variance (effet grignon sur K_2O)

SV	DDL	SCE	CM	F_{cal}	$\text{Pr}>f_{\text{cal}}$
Facteur	1	637,66	318,830	3.23*	$\text{Pr}<0,05$
Résiduelle	5	2369,016	98,709		
Totaux	6	3006,676			

Annexe 02 : la composition chimique et physicochimique du grignon

Composition	Principe de détermination	Reference labo
L'Extrait sec total	L'élimination de l'eau par séchage à une température définie jusqu'à poids constant (105°C / 12h)	NM ISO 5534-2001 3.2
Les cendres	L'extrait sec est pré calciné, et incinéré dans un four électrique à 500°C / 5h à 6h.	NM ISO 749-2007 3.3
La Matière azoté totale	A été déterminée par la méthode de Kjeldahl	NM 08.3.030-2001 3.4
La matière grasse	Elle est déterminée en utilisant la méthode de soxhlet	NM 08.5.054-1996 3.5
Les fibres	Les différentes analyses de détermination de la teneur en constituants pariétaux ont été effectués	

	selon la méthode de Van Soest et Goering Hk (1970)	/
PH	Mesuré à l'aide d'un pH-mètre,	/
K ⁺ , Ca ⁺² , Mg ⁺² , PO ₄ ³⁻	Spectroscopie d'émission atomique (AES) et	/
Les oligo-éléments	Spectroscopie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS)	/

Annexe 3 : Caractéristiques des propriétés physico-chimiques du sol

Caractéristiques physico-chimiques	Unité de mesure	Sol de Soumaa	
Granulométrie	%	Sable	25
		Limon	30
		Argile	45
Classes texturale	Triangle de texture GEPPA	Argileuses	
PH	-	7.81	
Conductivité électrique CE	µs/cm	97.19	
Capacité de rétention en eau CR	%	33.21	
Calcaire total	%	5.9	
K	Ppm	164.10	
Na	meq/100g	0.84	
Mg	meq/100g	1.98	
Ca	meq/100g	19.45	
P (Olsen)	Ppm	8.75	
P _T	Ppm	184.19	
N _T	%	0.16	
C	%	194	
MO	%	3.34	

Annexe 4 : Caractéristiques physico-chimique du grignon d'olive

Caractéristiques	Valeurs	Unité
Humidité	61.09	%
Matière Sèche	75–80	
Matières minérales	3–5	
Cellulose brute	35–50	
Matières Grasses	11.76	
C ORG	45.67	
PH	5.15	/
Mat. Az. Totales	1.9	Mg/g
P t	0.78	
K T	1.97	
Zn	21.09	
Mg	12.09	
Composés phénoliques	12,37	

Annexe 5 : Méthodes d'analyses des sols**1. La granulométrie**

La texture du sol a été déterminée selon la méthode employant la pipette Robinson. En effet, après attaque, dans une éprouvette, de 20 g de sol tamisé à 2 mm par l'eau oxygénée H_2O_2 à 110 v et dispersion des particules par l'hexametaphosphore de Na, il est ensuite procédé au prélèvement après agitation à la pipette de Robinson de 10 ml de la suspension après environ 8 heures de décantation. Le pourcentage d'argile est calculé après séchage à l'étuve à 105 °C et pesée de la charge solide contenue dans les 10 ml prélevés à la pipette Robinson. Pour la détermination des différentes classes texturales, le diagramme utilisé est le triangle de textures GEPPA (Baize D., 1995).

2. La capacité de rétention en eau

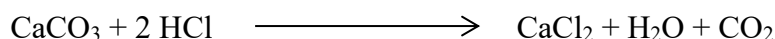
La méthode consiste à saturer le sol avec de l'eau et laisser ressuyer pendant 48 h. On effectue une pesée à l'état humide puis l'échantillon est mis à l'étuve à 105°C pour une dessiccation. La différence de poids correspond à l'eau de la capacité de rétention.

3. Le pH

La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH mètre selon un rapport sol /eau de 1 /2,5.

4. Le Calcaire total

La teneur en calcaire total est obtenue grâce au calcimètre de Bernard. Cette méthode consiste à décomposer les carbonates du sol par l'acide de HCl (6N) et à mesurer le volume de gaz carbonique dégagé selon la réaction :



5. Le carbone total (Méthode d'Anne modifiée) :

La méthode utilisée consiste à oxyder le carbone organique contenu dans un échantillon par du bichromate de potassium à 8% en milieu sulfurique à chaud. La quantité de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ réduite est proportionnelle à la teneur en carbone organique, l'excès de bichromate est titré par du sel de MOHR 0,2 N.

6. La matière organique

La matière organique est obtenue selon la formule suivante :

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

7. L'azote total

Le dosage de l'azote total s'est fait par la méthode de Kjeldhal, celle-ci consiste à oxyder l'échantillon de sol par l'acide sulfurique concentré porté à ébullition, ce dernier se comportera alors comme agent oxydant. Les substances organiques sont décomposées : le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacal. Ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammonium. Pour accroître l'action oxydante du H_2SO_4 , on élève sa température d'ébullition en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium ; ces derniers jouent le rôle de catalyseurs. Lorsque la matière organique a été totalement oxydée la solution contenant le sulfate d'ammonium est récupérée. Il sera ensuite procédé au dosage de l'azote ammoniacal par distillation, après l'avoir déplacé de sa combinaison par une solution de soude en excès. L'ammoniac est ensuite recueilli dans un vase à doser et le dosage s'effectue à l'aide d'acide sulfurique et en présence d'un indicateur de pH.

8. Dosage de l'azote minéral (l'azote ammoniacal, l'azote nitrique)

Le dosage de l'azote minéral s'effectue selon la méthode de Drouineau et Gouny in Bonneau et Souchier, (1979). Cette technique de dosage consiste à extraire l'ammonium et les nitrates par une solution saline de (CaCl_2 , 1N). Après extraction des sels ammoniacaux et des nitrates sur la même prise d'essai, il sera procédé à la distillation, par l'ajout d'une solution de soude NaOH. Dans un premier temps de l'ammonium sera piégé dans de l'acide borique 1% puis dosé par titration à l'aide de l'acide sulfurique à N/10 et en présence d'un indicateur de pH. Le même procédé sera utilisé pour le dosage de l'azote nitrique mais après sa transformation à l'état gazeux (azote ammoniacal) par l'adjonction de l'alliage de Dewarda.

9 Le phosphore assimilable

Le dosage du phosphore assimilable s'effectue selon la méthode d'Olsen (Olsen, 1954) L'extraction des formes de phosphore solubles se fait grâce à la formation d'acide carbonique par dissolution de bicarbonate de sodium ; les orthophosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium en milieu acide pour donner de l'acide phosphomolybdique qui est réduit par l'acide ascorbique en bleu de molybdène dont l'absorbance est proportionnelle à la concentration en phosphore à 660 nm, par spectrophotomètre Genesys

10. Dosage du Potassium assimilable par attaque à l'acide nitrique bouillant

Réactifs : Acide Nitrique 1,0 N Acide Nitrique 0,1 N

Mode opératoire : 2,5 g de sol finement broyé sont placés dans un erlenmeyer de 125 ml.

Ajouter 25 ml HN03 1,0 N. Chauffer jusqu'à ébullition et maintenir l'ébullition douce pendant 10 mn. Filtrer sur une fiole de 100 ml. Laver le sol avec 4 fractions de 15 ml d' HN03 0,1 N et compléter à 100 ml. K est dosé par émission de flamme.

Annexe 6 : Données expérimentales sur la concentration de NPK dans les traitements**Tableau 4 : Données expérimentales sur la concentration d'azote dans les sols (R1, R2, R3)**

Jours	sol(R1)	sol (R2)	sol (R3)	Moyennes
1	91.01	90.02	91.21	90.74667
3	120.11	120.18	121.13	120.4733
7	141.33	140.24	141.53	141.0333
14	171.41	170.22	170.23	170.62
21	210.91	210.82	210.87	210.8667
28	240.19	240.21	241.01	240.47
45	265.01	264.05	267.06	265.3733

Jours	S+G(R1)	S+G(R2)	S+G(R3)	Moyennes
1	90	91	91	90.66667
3	145.81	145.94	144.74	145.4967
7	167.15	170.28	171.01	169.48
14	201.25	204.31	205.42	203.66
21	241.71	240.68	240.8	241.0633
28	271.32	271.02	270.09	270.81
45	289.07	281.19	280.22	283.4933

Tableau 5 : Données expérimentales sur la concentration de phosphore dans les sols (R1, R2, R3)

Jours	sol(R1)	sol (R2)	sol (R3)	Moyennes
1	2.15	2.11	2.12	2.126667
3	5.22	5.19	5.09	5.166667
7	7.21	7.25	8.28	7.58
14	10.34	10.35	9.91	10.2
21	12.19	11.21	11.35	11.58333
28	14.28	15.29	14.24	14.60333
45	17.19	16.18	16.27	16.54667

Jours	S+G(R1)	S+G(R2)	S+G(R3)	Moyennes
1	2.01	2.94	2.87	2.606667
3	7.09	8.01	7.84	7.646667
7	10.27	9.28	10.31	9.953333
14	14.91	14.84	13.71	14.48667
21	18.34	19.32	18.28	18.64667
28	21.19	22.26	21.31	21.58667
45	25.41	26.42	26.43	26.08667

Tableau 6 : Données expérimentales sur la concentration de potassium e dans les sols (R1, R2, R3)

Jours	sol(R1)	sol (R2)	sol (R3)	Moyennes
1	10.12	11.03	10.09	10.41333
3	12.19	12.19	12.21	12.19667
7	14.09	14.19	13.2	13.82667
14	15.16	16.15	16.25	15.85333
21	16.25	17.21	18.22	17.22667
28	19.09	20.08	19.07	19.41333
45	21.17	22.18	21.19	21.51333

Jours	S+G(R1)	S+G(R2)	S+G(R3)	Moyennes
1	11.21	10.18	11.03	10.80667
3	13.03	14.04	13.01	13.36
7	16.23	16.34	17.78	16.78333
14	18.71	19.78	19.76	19.41667
21	20.67	21.68	21.58	21.31
28	23.19	23.29	24.27	23.58333
45	26.01	25.45	27.25	26.23667

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

Université Saad Dahleb Blida -01-

Domaine : Faculté de Science de la Nature et de la Vie

Département : Biotechnologie et Agro-écologie



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de

Master en Science Agronomiques

Spécialité : Système de production agro-écologique

**L'effet de la valorisation des déchets d'olivier sur
la dynamique de disponibilité des éléments majeurs
(N, P, K) pour l'amélioration des sols de la région de Mitidja**

Présente par :

OUAROU MAROUA

BOULAHIA YOUSRA

CHP
my

Devant les membres du jury :

- | | | | |
|-----------------|---------------|-------|-------------|
| • Président : | Dr ZOUAOUI.A | M.C.A | USD. Blida |
| • Examinateur : | Dr DEROUCHE.B | M.C.B | USD. Blida. |
| • Encadreur : | Dr CHELOUFL.R | M.C.B | USD. Blida. |

Année universitaire 2024/2025