

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers



Département : **Agronomie**

MEMOIRE Présenté par :

MELIANI Yahya Omar

CHERIFI Mohamed Ilyes

En vue de l'obtention du :

Diplôme de MASTER En *Production végétale*

Thème :

Contribution à la préparation d'un composte à base de grignons d'olives dans la région de Tlemcen.

Soutenu le : **10 / 10 / 2024**

devant le jury composé de :

Président	Mr. BENDI DJELLOUL Municip	MCA	Université de Tlemcen
Encadrant	Mr. KADDOUR HOCINE Amar	MAA	Université de Tlemcen
Examinatrice	Mme. LAKEHAL Sara	MCB	Université de Tlemcen

Année Universitaire : 2023/2024

Dédicaces

Au moment de conclure ce travail de thèse, je tiens à exprimer ma plus profonde gratitude à tous ceux qui m'ont soutenu tout au long de ce parcours académique. Mes premiers remerciements vont à mes parents, dont l'amour inconditionnel et les sacrifices m'ont permis de mener à bien ce projet. Je suis également reconnaissant à mes amis fidèles qui ont été des piliers tout au long de ce processus : Lahcen Zeghoudi, Lhaj Ben Salem, mes frères Moulay et Mohamed, Oussama Davy, Amine Belouti, Grine Youcef, Belhadj Mohamed El Amine, Bekhti Mokhtar, Bekhti Hicham, Nehad Aymen et Nor Cherif. Votre amitié et votre soutien ont été inestimables. Je n'oublie pas tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de cette thèse : vos conseils et votre bienveillance ont été précieux.

Enfin, je remercie l'ensemble du corps enseignant et administratif de mon institution pour leurs conseils. Ce travail est le fruit d'un effort collectif, et je suis profondément reconnaissant à chacun d'entre vous d'avoir rendu cette réalisation possible.

Meliani Yahya Omar

Au nom de Dieu et que les prières et la paix soient sur notre maître Muhammad, que Dieu le bénisse et lui accorde la paix. Chaque début a une fin, et comme il est beau de donner à une personne ce qu'elle a de plus précieux. Je ne peux pas, ici, ouvrir ma dédicace à ce que la Vérité, le Tout-Puissant, le Très-Haut, a dit à leur sujet : « Et dire : 'Mon Seigneur, aie pitié d'eux comme ils m'ont élevé quand j'étais petit.' »
À celle qui m'a allaité avec une morale vertueuse et m'a sevré par le travail sanctifiant et la persévérance, « ma mère bien-aimée ».

À celui qui a éclairé mon chemin et m'a inculqué l'amour de la foi et du savoir jusqu'à ce que j'atteigne ce que je suis, « mon honorable père ».

A ceux dont j'ai embrassé la tendresse les plus beaux jours de ma vie. ...A mon compagnon d'université, Osama ouahadj, que Dieu ait pitié de lui

À ceux qui m'ont aidé et donné un coup de main dans ce travail, à mes amis, en particulier Meliani Yahya Omar, et à tous mes amis et collègues du Département de l'agronomie, avec mes meilleurs vœux pour un avenir radieux, une bonne santé et un bon bien-être.

A ma ville, Nedrouma.....

À tous ceux que mon cœur portait et que ma plume n'écrivait pas. .

Cherifi Mohammed ilyes

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I Synthèse bibliographique.....	3
1. L'oléiculture en Algérie	4
1.1. Les variétés de l'olivier.....	7
1.2. L'oléiculture dans la région de Tlemcen.....	8
1.3. Production d'huile d'olive en Algérie.....	8
1.4. Production d'huile d'olive dans la wilaya de Tlemcen.....	10
1.5. Processus d'extraction d'huile d'olive	10
1.6. Les sous-produits générés de l'extraction d'huile d'olive	12
1.6.1. La margine.....	12
1.6.1.1 Définition des margines	12
1.6.1.2. Composition chimique des margines	14
1.6.2. Grignon	14
2. Traitement et valorisation des sous-produits oléicoles	15
2.1. Gestion des déchets	16
2.2. Impact des margines et de grignon sur l'environnement	17
2.3. Valorisation de margine	18
2.4. Valorisation de grignon.....	21
Chapitre II L'agriculture biologique et les biofertilisants.....	23
1. Généralité sur l'agriculture biologique	24
1.1. Agriculture biologique	24
1.2. Agriculture conventionnelle.....	24
1.3. Conversion	24
1.4. Marque AB.....	25
2. Agriculture biologique en Algérie.....	26
2.1. Présentation d'Agriculture Biologique des pays du Maghreb et en Algérie.....	26

2.2. Genèse de l'AB en Algérie.....	27
2.3. Secteur de l'agriculture bio en Algérie	27
3. Les Bio fertilisation.....	28
3.1. Définition	28
3.2. Les différents types des biofertilisants.....	29
Chapitre III Compost.....	31
1. Compost	32
1.1. Les types de compost	32
2. Compostage.....	32
3. Les mécanismes impliqués.....	33
4. Facteur de réussite de compostage.....	35
5. Objectifs du Compostage	36
6. Maturation d'un compost.....	40
7. Caractéristiques agronomiques	42
Chapitre IV Matériels et méthodes.....	44
1. Matériels utilisés	46
1.1. Déchets oléicoles.....	46
1.2. Déchets animaux	47
2. Méthodes.....	48
2.1. Traitement des échantillons.....	48
2.1.1. Grignon d'olive	48
2.1.2. Crottes de mouton	48
3. Production du compost.....	48
4. Etude de faisabilité d'un projet de transformation du grignon d'olive en compost.....	49
4.1. Définition	49
4.2. Présentation du secteur.....	50
4.3. Aspects techniques	51
4.3.1. Processus :.....	52

4.3.2. Facteurs agissant sur le processus :	52
4.3.2.1. Facteurs internes :	52
4.3.2.2. Facteurs externes :	53
4.3.3. Méthodes pratiques de compostage :	54
4.3.3.1. Fermentation naturelle à l'air libre :	54
4.3.3.2. Fermentation accélérée	54
4.3.4. Etapes du compostage :	55
4.3.5. Qualité du compost :	56
4.3.6. Effets sur le sol :	57
4.3.7. Aspects commerciaux	57
4.3.8. Projets potentiels	57
4.3.8. 1. Evaluation du cout du Projet.....	57
5. Discussion	60
6. Conclusion.....	61
Références Bibliographiques	62
Références sites web	67
ملخص.....	68
Résumé.....	68
Abstract	68

Liste des Figures

Figure 1: Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne. Ministère de l'Agriculture et du Développement (Rural, 2008)	6
Figure 2 : Evolution de la superficie d'Olivier en Algérie pour la période 2000-2013	6
Figure 3 : Evolution de la production d'olive en Algérie pour la période 2000-2013	7
Figure 4 : Evolution de la production d'huile d'olive et des sous-produits pour la période.....	9
Figure 5 : Etapes d'extraction d'huile d'olive par système discontinu avec centrifugation à deux phases (CAR/PP, 2000)	11
Figure 6 : Quantité d'huile d'olive extraite et sous-produits en pourcentage (Mendil, 2009).....	12
Figure 7 : Bassin de stockage des margines (Taounate Francophone, 2014).....	13

Figure 8 : Synoptique des flux de gestion des déchets selon l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie française 2000 (ADEME, 2000).....	17
Figure 9 : Différentes filières de valorisation des margines.....	20
Figure 10: Différentes filières de valorisation des grignons d'olives.	22
Figure 11: le logo AB.	25
Figure 12: les principaux éléments organisationnels et institutionnels de l'agriculture biologique en Algérie (ABDELLAOUI, 2012 in HADJOU et al 2013).....	28
Figure 13: Les engrais.....	29
Figure 14: Les fumiers.....	30
Figure 15: Le compost.....	31
Figure 16: Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage. (Mustin, M. 1987).....	35
Figure 17: Grignons d'olive (originale).....	46
Figure 18: Boite en plastique pour mettre le mélange (originale).....	44
Figure 19: Crottes de mouton mélangé à de la paille de blé (originale).....	47
Figure 20: Le compost (originale).....	49

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Composition physico-chimique des margines.....	14
Tableau 2 : Caractéristiques des grignons bruts issus de divers procédés d'extraction d'huile (Trigui, 2008).....	15
Tableau 3: Rôles des éléments minéraux.....	39
Tableau 4: Conditions opératoires nécessaires pour une mise en œuvre optimale d'un procédé de compostage (HUMEAU.PH 2010).....	41
Tableau 5: Valeur agronomique (en kg / tonne de produit brut).....	42
Tableau 6: Éléments traces métalliques (en mg / kg MS).....	42
Tableau 7: La production des déchets solides en Algérie.....	50
Tableau 8: Origine, nature et périodes de pointe des déchets solides utilisés pour le compostage...51-52	51-52
Tableau 9: Rapport Carbone/Azote (C/N) de différents types de résidus organiques.....	53
Tableau 10: Types de composts et leurs utilisations en horticulture et agriculture biologique.....	57
Tableau 11: Utilisateurs de compost, besoins en fumier et déficit dans différents secteurs agricoles ...57	57
Tableau 12: Composantes, quantités et répartition des coûts pour l'installation d'une unité de compostage.....	58
Tableau 13: Répartition des fonds pour un nouveau promoteur avec prêt bancaire.....	59

Tableau 14: Production et valeur du compost en vrac et en sacs selon l'année de démarrage et l'année de croisière	59
Tableau 15: Coût des matières premières et dépenses annuelles pour l'année de démarrage et l'année de croisière d'une unité de compostage.....	59-60
Tableau 16: Résultat Brut d'Exploitation (RBE), Résultat Net d'Exploitation (RNE) et Cash-Flow sur trois ans et à l'année de croisière	16

Liste d'abréviations

AB : Agriculture Biologique

C/N : Carbone par rapport l'azote

C/P : Carbone par rapport le Phosphore

CE : Conductivité électrique

COT : Carbone Organique Total

D : Densité

DCO : Demande Chimique en Oxygène

IFOAM : International Fédération of Organic Agriculture Movements.

ISB : Indicateur de Stabilité Biologique

MM : Matière Minéral

MO : Matière Organique

T : Température

Introduction générale

L'Algérie se distingue sur la scène mondiale en tant que quatrième producteur d'olives de table et septième pour l'huile d'olive, avec une production annuelle qui dépasse les 100 millions de litres. Bien que la culture des olives, de différentes variétés et types, ait connu un essor qualitatif et qu'elle ait atteint l'autosuffisance, il reste nécessaire de renforcer les capacités de production, tant pour répondre à la demande intérieure que pour exploiter les opportunités d'exportation. Les mécanismes de transformation dans le système des cultures alimentaires doivent également être améliorés.

Les pratiques agricoles intensives en Algérie ont entraîné une dégradation progressive des sols, notamment en termes de perte de matière organique, de stabilité structurale, et de capacité à retenir les polluants, qu'ils soient organiques ou minéraux. Parmi les solutions proposées pour remédier à ces problèmes, l'apport de matières organiques extérieures, tel que le compost, constitue une méthode respectueuse de l'environnement, permettant de restaurer la fertilité des sols. En particulier, les sous-produits de l'extraction de l'huile d'olive, tels que les grignons et les eaux de végétation, sont riches en matières organiques et présentent un potentiel important pour le compostage. Ce mémoire se concentre donc sur la valorisation des grignons d'olives dans la région de Tlemcen par compostage, offrant ainsi une solution durable aux enjeux environnementaux liés aux déchets agricoles.

Le compostage, méthode ancestrale de stabilisation des déchets organiques, reste l'une des plus utilisées à travers le monde. Il s'agit d'un « processus biologique qui assure la décomposition des composants organiques des sous-produits et des déchets, et qui transforme ces derniers en un produit organique stable, riche en composés humiques : le compost ». La fabrication de compost permet de fermer le cycle des nutriments : le compost généré par l'agriculture doit être réutilisé pour assurer une gestion durable et respectueuse de l'environnement.

Dans ce contexte, la présente recherche a été menée afin de résoudre la problématique du traitement des déchets oléicoles par compostage. La base du processus repose sur l'utilisation de grignons d'olives, mélangés à du fumier de bétail et à de la sciure de bois. Ce mémoire propose une approche méthodologique permettant de répondre aux exigences du projet.

Le travail se divise en plusieurs chapitres : le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur l'oléiculture en Algérie et les sous-produits de l'extraction d'huile d'olive ; le deuxième aborde l'agriculture biologique et les biofertilisants, tandis que le troisième chapitre

se concentre sur les différentes méthodes de compostage. Enfin, le dernier chapitre expose les matériels et méthodes utilisés pour la production de compost à partir des grignons d'olives.

En conclusion, ce mémoire vise à démontrer l'efficacité du compostage des grignons d'olives en tant qu'approche durable et bénéfique pour l'agriculture locale. À travers cette étude, nous espérons apporter une solution viable à la gestion des déchets agricoles tout en contribuant à la préservation des sols de la région de Tlemcen.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. L'oléiculture en Algérie

La colonisation française a introduit une dualité dans l'oléiculture algérienne, créant un contraste entre les systèmes modernes et traditionnels de culture des oliviers. Afin de remédier à cela, l'État algérien a offert des aides qui se sont concentrées sur le secteur moderne (système de culture intensive) implanté dans la plaine oranaise, en particulier. Cette oléiculture coloniale se distingue par sa modernité par rapport à l'oléiculture traditionnelle des régions montagneuses. La marginalisation de l'oléiculture traditionnelle s'est accentuée durant les années 1950 et 1960, en grande partie à cause de la guerre d'Algérie, ce qui a conduit à l'abandon de vastes oliveraies, à l'incendie de nombreuses plantations et à la migration des populations rurales.

Après l'indépendance, l'oléiculture a bénéficié de plans de modernisation agricole mis en place par l'État algérien, visant à revitaliser ce secteur stratégique à travers des programmes de développement rural. Pendant les premières années, le patrimoine et le savoir-faire des colons ont été préservés. Les terres coloniales, qui ont été converties en domaines autogérés, ont bénéficié des ressources de l'État pour rester en vie. Les différents plans (1967-1969, 1970-1973, etc.) visaient à valoriser les zones déshéritées, à augmenter la production et à créer des emplois dans les zones rurales (Mendil, 2009).

Ces politiques se concentraient principalement sur le soutien financier aux oléiculteurs pour l'acquisition de matériel moderne, la construction de nouvelles huileries, la fertilisation des sols, et le développement de pépinières oléicoles. En 1969, l'Office National Algérien des Produits Oléicoles a été fondé pour développer la production, les méthodes de trituration (transformation), la formation et la vente des olives de table. Il n'y a pas eu les effets attendus, et la dualité entre les systèmes traditionnel et moderne s'est conservée, voire s'est accentuée.

Dans les années 1990-2000, la filière oléicole algérienne a subi des répercussions négatives. La crise sociale, économique et politique en Algérie a entraîné une diminution significative des ressources financières de l'État, ce qui a conduit à un désengagement sensible. Les populations des régions marginalisées ont été les premières à en être touchées.

À partir des années 2000, de nouveaux plans stratégiques ont été mis en place pour relancer la production d'huile d'olive en Algérie et atténuer les effets négatifs des décennies précédentes. L'agriculture algérienne a été modernisée grâce à deux nouveaux plans : le Plan National de Développement Agricole à partir des années 2000 et le Plan National de Développement Agricole et Rural à partir des années 2005. Les nouveaux programmes sont basés sur une

approche participative, l'engagement des populations locales et la mise en valeur des ressources locales. Les objectifs traditionnels sont toujours en vigueur :

Plan pour accroître la production d'huile d'olive dans les Hauts Plateaux et le Sud du pays selon l'Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (2013).

Élargissement des plantations et programme d'adaptation des systèmes de production aux régions de montagne ; renouvellement des plantations anciennes ; amélioration des rendements ; amélioration de la qualité des produits oléicoles ; modernisation des installations de broyage.

Le développement de l'oléiculture sur l'ensemble du territoire national selon le nouveau mode de production intensive a entraîné une augmentation de trois fois des plantations d'Olivier en Algérie au cours des dix dernières années. La superficie consacrée à l'oléiculture est passée de 168 080 hectares en 2000 à 348 196 hectares en 2013, ce qui produit 208 kg d'olives par hectare.

La filière arboricole la plus importante est l'oléiculture, qui couvre environ 38,7 % des terres agricoles du pays. Cela a permis à l'Algérie de se classer au 7ème rang mondial en tant que producteur d'oléiculture selon le Conseil oléicole international. D'après le Ministère de l'Agriculture et du Développement (Rural, 2013).

Le territoire oléicole est réparti en trois zones principales : le Centre (54,3 % de la superficie totale) ; l'Est (28,3 %) et l'Ouest (17 %) (figure I.1), selon l'Institut technique de l'Arboriculture et de la Vigne (2010). La majorité des oliveraies (80 %) se trouvent en montagne sur des terrains accidentés et côtiers peu fertiles. Ce qui reste (20 %) des oliveraies se trouve dans les plaines occidentales du pays, comme l'annonce le Ministère de l'Agriculture et du Développement (Rural, 2008).

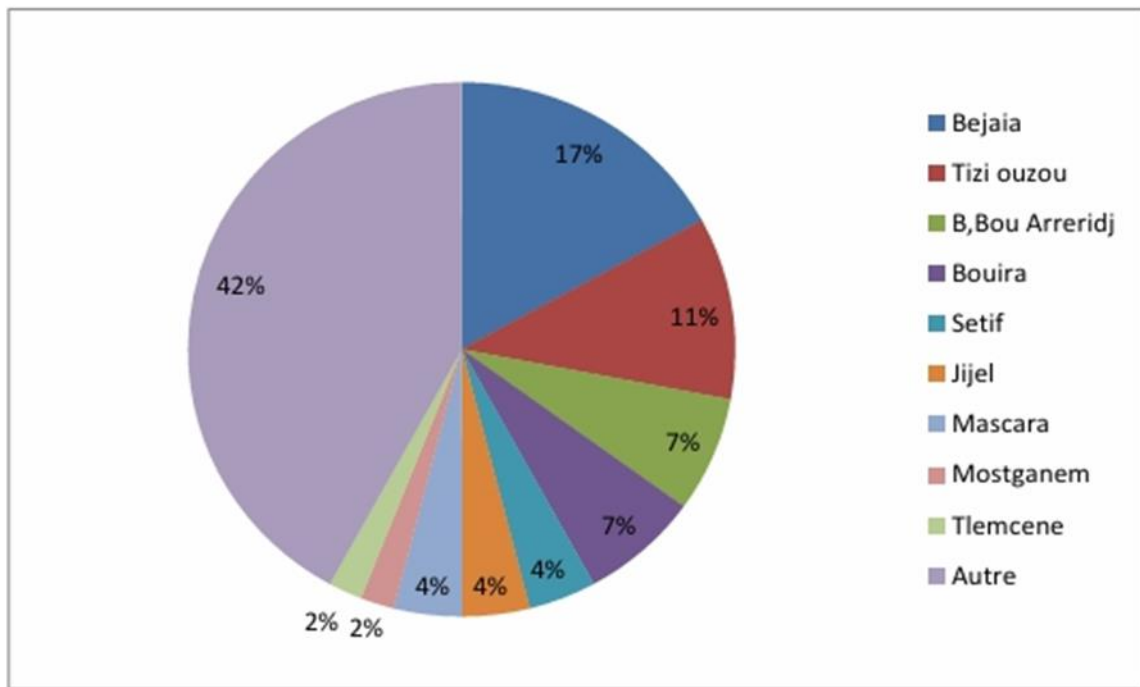


Figure 1: Répartition des zones géographiques de l'oléiculture algérienne. Ministère de l'Agriculture et du Développement (Rural, 2008)

La croissance continue de la superficie d'extension d'Olivier en Algérie entre 2000 et 2013. (Figure.2).En intégrant l'oléiculture dans le renouveau agricole rural, il a été possible de l'étendre à l'ensemble du territoire algérien et d'améliorer considérablement la production.

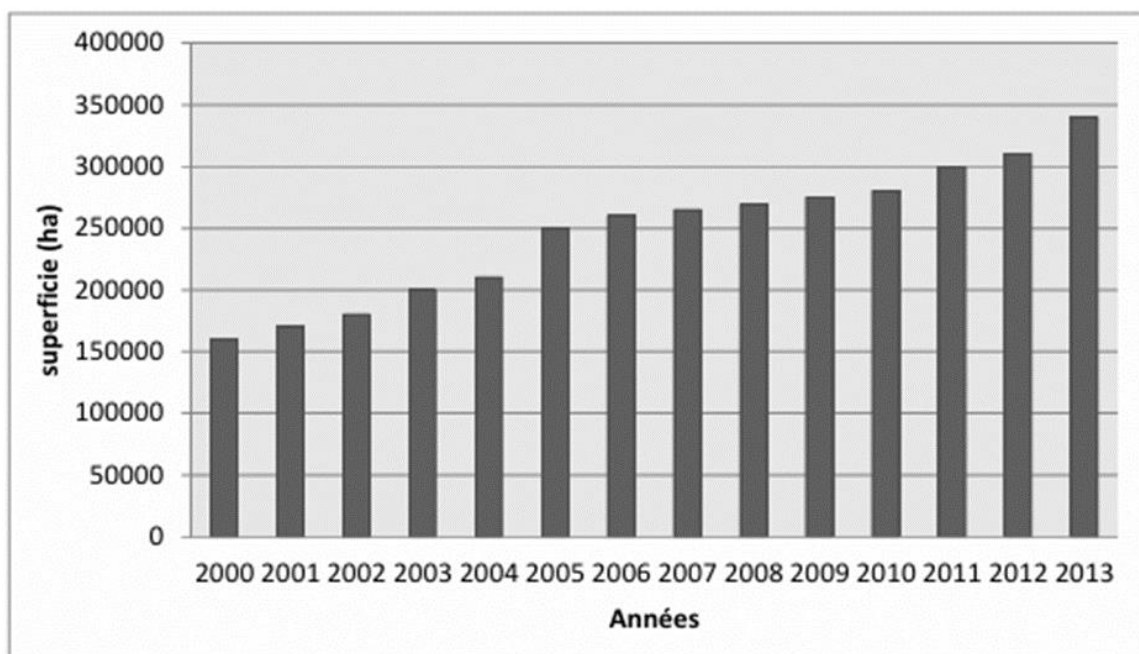


Figure 2 : Evolution de la superficie d'Olivier en Algérie pour la période 2000-2013

La production d'olives de table a connu une augmentation de quatre fois, passant de 346 730 qx en 2000 à 1 749 345 qx en 2013, tandis que celle de l'olive à huile atteint 4 038 055 qx en 2013, alors qu'en 2000 elle était de 1 824 390 qx, (figure I.3) selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement. (**Rural, 2013**).

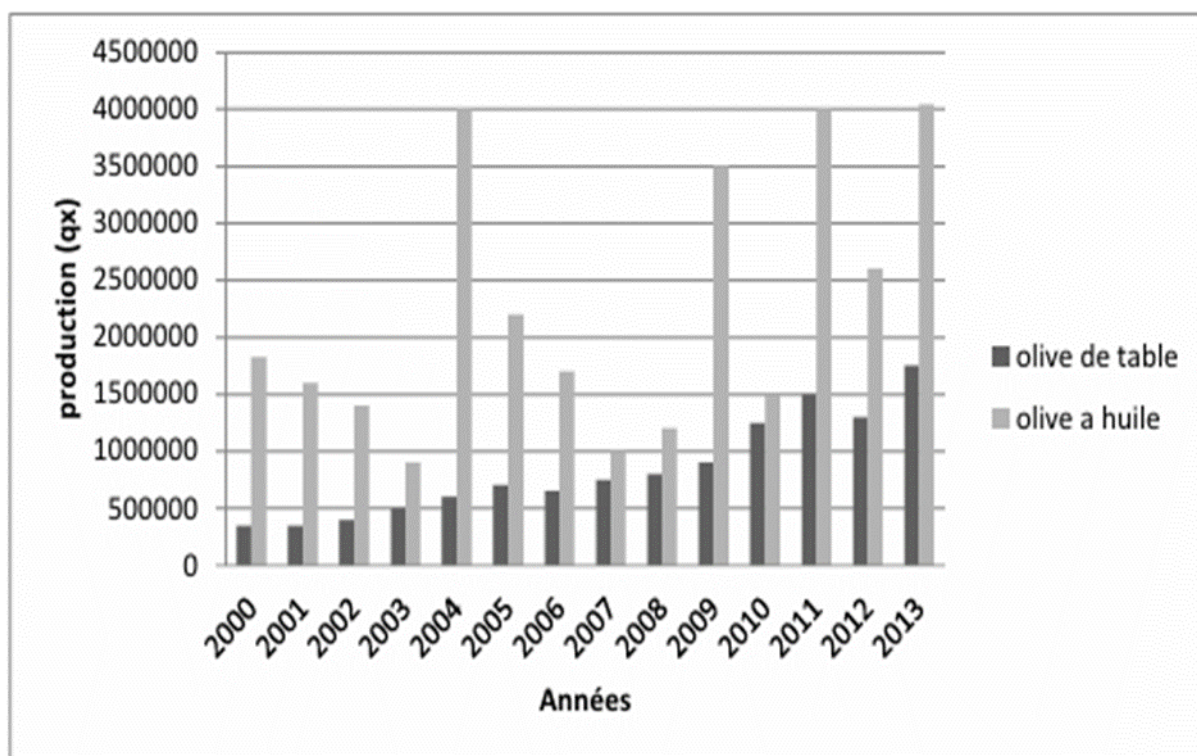


Figure 3 : Evolution de la production d'olive en Algérie pour la période 2000-2013

1.1. Les variétés de l'olivier

1.1.1. Les variétés locales (algériennes)

L'oléiculture en Algérie se distingue par une variété étendue de variétés. Les variétés dominantes sont Hamma (pour la confiserie), Chemlal, Azeradj, Bouchouk, Rougette, Blanquette et Limli (pour l'extraction d'huile) dans le centre et l'est. Dans l'Ouest, les variétés les plus courantes sont la « Sigoise » et la « Verdial ». (**Mendil et Sebai, 2006**).

1.1.2. Les variétés introduites

Des colons de l'Ouest algérien ont introduit des variétés espagnoles telles que « Cornicabra, Gordal, Sévillane » et elles sont cultivées dans l'aire de production de la variété Sigoise. La

variété Sigoise en Oranie est également associée aux variétés françaises telles que « Lucque et Verdale ». Cependant, ces nouvelles variétés tendent à disparaître au profit du sur-greffage en Sigoise, dans le but de satisfaire les exigences du pays en matière d'olives de table. On a également introduit d'autres variétés italiennes, comme Fantasi, Leccino, Moraiolo, Pendolino et Cortaine. Ces variétés, qui ont une bonne capacité d'adaptation, ont connu un bon succès en Algérie. Elles se reproduisent aisément en utilisant la méthode du bouturage herbacé. **(Mendil et Sebai, 2006).**

1.2. L'oléiculture dans la région de Tlemcen

Le secteur de l'oléiculture à Tlemcen représente 36 % de l'ensemble de l'arboriculture de la wilaya, ce qui représente une superficie de 3.274 ha. **(Brikci, 1993)** Il est presque omniprésent sur tout le territoire de la wilaya, mais avec des densités variables. On la retrouve principalement à Maghnia, Sebra et Amieur, qui ont une superficie supérieure à 200 hectares au total.

Il y en a aussi à Ain-Youcef, Ben Sakrane, Beni Mester et Ouled Mimoun. Les oliviers s'étendent sur une superficie de 150 à 200 hectares dans ces communes. Les superficies sont diminuées dans d'autres régions, allant de 100 à 150 hectares, voire près de 50 hectares, en particulier au sud de la wilaya, dans les hautes plaines steppiques. **(Mohammedi, 2004).**

1.3. Production d'huile d'olive en Algérie

Aujourd'hui, l'huile d'olive est presque entièrement consommée dans les zones de production les vergers se trouvent principalement (80 %) dans les régions de montagne (Kabylie, Jijel et une partie de l'Est algérien). **(Mendil, 2009).**

La consommation par habitant a augmenté de 80 % au cours des dix dernières années. Selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement, la production d'huile d'olive a augmenté de 333 200 tonnes en 2000 à 715 970 tonnes en 2013, ce qui représente un rendement de 17,7 l/q. **(Rural, 2013)**

De plus, cette augmentation de la production d'huile entraîne une augmentation des sous-produits générés ; les grignons ont augmenté de 925 556 tonnes en 2000 à 1 988 805 tonnes en 2013, tandis que les marges ont augmenté de 1 388 332 tonnes en 2000 à 2 987 208 tonnes en 2013. **(Figure I.4).**

Jusqu'en 2000, la majorité de l'industrie oléicole en Algérie était constituée d'huileries traditionnelles. Ensuite, de nouvelles techniques de trituration ont été introduites. On a recensé

1400 huileries traditionnelles, 85 huileries équipées de presses ou de sous-presses et 165 huileries modernes. (Mendil, 2010).

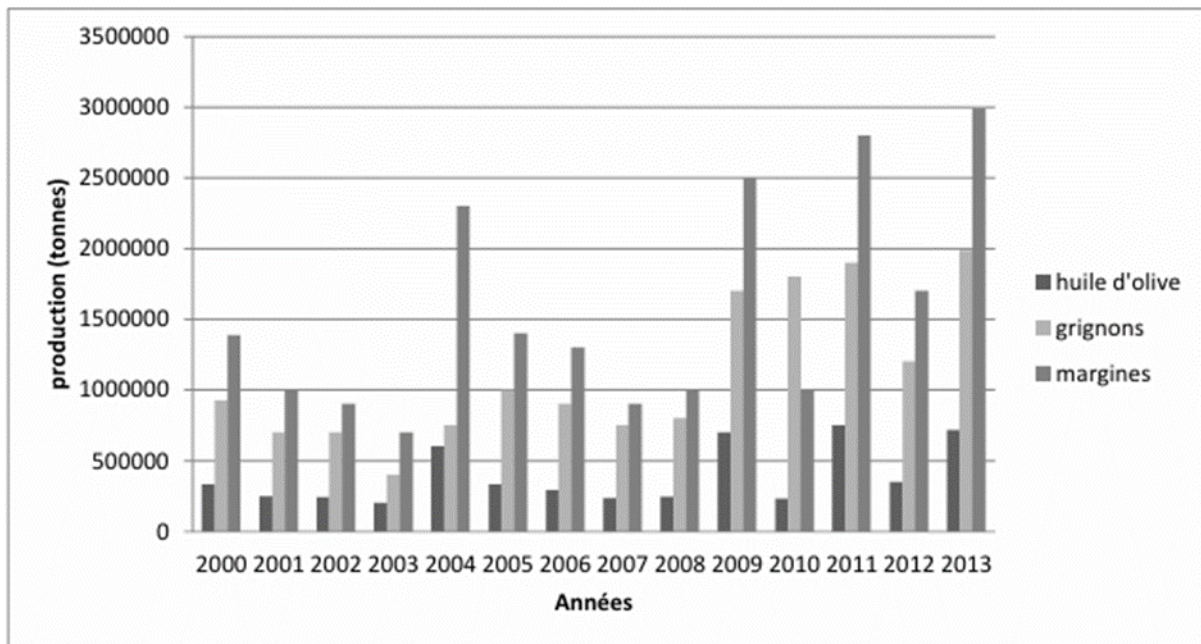


Figure 4 : Evolution de la production d’huile d’olive et des sous-produits pour la période

Dans cette situation, dans le but d’améliorer la qualité du produit et de moderniser l’industrie de l’huile d’olive, les autorités algériennes ont mis en place un programme visant à moderniser l’industrie de l’huile d’olive et de l’huile de grignons d’olive, ainsi que le traitement des sous-produits. L’objectif est de disposer de 201 unités modernes d’extraction d’huile d’olive équipées d’un système continu à travers le pays. (Mendil, 2009).

La diversité des variétés utilisées pour la production d’huile d’olive révèle la principale présence de trois variétés qui produisent des huiles présentant des caractéristiques spécifiques : La variété Chemlal de Kabylie (représentant 30% des surfaces totales et 44% des terres cultivées pour l’huile d’olive) est la plus courante en Kabylie, dans l’Atlas Blidéen, dans la Mitidja et dans la région des Bibans, car elle est locale et rustique. Les variétés Azeradj et Couchouk sont hautement valorisées pour la production d’huile de qualité supérieure ; elles sont utilisées pour soutenir les peuplements de Chemlal et favoriser la pollinisation. La variété Aberkane se rencontre dans la région de Seddouk (Bejaia) et produit de bonnes huiles. (Hadjou et al, 2013).

1.4. Production d'huile d'olive dans la wilaya de Tlemcen

La production d'huile d'olive dans la wilaya de Tlemcen, située dans l'ouest de l'Algérie, est une activité agricole importante qui a une longue tradition dans la région. Voici quelques aspects clés de cette production :

a. Conditions Climatiques et Géographiques Favorables

Le climat de la wilaya de Tlemcen est méditerranéen, avec des hivers doux et des étés chauds et secs, ce qui constitue des conditions propices à la culture de l'olivier. Les montagnes et les vallées de la région offrent une variété de microclimats qui favorisent la qualité des olives produites.

b. Variétés d'Oliviers

Tlemcen est réputée pour la culture de diverses espèces d'oliviers, dont certaines sont originaires de la région. Les variétés telles que **la Chemlal** et **la Sigoise** sont très courantes et appréciées pour la fabrication d'huile.

La variété **Sigoise** est connue pour sa capacité à fournir une huile d'olive de grande qualité avec une saveur fruitée.

c. Techniques de Production

Les olives sont généralement récoltées entre octobre et décembre, en fonction des conditions météorologiques de l'année. Les différentes techniques de pressage sont les méthodes traditionnelles, qui utilisent des moulins à huile anciens, et les méthodes modernes, qui utilisent des presses mécaniques plus performantes.

d. Qualité et Réputation

La qualité de l'huile d'olive de Tlemcen est reconnue, généralement obtenue par un processus de pressage à froid qui conserve les arômes et les nutriments. Elle sert à la fois à la consommation nationale et à l'exportation, en particulier vers d'autres régions d'Algérie et à l'étranger.

1.5. Processus d'extraction d'huile d'olive

L'extraction d'huile d'olive passe par les étapes suivantes :

a. Opération de réception

Cette étape implique de préparer l'olive afin de la presser ultérieurement. Le but est de procéder au nettoyage et au lavage des olives, de vérifier leur poids et leur qualité, tels que leur acidité, leur aspect et leur rendement gras, puis de les conserver.

b. Opération de pressage et extraction

Tout d'abord, on procède au pressage à l'aide de moulins en pierres, puis on effectue un malaxage à une température adéquate pour préparer la pâte dont l'huile est extraite. Trois systèmes différents sont utilisés pour préparer la pâte. Le plus récent et le plus couramment utilisé pour la plupart des huileries est le système continu à deux phases. Le décanteur sépare l'huile et le mélange de grignons et d'eaux de végétation en une pâte unique appelée grignons humides. (Figure I.5)

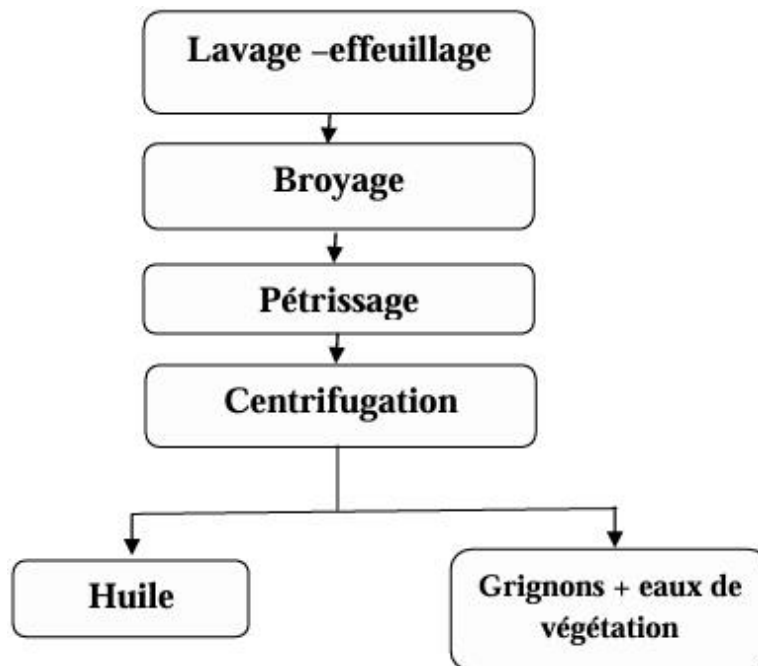


Figure 5 : Etapes d'extraction d'huile d'olive par système discontinu avec centrifugation à deux phases (CAR/PP, 2000)

c. Nettoyage et épuration de l'huile

L'objectif est de filtrer l'huile pour éliminer les résidus fins et de procéder à une décantation par centrifugation, conformément aux directives du Centre d'Activités Régionales pour la Production Propre.

1.6. Les sous-produits générés de l'extraction d'huile d'olive

Une quantité de 100 kg d'olives donne seulement 17% d'huile et beaucoup plus de sous-produits notamment 49% grignons d'olives et 73% margines ; ceci est récapitulé sur le schéma de la (figure I.6).

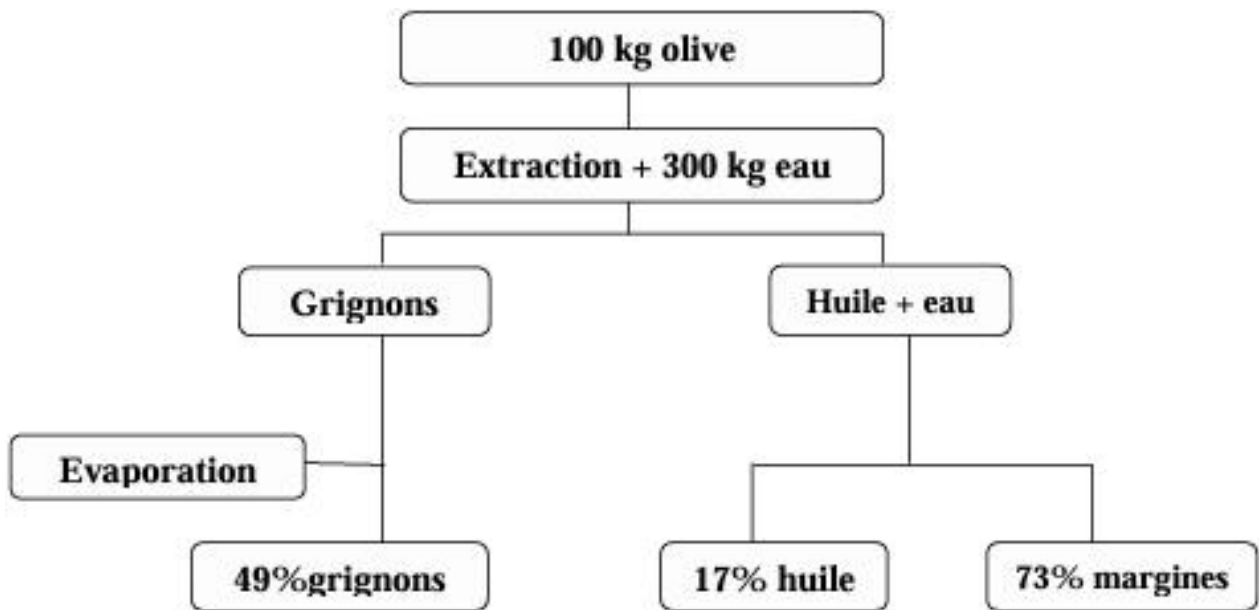


Figure 6 : Quantité d'huile d'olive extraite et sous-produits en pourcentage (Mendil, 2009)

1.6.1. La margine

1.6.1.1. Définition des margines

Les margines, aussi connues sous le nom d'eaux de végétation, sont des liquides foncés avec une odeur désagréable. Elles sont le résidu séparé de l'huile par centrifugation des moûts huileux. (Figure I.7) (Argenson et al, 1999)



Figure 7 : Bassin de stockage des margines (Taounate Francophone, 2014)

La plupart des pays méditerranéens font face à un problème de pollution important en raison de leur position de principaux producteurs d'huile d'olive (**Cabello, 1980**). Cela peut être attribué à différentes raisons ; en réalité, les margines sont généralement déversées dans l'environnement naturel, en particulier dans les rivières. (**Fiorentino et al, 2003**) les oueds et les fleuves.

En raison de leur pH très acide et de leur forte teneur en matières grasses, elles entraînent une dégradation complète de la faune et de la flore aquatiques en absorbant tout ou une partie de l'O₂ dissous dans l'eau. (**Shabouet al, 2005**).

Les margines épandues sur les sols peuvent également engendrer des problèmes environnementaux. Par cette méthode d'élimination des déchets, il est possible que les eaux souterraines soient contaminées, ce qui a un impact sur la qualité de l'eau potable (**Mebirouk, 2002**).

En outre, leur concentration élevée en polyphénols présente un risque de pollution considérable pour le sol en entravant son activité microbienne. (**Ranalli et al, 2003**).

1.6.1.2. Composition chimique des margines

Les margines ont une composition chimique assez diverse. La variété et la maturité des olives, les conditions édaphiques (caractéristiques du sol) et climatiques, la technique de culture et notamment le mode d'extraction de l'huile sont autant de facteurs qui peuvent influencer cette mesure. (Paraskeva et Diamadopoulons, 2006)

Les margines sont d'un brun à brun-rougeâtre, avec une certaine opacité. Ces déchets présentent une teneur élevée en sels de potassium (17,10 g/l) et en phosphates, ainsi qu'une acidité (pH de 4,5 à 5). Ils sont riches en matières organiques et en polyphénols peu dissolvants. Ces eaux se distinguent par une conductivité d'environ 10 mS/cm, principalement causée par les ions potassium, chlorure, calcium et magnésium. La quantité d'oxygène nécessaire (DCO) peut fluctuer entre 50 et 220 g/l. Un exemple de composition physicochimique des margines est présenté dans le tableau I.3. (Mekki et al, 2008).

pH	D	CE (mS/cm)	H (%)	DCO (g/l)	COT (g/l)	Polyphénols (g/l)	MM (g/l)	MO (%)
5,0	1,04	10,50	94,00	120,00	36,60	36,60	15,80	92,42

Tableau 1 : Composition physico-chimique des margines

1.6.2. Grignon

Les résidus solides obtenus après le premier pressage des olives sont appelés grignons. Ils renferment toujours de l'huile connue sous le nom d'huile secondaire. Ce sont des peaux, des résidus de pulpe et des fragments de noyaux qui les constituent. (Amic et Dalmaso, 2013).

Quatre catégories de grignons sont identifiées : le grignon brut, le grignon épuisé, le grignon partiellement dénoyauté et le grignon humide. (Sansoucy, 1984)

a. Composition des grignons

La structure des grignons d'olive peut varier considérablement en fonction du stade de maturité, de la méthode d'extraction de l'huile et de l'épuisement par solvant.

Paramètres (%)	Extraction par pressage	Système continu à	
		3-phases	2-phases
Humidité	27,2	50,23	56,8
Huile	8,72	3,89	4,65
Protéines	4,77	3,43	2,87
Sucres totaux	1,38	0,99	0,83
Cellulose	24,1	17,37	15,54
Hericellulose	11,0	7,92	6,63
Cendre	2,36	1,7	1,42
Lignine	14,1	10,21	8,54
Azote	0,71	0,51	0,43
P₂O₅	0,07	0,05	0,04
Composes phénoliques	1,14	0,326	2,43
Potassium	0,54	0,39	0,32
COT	42,9	29,03	25,37
C/N	60,42	59,92	59,00
C/P	612,85	580,60	634,00

Tableau 2 : Caractéristiques des grignons bruts issus de divers procédés d'extraction d'huile (Trigui, 2008).

2. Traitement et valorisation des sous-produits oléicoles

L'industrie oléicole, outre sa production principale, l'huile, produit deux produits principaux : la margine et le grignon d'olive.

Les sous-produits les plus importants des huileries d'olive sont les grignons et les margines. Chaque année, les pays oléicoles sont confrontés à des quantités considérables de ces déchets.

Parmi les biomasses qui causent des problèmes environnementaux dans la plupart des pays méditerranéens, ils sont inclus. Il est essentiel de les valoriser et de les traiter à l'heure actuelle.

2.1. Gestion des déchets

La prise en charge des déchets est devenue un défi majeur pour préserver l'environnement et la santé des individus. En général, les déchets industriels, urbains ou agricoles seront déversés dans l'environnement naturel sans aucun traitement (cours d'eau, rivières, mer), ce qui nuit à l'environnement. Chaque forme de valorisation des déchets joue un rôle dans la gestion des ressources.

Trois types de valorisation peuvent être distingués : énergétique, matière et bio. Il existe plusieurs catégories de traitement, qui sont extrêmement variables et souvent adaptés à un type spécifique de déchets. En ce qui concerne le traitement des déchets, les technologies respectueuses de l'environnement développent des méthodes qui produisent des produits de qualité similaire à ceux déjà existants, mais qui émettent moins de déchets. **(Solagro, 2001).**

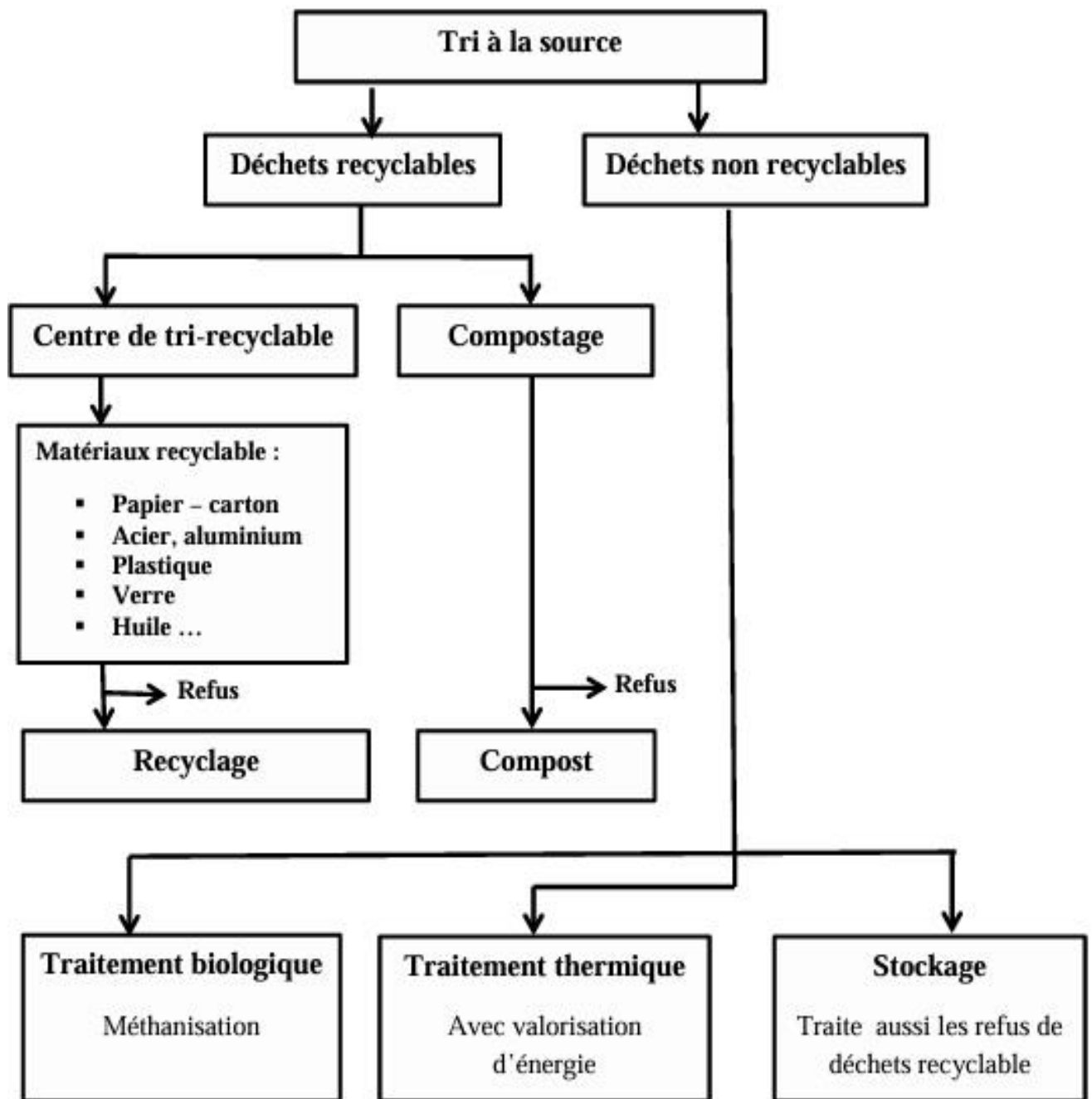


Figure 8 : Synoptique des flux de gestion des déchets selon l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie française 2000 (ADEME, 2000).

2.2. Impact des margines et de grignon sur l'environnement

Ces déchets représentent un problème majeur qui a un impact négatif considérable sur la qualité des sols et de l'eau, ce qui a un impact négatif sur l'environnement et l'agriculture. (Khoufi et al, 2007).

La présence des acides gras libres à longue chaîne et des composés phénoliques à fortes concentrations (4 à 15g/L) (Zahari et al, 2014) est principalement responsable de la toxicité

des margines, ainsi que de concentrations élevées en phosphores et en tannins, ainsi qu'une grande quantité de nutriments. **(Ghattas, 2004).**

Le grignon d'olive comporte également quelques désavantages pour l'agriculture. Il est difficile de l'incorporer de manière homogène dans le sol et il est toxique pour les plantes en raison de sa forte teneur en polyphénols. **(Lynch, 1980).**

L'impact environnemental se traduit par plusieurs phénomènes :

- L'acidification de l'air, Éliminer la flore bactérienne du sol, La pollution des rivières et des barrages ainsi que la disparition de la vie aquatique, La pollution de la nappe souterraine ainsi que son agressivité élevée envers les matériaux qui composent les canalisations. **(FAO, 2013).**
- Outre les désagréments visuels et les mauvaises odeurs, la charge organique élevée de ces déchets contribue à la destruction complète de la faune et de la flore aquatique en absorbant l'oxygène dissous dans l'eau. **(Samperdro et al, 2004).**

2.3. Valorisation de margine

Différentes méthodes de dépollution des margines ont été étudiées pour réduire leur impact sur l'environnement. Les principales techniques de valorisation des margines sont illustrées dans la figure. Ces options vont du simple stockage par épandage dans des bassins à des méthodes de valorisation plus complexes.

L'épandage dans des bassins à l'air libre est la méthode la plus simple et abordable à mettre en place, mais elle présente plusieurs inconvénients. En effet, l'évaporation est limitée par la formation d'une couche huileuse en surface. De plus, il faut prendre en compte l'infiltration des polluants dans le sous-sol et la nappe phréatique, car les concentrations de certains éléments présents dans les margines dépassent les normes autorisées pour le rejet dans l'environnement naturel (Paraskeva et Diamadopoulos, 2006).

L'utilisation des margines comme fertilisant pour les sols et les cultures est une pratique courante qui permet de résoudre partiellement le problème de leur élimination. En raison de leur richesse en matières organiques et en nutriments, les margines peuvent être utilisées pour améliorer les sols arides, notamment dans les pays producteurs d'huile d'olive situés en zones arides et semi-arides (Morisot and Tournier, 1986 ; Saviozzi et al., 1993 ; Riffaldi et al., 1993 ; Paraskeva et Diamadopoulos, 2006).

L'objectif principal du compostage des margines pour une valorisation agricole est de fixer les éléments fertilisants sur un substrat carboné via un processus aérobie, afin de les

restituer aux sols selon les besoins des cultures. Le compost peut être appliqué suivant un calendrier agricole traditionnel. Cette méthode permet d'intégrer les éléments fertilisants dans le complexe humique, les rendant disponibles de manière progressive pour les plantes grâce à la biodégradation de la matière organique, ce qui réduit les risques de lixiviation des nutriments vers la nappe phréatique.

Des techniques de traitement des margines par voie anaérobie peuvent être améliorées pour mieux valoriser les sous-produits générés. Toutefois, l'effet antioxydant des polyphénols représente un obstacle pour ces procédés de valorisation, rendant nécessaire un prétraitement pour extraire les composés phénoliques (Hamdi, 1996 ; Sabbeh et al., 2004).

En utilisant ces techniques, il est possible de revaloriser les margines en eau d'irrigation traitée, en biogaz, et en biomasse riche en protéines, utilisable comme aliment pour le bétail. Des traitements physico-chimiques, tels que l'adsorption, l'ultrafiltration, la floculation/clarification, et l'échange d'ions, ont également été proposés pour le traitement des margines (Kapellakis et al., 2008).

Enfin, l'utilisation de la technologie thermique pour traiter ces déchets apparaît comme une solution intéressante pour l'environnement. Une attention particulière est portée à la valorisation thermique des grignons d'olives et des margines, ainsi qu'à l'utilisation des déchets solides comme biosorbants pour les métaux lourds.

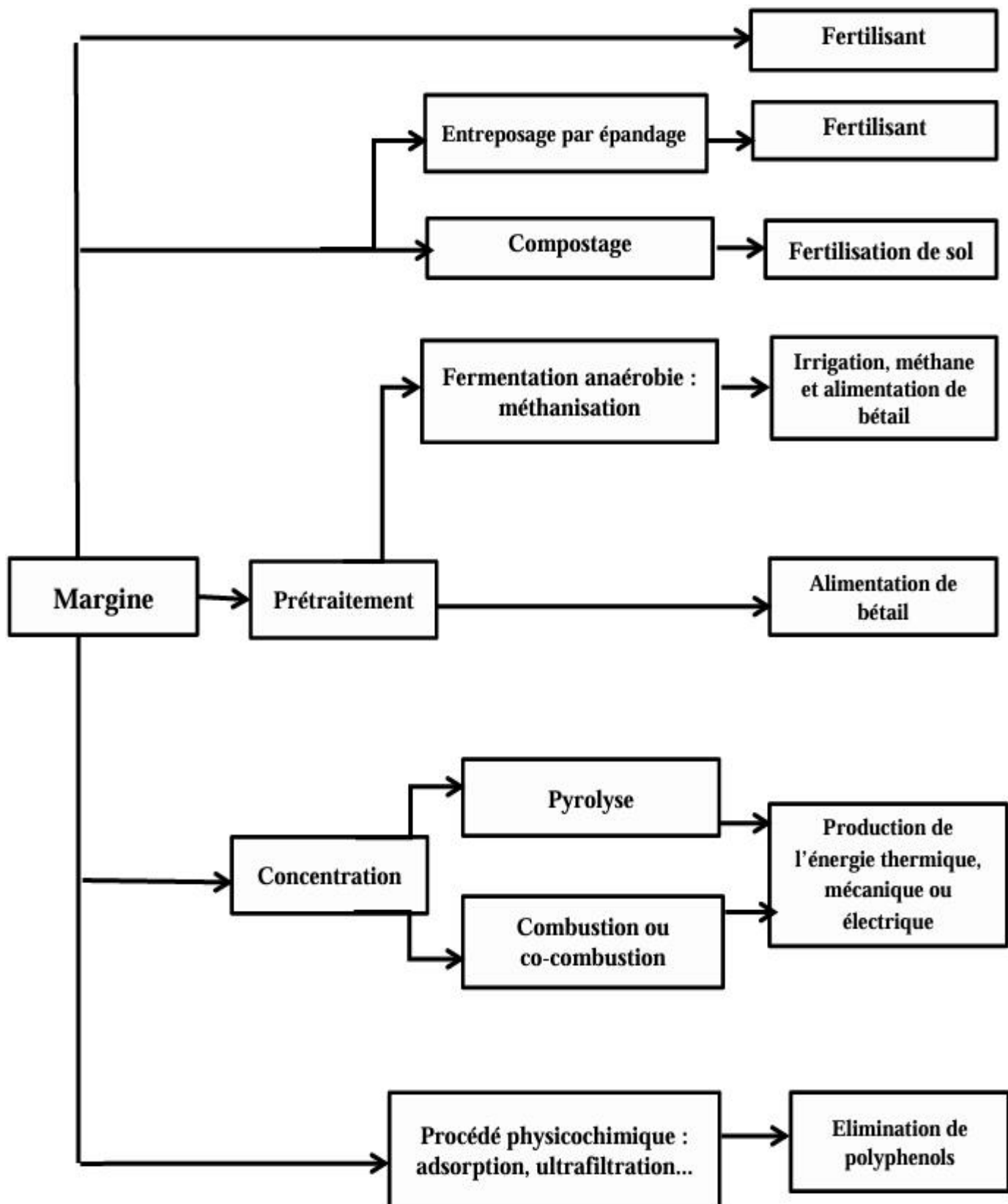


Figure 9 : Différentes filières de valorisation des margines

2.4. Valorisation de grignon

L'extraction de l'huile résiduelle par solvant est la première étape de valorisation des grignons bruts lorsqu'ils ne sont pas destinés à la fermentation. Cette méthode permet d'obtenir environ 6 % d'huile alimentaire, communément appelée « huile de grignons » (Yacoub, 1997).

Les grignons épuisés constituent, entre autres, une source de matière première pour la fabrication du furfural. Les fragments de coques contiennent une quantité significative de pentosanes (hydrates de carbone complexes) qui, par hydrolyse, se transforment en pentoses et, après dessiccation, en furfural. Une réaction similaire se produit entre le méthanol et l'acide acétique (Yacoub, 1997).

Dans le secteur agricole, les grignons d'olives peuvent être utilisés comme fertilisant après avoir été prédécomposés ou compostés, ce qui facilite leur dégradation et élimine leurs effets phytotoxiques (Nefzaoui, 1991).

De plus, l'analyse de la composition des cendres issues de la combustion des grignons d'olives montre qu'elles peuvent être utilisées comme fertilisant (Topal et al., 2003).

Par ailleurs, les grignons d'olives peuvent être valorisés pour produire du furfural, du méthanol, et d'autres composés grâce à diverses méthodes industrielles, notamment le compostage, la fermentation et la gazéification. Ils peuvent également servir à la production d'énergie thermique, mécanique ou électrique, ou à la fabrication de charbon actif, utilisé pour l'élimination des déchets et la décontamination des effluents industriels (Hammad et al., 1999 ; Martinez-Garcia et al., 2006 ; Stasinakis et al., 2008).

L'utilisation des grignons d'olives pour la fermentation anaérobie avec les lisiers de vaches génère du méthane, représentant entre 57 et 65 % du biogaz produit. Ce méthane est utilisé pour chauffer l'eau (directement) et produire de l'électricité (indirectement) (Hammad et al., 1999).

Enfin, les grignons d'olives peuvent être utilisés dans la biosorption des métaux lourds et des phénols, offrant une solution alternative au traitement des eaux usées et des margines (Martinez-Garcia et al., 2006 ; Stasinakis et al., 2008). Cette méthode est une alternative aux techniques traditionnelles, souvent coûteuses et peu efficaces (Pagnanelli et al., 2002). Les grignons ont une forte capacité de rétention pour des métaux tels que le cadmium, le plomb et le zinc.

Néanmoins, la valorisation thermique des grignons d'olives reste la solution la plus adaptée pour réduire ces sous-produits oléicoles. Divers procédés thermiques, tels que la combustion,

la pyrolyse et la gazéification, permettent de convertir ces résidus en énergie exploitable sous diverses formes.

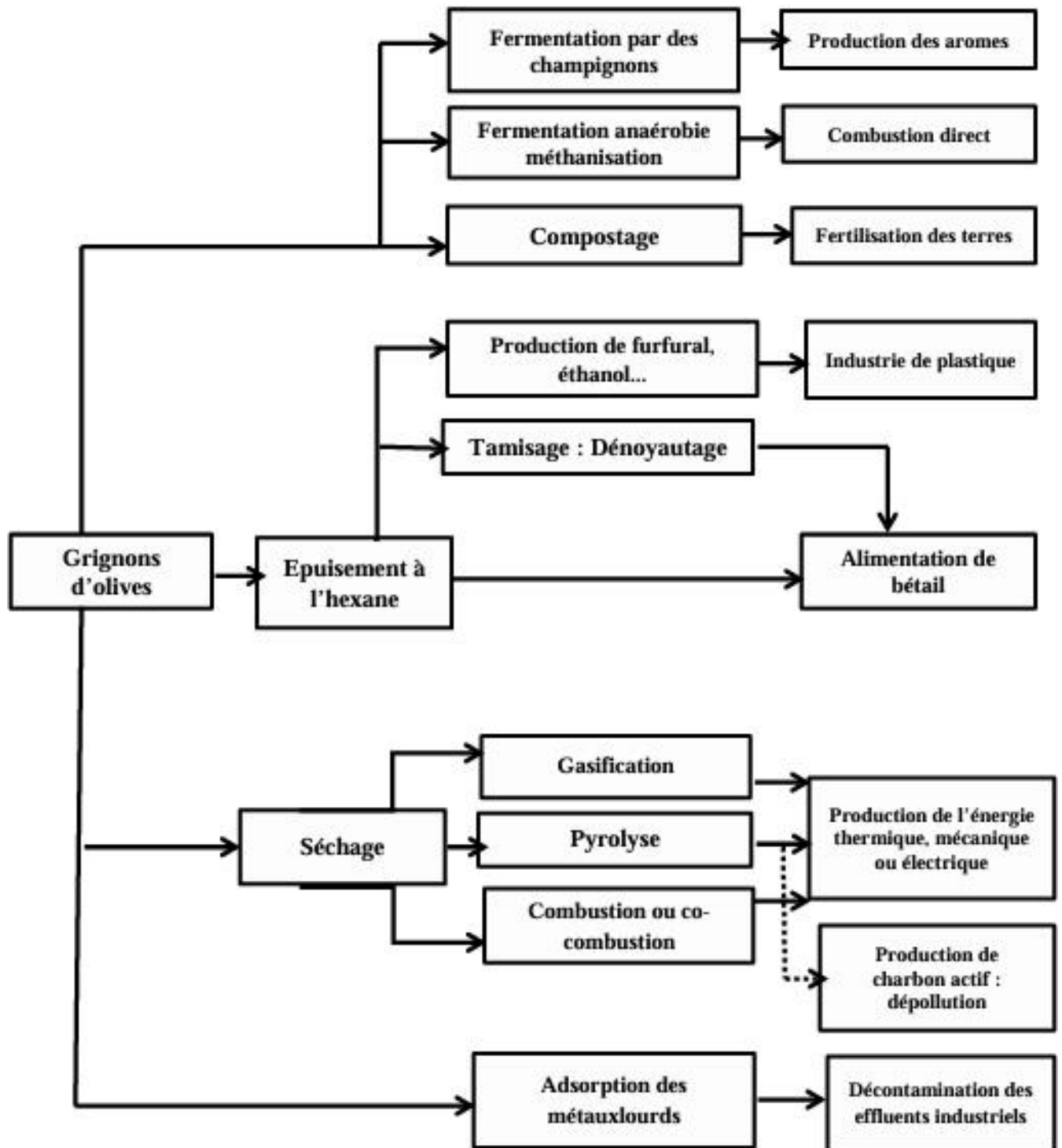


Figure 10: Différentes filières de valorisation des grignons d'olives.

Chapitre II

L'agriculture biologique et les biofertilisants

1. Généralité sur l'agriculture biologique

1.1. Agriculture biologique

L'IFOAM étend sa définition pour englober des thématiques telles que le bien-être des animaux, la préservation de la biodiversité et la justice sociale. Le mouvement biologique est présenté comme un outil de développement rural qui améliore les conditions socio-économiques et la qualité de vie des agriculteurs (IFOAM, 2000).

L'agriculture biologique représente une approche de production durable, éthique et respectueuse des êtres humains et de l'environnement. Son principe repose principalement sur l'absence de produits chimiques de synthèse et d'organismes génétiquement modifiés (OGM), ainsi que sur la réduction des intrants cultivés (IFOAM, 2000).

En 1985, le label Agriculture Biologique, également connu sous le nom de label « AB », est un label de qualité français qui certifie la qualité des produits alimentaires provenant de l'agriculture biologique. Il appartient au ministère français de l'Agriculture et est géré par l'Agence Bio (Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique). Le label AB est l'un des cinq éléments officiels pour identifier la qualité et l'origine des produits (AGENCE BIO, 2011).

1.2. Agriculture conventionnelle

L'agriculture conventionnelle pratiquée dans les pays de l'OCDE est issue de la première révolution agricole (XIXe s.), puis de la seconde (après-guerre), et elle est caractérisée par plusieurs facteurs que la révolution industrielle a contribué à instaurer. Les principales caractéristiques sont la motorisation (moteurs à explosion), la mécanisation (machines complexes et performantes), la "chimisation" (engrais minéraux et produits de traitement), l'utilisation des moyens de transport pour exporter les excédents et la sélection variétale. (LEMMENS, 2010).

1.3. Conversion

La transition vers l'AB est la phase de transition entre l'agriculture traditionnelle et l'agriculture biologique. Souvent, cette approche nécessite de nombreuses modifications du système de production. Afin de qualifier des cultures biologiques, comme les goyaviers, il est nécessaire de mettre en place les règles de production « AB » pendant au moins trois ans avant

la première récolte (Règlement CE N°889/2008). La date officielle de commencement de la conversion correspond à la date de signature du contrat avec l'organisme de contrôle et de notification à l'Agence Bio. (AGENCE BIO, 2018)

1.4. Marque AB

Le logo AB assure aux consommateurs une certaine certitude quant à la provenance d'une production biologique et confirme le respect des normes. Le consommateur est donc guidé par lui. L'utilisation de la marque AB confirme l'existence d'un contrôle conforme aux critères établis par la norme française. Le respect du règlement européen pour la production végétale et pour les productions animales est assuré par elle. Elle s'assure également que l'aliment est constitué d'au moins 95 % d'ingrédients provenant de la production biologique. Il existe quatre niveaux de sanctions appliqués par l'autorité ou l'organisme de contrôle en cas de non-conformité en matière de traçabilité, de non-respect de la charte graphique AB (taille, couleur...) ou encore d'utilisation frauduleuse de cette marque :

- Demande d'actions correctives
- Avertissements
- Suspension de l'usage jusqu'à mise en conformité
- Retrait du droit d'usage.



Figure 11: le logo AB.

2. Agriculture biologique en Algérie

2.1. Présentation d'Agriculture Biologique des pays du Maghreb et en Algérie

La Tunisie occupe une position de leader en Afrique du Nord en matière de conversion de la surface agricole en agriculture biologique et du nombre d'exploitations agricoles biologiques. Cette avancée est réalisée grâce à l'adaptation de sa législation et à la mise en place d'une stratégie nationale visant à promouvoir l'agriculture biologique. Son volume annuel de production biologique s'élève à 170 000 tonnes, et il connaît une croissance significative. Les agriculteurs bénéficient de divers dispositifs de soutien, tels que l'équipement et la certification, en plus des initiatives de promotion de l'agriculture biologique (Hadjou et al., 2013).

Le Maroc, bien que considéré comme un "concurrent", affiche une production biologique certifiée encore loin derrière celle de la Tunisie. Cependant, il est le pays où la surface convertie à l'agriculture biologique a connu la plus forte augmentation entre 2009 et 2010. Les productions biologiques se concentrent principalement sur les fruits et légumes, avec l'huile d'argan et l'huile d'olive comme produits clés. Ce pays cherche également à valoriser les plantes médicinales et aromatiques biologiques. Environ 620 000 hectares sont cultivés de manière biologique, mais ne sont pas certifiés (Hadjou et al., 2013).

D'après Hadjou et al. (2013), l'Algérie est le pays qui connaît le plus grand retard dans le développement de l'agriculture biologique. Depuis les années 2000, la superficie consacrée à cette agriculture a peu progressé, malgré l'engagement de jeunes agriculteurs dynamiques, souvent liés à la diaspora algérienne établie en France. Dans le domaine phoenicicole, les premières dattes biologiques ont été certifiées grâce à une entreprise fondée par un Français d'origine algérienne résidant en France.

La récente évolution des surfaces converties à l'agriculture biologique met en évidence leur vulnérabilité. Cela est principalement dû à l'absence d'une politique nationale claire de soutien à cette agriculture biologique, d'autant plus que, comme au Maroc, il existe d'importantes zones cultivées de manière biologique mais non agréées.

2.2. Genèse de l'AB en Algérie

L'idée d'introduire l'agriculture biologique en Algérie faisait partie des efforts de relance du secteur agricole, en prévision de l'ère post-pétrole, un enjeu régulièrement souligné par le président de la République. Quoi qu'il en soit, l'agriculture biologique est aujourd'hui un chantier incontournable. Même si la première tentative a été un échec, il est encore temps de corriger le tir (Andaloussi, 2006, cité dans Djoudi, 2014).

2.3. Secteur de l'agriculture bio en Algérie

Il est important de distinguer deux catégories principales dans le domaine de l'agriculture biologique en Algérie : les produits bio non certifiés et les produits bio certifiés. Dans la première catégorie, une grande partie de la production provient de l'agriculture traditionnelle, qui représente la majorité du secteur agricole en Algérie (70 % de la SAU). La plupart des habitants des zones rurales, en particulier dans les régions montagneuses, ont accès à ces produits biologiques à des prix abordables.

La seconde catégorie, l'agriculture biologique certifiée, est encore à un stade embryonnaire. Aucune stratégie nationale n'a encore été spécifiquement mise en place pour fixer des objectifs de production ou d'exportation, que ce soit pour le présent ou pour les années à venir (Hadjou et al., 2013).

Le schéma ci-dessous présente les principaux éléments organisationnels et institutionnels de l'agriculture biologique en Algérie (Abdelloui, 2012, cité dans Hadjou et al., 2013).

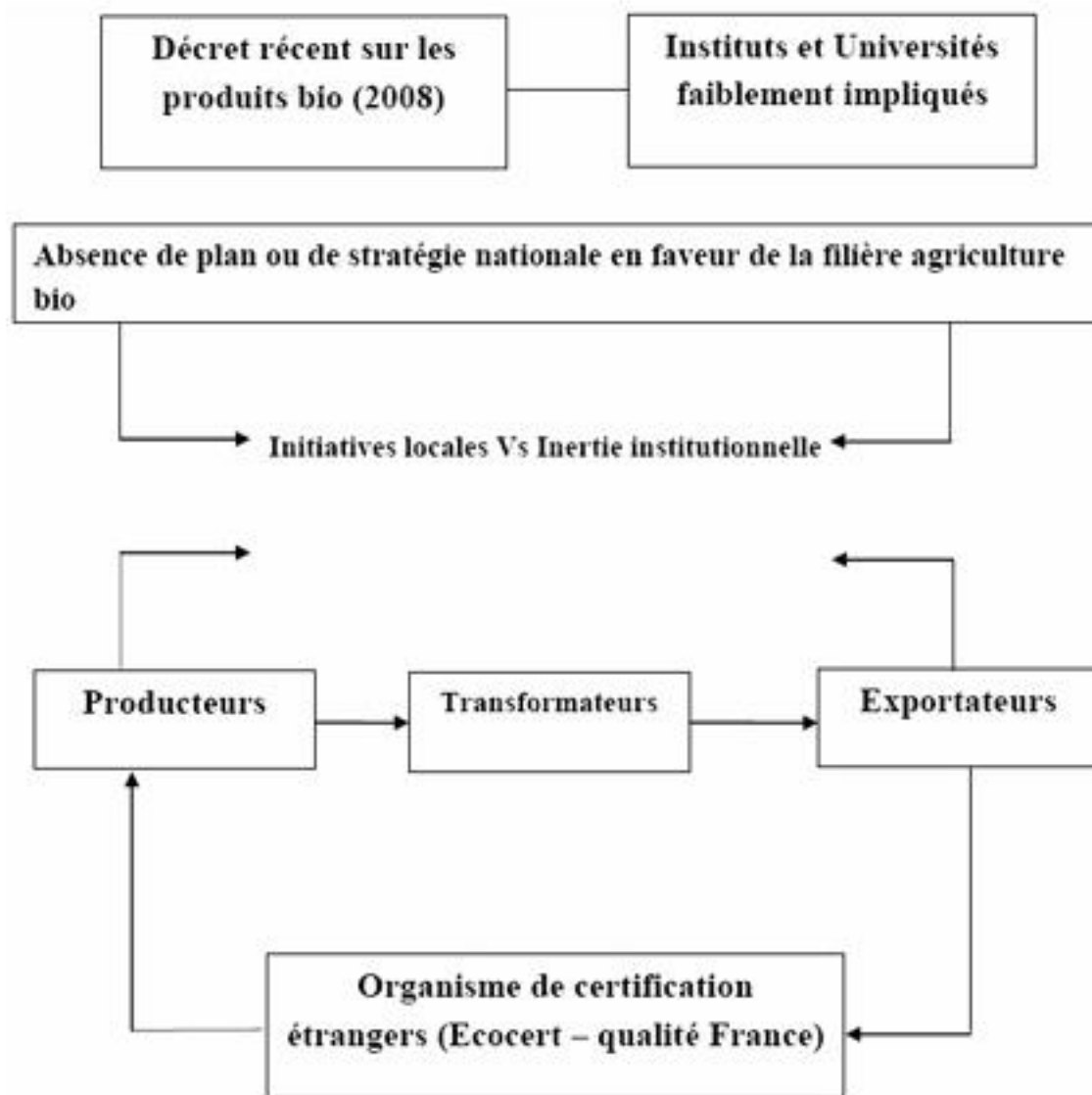


Figure 12: les principaux éléments organisationnels et institutionnels de l'agriculture biologique en Algérie (ABDELLAOUI, 2012 in HADJOU et al 2013)

3. Les Bio fertilisation

3.1. Définition

Les biofertilisants, ou fertilisants biologiques, sont des produits contenant des cellules vivantes ou latentes de souches efficaces de micro-organismes qui aident les plantes à absorber les nutriments en interagissant dans la rhizosphère lorsqu'ils sont appliqués aux semences ou au sol. Ils accélèrent certains processus microbiens dans le sol, augmentant ainsi la disponibilité des nutriments sous des formes facilement assimilables par les plantes (Anonyme, 2008).

Les biofertilisants sont constitués de micro-organismes vivants qui s'établissent dans la rhizosphère, favorisant la disponibilité des nutriments et/ou stimulant la croissance des plantes. Ces dernières ont un potentiel considérable en tant que sources renouvelables et respectueuses de l'environnement pour l'apport en nutriments.

Les biofertilisants jouent un rôle crucial dans la gestion intégrée de l'alimentation des plantes (Kaur, 2016).

3.2. Les différents types des biofertilisants

a. Les Engrais

Un engrais désigne toute substance naturelle ou synthétique, qu'elle soit sous forme sèche ou liquide, ajoutée au sol pour fournir un ou plusieurs nutriments aux plantes (Subhash, 2014). Ces produits contiennent des éléments indispensables aux plantes et, lorsqu'ils sont intégrés dans le système sol/plante, ils favorisent la croissance des végétaux et/ou augmentent la productivité en apportant des éléments nutritifs supplémentaires essentiels à leur développement (Benton et Jones, 2012).



Figure 13: Les engrais

b. Les fumiers

La majorité de l'alimentation des animaux provient des plantes, et une grande partie de cette alimentation est excrétée, ce qui fait du fumier une excellente source de nutriments pour le sol. Les propriétés physicochimiques et biologiques exceptionnelles du fumier contribuent de manière significative à l'amélioration de la qualité du sol (Mark, 2015). Selon

Gérald et al. (2011), les fumiers augmentent la biomasse du sol, tant en quantité qu'en activité, ce qui entraîne une augmentation de la minéralisation de l'azote. En effet, cela favorise l'activité des micro-organismes (mesurée par l'analyse de l'activité enzymatique) et accélère le taux de minéralisation de l'azote. Cependant, ces effets ne se manifestent que sur une période limitée (une année culturale) et influencent moins le stock de carbone organique dans le sol (Gérald et al., 2011).



Figure 14: Les fumiers

c. Le composte

Le compostage consiste à décomposer et transformer de manière contrôlée des déchets organiques biodégradables, qu'ils soient d'origine végétale ou animale, en utilisant diverses populations microbiennes (Mark, 2015). Les composts sont principalement utilisés dans le domaine agricole pour augmenter ou maintenir la teneur en matière organique (MO) du sol. Après leur incorporation dans le sol, leur comportement est influencé par la stabilité de leur matière organique (Francou, 2004).

Le compost est défini comme un processus biochimique qui transforme la matière organique en produits utiles grâce à la décomposition par l'action d'organismes variés, qu'ils soient micro- ou macro-organismes. Ce processus combine la récupération, le recyclage, le traitement et l'élimination des déchets d'origine naturelle. L'agriculture biologique peut utiliser des composts, à condition que les besoins soient validés par l'organisme de contrôle. Il est possible d'utiliser des composts provenant des effluents d'élevage (à l'exception de l'élevage hors sol), des déchets verts et des biodéchets dans le cadre de l'agriculture biologique.

Toutefois, il est essentiel que ces composts contiennent des quantités très faibles de métaux lourds (Francou, 2004).

Les composts peuvent également servir de substrat de culture pour générer des plants de qualité supérieure, augmentant ainsi les chances de succès après transplantation (Ros et al., 2017).

Les matières à composter sont généralement classées en deux catégories : les déchets verts et les déchets bruns. Les déchets verts incluent les déchets alimentaires et les résidus de jardin de couleur verte, tandis que les déchets bruns désignent principalement les déchets de jardin secs et bruns. Pour éviter la production de compost de mauvaise qualité, il est crucial de mélanger de façon adéquate ces deux types de déchets lors du processus de compostage (Francou, 2004). Ces déchets, autrefois considérés comme des nuisances, sont aujourd'hui devenus une ressource précieuse grâce à l'émergence de méthodes de compostage économiques et à des systèmes efficaces de récupération d'énergie (Larbi, 2006).

Bien que les composts soient principalement utilisés dans l'agriculture, ils peuvent également servir à la revégétalisation des sites ou dans la culture (Francou, 2004). Il est donc essentiel qu'ils soient de haute qualité pour être utilisés efficacement dans la lutte biologique contre les maladies des cultures (Hoitink et Fahy, 1986). L'utilisation raisonnée de composts issus de déchets verts contribue à la préservation de la matière organique du sol (Francou, 2004).



Figure 15: Le compost

Chapitre III

Compost

1. Compost

Le compost est un mélange de substances organiques décomposées en présence d'air pour produire un humus stable de haute qualité, utilisé comme amendement ou couverture de sol.

Le compostage est un processus biologique qui comprend plusieurs étapes de dégradation et de transformation des déchets organiques pour obtenir le produit final, appelé compost. Cette méthode permet de stabiliser et traiter les déchets organiques, favorisant ainsi le recyclage de la matière organique et la stabilisation des cycles naturels.

1.1. Les types de compost

a. Compost aérobie :

- Il ne dégage aucune odeur incommode et peut être prêt en environ six mois, grâce à un processus de maturation plus rapide.
- La lutte contre les mauvaises herbes et les germes pathogènes se fait par leur élimination.
- La fermentation oxydative entraîne une augmentation de la température. Cependant, son principal inconvénient est qu'elle nécessite une intervention humaine plus importante que le compostage anaérobie (Couplan, 2009).

b. Compost anaérobie :

Il s'agit du compost qui est produit par un amas de débris végétaux qui se décomposent sur le lieu. Les désavantages d'un tel compost sont : Le pourrissement entraîne des odeurs désagréables, avec une évolution plus lente que celle d'un compost aérobie (il faut environ un an pour être prêt).

Il existe des risques de problèmes phytosanitaires en raison de sa température constante et de la non-déstruction des organismes pathogènes.

2. Compostage

Le compostage se produit lorsque des micro-organismes (bactéries, levures et champignons) décomposent aérobiement les composés organiques, avec une concentration pouvant atteindre des millions, voire des milliards par gramme de compost (**Amir, S 2006**).

- Une étape connue sous le nom d'oxydation, où les bactéries sont principalement impliquées dans l'oxydation biologique des composés qui peuvent être facilement dégradés par le micro-organisme. La température augmente jusqu'à 60-75°C en raison de l'activité intense des microbes, c'est pourquoi cette phase est également connue sous le nom de phase thermophile.

Lors de la maturation, l'activité microbiologique diminue et les processus d'humification sont privilégiés.

Les champignons et les actinomycètes sont les micro-organismes les plus actifs, car ils dégradent les substances les plus polymérisées. Pendant cette phase, la matière organique se stabilise progressivement, ce qui entraîne une réduction de sa capacité à se dégrader à nouveau.

3. Les mécanismes impliqués

Il existe deux types de compostage : avec et sans oxygène, en lien direct avec la nature du processus de décomposition. En l'absence d'oxygène, les microorganismes anaérobies prédominent, générant des composés intermédiaires tels que le méthane, le sulfure d'hydrogène et d'autres substances typiques des fermentations anaérobies. Ces composés ne sont pas métabolisés et s'accumulent sans oxygène.

Bon nombre de ces substances possèdent une forte capacité olfactive, et certaines peuvent être toxiques pour les plantes lorsqu'elles sont utilisées comme amendements organiques. De plus, le compostage anaérobie s'effectue à basse température, ce qui permet aux graines d'adventices et aux pathogènes de survivre, car la chaleur générée par le processus aérobie est absente. Enfin, cette méthode anaérobie prend plus de temps que le compostage aérobie.

Les inconvénients de la méthode anaérobie sont bien plus nombreux que ses avantages. C'est pourquoi notre étude se concentre uniquement sur le compostage aérobie, bien que plusieurs études aient démontré la présence de zones anaérobies dans des composts dits « aérés » (He et Inamori, 2000). Ces zones peuvent être attribuées à une forte activité microbienne qui consomme l'oxygène et produit du dioxyde de carbone, ainsi qu'à un manque d'aération.

La libération de chaleur biologique est courante dans la plupart des écosystèmes, mais elle se dissipe généralement trop rapidement pour entraîner une hausse significative de la température. Cependant, la décomposition de la matière organique est un cas particulier qui peut générer une chaleur importante. En effet, le compostage peut être facilement représenté par la chaleur produite par les micro-organismes en présence d'oxygène. La matière organique peut ainsi être décomposée en deux processus : une minéralisation complète

jusqu'à la production de CO₂ ou une humification qui produit des substances humiques (Finstein, 1975).

Le processus de compostage passe par plusieurs étapes théoriques. La phase initiale, appelée phase mésophile, se caractérise par des températures inférieures à 45°C. Les micro-organismes qui prolifèrent durant cette phase opèrent de manière optimale entre 20 et 45°C, grâce à la présence de matières organiques biodégradables telles que les sucres simples et les acides aminés libres. Leur métabolisme actif génère une quantité importante de chaleur, ce qui fait grimper la température du compost au point d'interrompre leurs activités.

À ce moment, commence la phase thermophile, durant laquelle quelques champignons et de nombreuses bactéries thermophiles, dont la température optimale de croissance se situe entre 50 et 70°C, poursuivent leurs activités, faisant monter la température du compost jusqu'à 65-70°C, voire plus.

Durant cette phase particulièrement active, la minéralisation du carbone organique et la libération de CO₂ épuisent une grande partie de la matière organique, et le compost s'assèche souvent à cause de l'évaporation de l'eau. Toutefois, cette élévation de température a un impact positif sur la qualité du compost, car elle permet de détruire les pathogènes et les graines d'adventices.

Ces deux premières phases constituent la phase de dégradation (mésophile et thermophile), caractérisée par une activité microbienne intense. Elle est suivie d'une phase de maturation constructive, où des précurseurs de l'humus apparaissent progressivement. La dégradation lente des composés résistants donne au compost une couleur brun foncé à noire, le rendant plus fin et homogène (Hsu et Lo, 1999). Une fois cette phase achevée, le compost prend une forme similaire à celle du sol, marquant l'achèvement du processus de maturation.

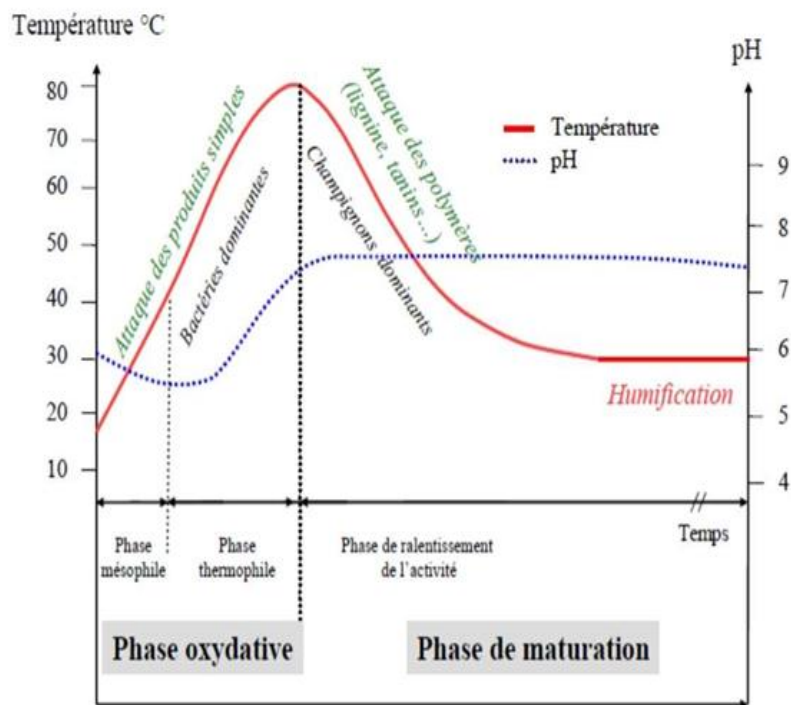


Figure 16: Courbe théorique d'évolution de la température et du pH au cours du compostage. (Mustin, M. 1987)

4. Facteur de réussite de compostage

Pour le compostage, les principaux paramètres d'importance pratique sont :

a. Aération :

Tout processus de fermentation aérobie nécessite l'utilisation d'oxygène pour l'oxydation des matières organiques. Au début, ce besoin est le plus élevé et diminue progressivement au fil du temps.

b. Humidité :

Il est essentiel que le produit initial soit ni trop humide ni trop sec (ce qui entraîne l'apparition de feutrage gris ou blanchâtre caractéristique des composts trop secs). Pendant le processus de compostage, les tas perdent de l'eau par évaporation et perdent de volume en raison de la chaleur et de la ventilation.

c. Température :

La température augmente rapidement dès le début du compostage. Effectivement, les détériorations aérobies produisent de la chaleur.

5. Objectifs du Compostage

Puisque la mise en décharge est interdite pour de nombreux biodéchets (à l'exception des déchets ultimes), leur incinération est coûteuse et peu populaire, le compostage devient de plus en plus une solution pratique et simple. Le principal avantage de cette méthode est de valoriser les déchets pour produire un amendement organique stable.

En effet, le domaine d'utilisation du compostage s'est étendu grâce à l'évolution des méthodes de compostage et à la question de la gestion collective des déchets domestiques. Cette industrie englobe différents types de déchets organiques tels que les déchets verts, les déchets biologiques ménagers, les boues provenant de stations d'épuration collectives ou industrielles, les déchets agroalimentaires, les effluents d'élevage...

a. Effets physico-chimiques du compost sur les sols :

Plusieurs recherches ont démontré l'impact positif du compost sur les caractéristiques physiques et chimiques des sols amendés. Par exemple, on a constaté une amélioration des caractéristiques physiques, une augmentation de la conductivité hydrique et une réduction de la densité des sols. De la même manière (K. M. & Cheung, C. 1999), l'ajout de compost dans le sol se révèle efficace pour combattre la détérioration de la surface du sol. (Lecomte, V. 2001)

Le pouvoir tampon et la capacité d'échange des sols sont renforcés par les amendements en matière organique stable, deux facteurs qui influencent la nutrition minérale des plantes (Mustin, M. 1987). En outre, l'ajout de composts permet de diminuer l'acidité du sol et donc les risques d'émergence des métaux dans la plante (Bolan, N 2003).

b. Valorisation agronomique des composts par apport d'éléments fertilisants :

Le taux de matière organique diminue généralement, ce qui entraîne un appauvrissement des sols cultivés en raison d'une surutilisation des engrais minéraux solubles (Bresson, 2001). Ainsi, le principal avantage des amendements organiques réside dans la réduction de l'utilisation de ces engrais lixiviables et leur substitution par des déchets organiques valorisés. L'utilisation de compost dans les sols permet une amélioration durable et efficace de la fertilité du sol (Guittonny-Larchevêque, 2004). De même, les composts améliorés favorisent la reforestation en améliorant la nutrition et la croissance des plantes, tout en augmentant leur capacité de survie en période de sécheresse.

La valorisation agronomique des composts peut également être définie comme l'apport d'éléments fertilisants. Les composés organiques se distinguent principalement par trois éléments : le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, qui constituent plus de 90 % de la masse du

résidu sec des végétaux. Cependant, d'autres éléments jouent un rôle essentiel dans la nutrition des plantes. Les éléments nutritifs sont divisés en deux catégories : les macroéléments (azote, phosphore, potassium, soufre, calcium et magnésium), qui représentent quelques pour mille à quelques pour cent de la matière sèche, et les oligo-éléments (présents en proportions inférieures à 0,1 %).

Les rôles principaux des éléments nutritifs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Eléments	Proportions	Rôles
<u>Macro-éléments</u>		
Calcium	1 à 2 % MS	Forme facilement des chélats, diminue la perméabilité cellulaire, contrôle l'ouverture de canaux ioniques transmembranaires, active certaines enzymes, rôle de messenger secondaire de certaines hormones
Magnésium	0,1 à 0,7 % MS	Constituant de la chlorophylle, active de nombreuses enzymes
Soufre	0,1 à 0,6 % MS	Constituant de composés organiques soufrés. Carence en S est très sévère et provoque une chlorose (disparition de la chlorophylle)
Sodium	Taux variables	Rôle sur la pression osmotique (algues) mais pas toujours indispensable (certaines plantes en C4 n'en exigent pas: maïs, sorgho, canne à sucre...)
Chlore	Taux variables	Rôle dans la turgescence cellulaire (avec K ⁺), nécessaire à la photosynthèse
Silicium	Taux variables	Inutile pour la plupart des plantes sauf pour les Gramminées et quelques autres végétaux
<u>Oligo éléments</u>		
Fer	< 0,1 %	Catalyseur biochimique: constituant des groupements prosthétiques (hèmes), constituant des protéines Fer-soufre
Cuivre	< 0,1 %	Constituant de la cytochrome oxydase (fin de chaîne respiratoire), des phénol oxydases, de certains transporteurs d'électrons (photosynthèse) et de la superoxyde dismutase (destruction de l'ion superoxyde : très toxique)
Molybdène	< 0,1 %	Impliqué dans la réduction des nitrates et de l'azote atmosphérique
Zinc	< 0,1 %	Cofacteur de plusieurs enzymes (phosphatase alcaline, carboxypeptidase...)
Bore	< 0,1 %	Contribue à l'intégrité de la paroi en stabilisant les chélats calciques, rôle dans les transports
Manganèse	< 0,1 %	Rôle dans diverses oxydo-réductions

Tableau 3: Rôles des éléments minéraux

a. Amélioration des aspects biologiques des sols amendés :

Différentes études ont démontré que l'ajout d'amendements organiques dans les sols favorise les activités enzymatiques. (Serra-Wittling, 1996).

Les activités enzymatiques sont considérablement augmentées pendant au moins 360 jours dans un sol semi-aride avec un amendement organique approprié.

Par ailleurs, l'ajout de substances organiques immatures a l'effet inverse ; une diminution initiale de ces activités. (Ayuso, 1998).

Dans un sol, l'ajout de compost mature favorise la qualité du sol et favorise la croissance des plantes, tout en réduisant le nombre de maladies causées par les pathogènes du sol. **(Stich, K. 1999)**

b. Effets remédiant des amendements organiques :

L'ajout de substances organiques permet de résoudre les problèmes des sols contaminés, en particulier en combattant la toxicité saline. **(Hernandez, 2006)**

Dans un sol pollué, l'épandage du compost permet également de réduire, à court terme, le risque de stress toxique du nickel (Ni) et du zinc (Zn) sur les végétaux. Effectivement, si le compost est une source externe d'éléments traces métalliques (ETM), il offre un environnement nutritif pour les racines des végétaux (humus) plus riche en nickel et chromium que le milieu naturel qui était précédemment contaminé par ces deux éléments. **(Guittonny-Larcheveque, 2004)**

6. Maturation d'un compost

Suite à l'épuisement du milieu moléculaire, la phase de maturation prend le pas sur la phase de fermentation aérobie. Des phénomènes de polymérisation et de polycondensation des molécules nouvellement formées se produisent lors de la fermentation aérobie, à des températures allant de 20 à 30°C. Il y a une lenteur dans ces processus d'humification qui peuvent prendre plusieurs mois. **(HUMEAU.PH, LE CLOIREC. P., 2010)**

Ces processus d'humification sont lents et peuvent durer plusieurs mois.

Conditions opératoires	Fermentation aérobie	Maturation
Température	60 à 70 °C	20 à 30°C
Teneur en eau	60 à 80 % de la masse brute	40 à 60% de la masse brute
Ph initial de la matière	6 à 8	7à 8
C/N	20 à 30	-
Temps de biodégradation	4 à 6 semaines	1 à 3 mois
Besoins en air	0.1 à 1 Nm ³ /min	< 0.1 N m ³ / min

Tableau 4: Conditions opératoires nécessaires pour une mise en œuvre optimale d'un procédé de compostage (HUMEAU.PH 2010)

7. Caractéristiques agronomiques

PH eau : 9,7 (CG) C/N : 36,0 (G) 14,7 (CG) ISB : 0,5 (G)iques

(G) : Grignons deux phases 2

(CG) : Compost Grignons deux phases / Déchets verts

	Matière sèche	Matière organique	Azote total N	Phosphore P ₂ O ₅	Potassium K ₂ O	Calcium CaO	Magnésium MgO
G	380	360	5	1,7	9,3		0,4
CG	630	345	11	4	9	60	4

Tableau 5: Valeur agronomique (en kg / tonne de produit brut)

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Se	Zn	Mo
G	0,15	0,09	6,02	24,2	0,02	2,37	4,37	1,0	15,63	
Norme NF U 44-051	18	3	120	300	2	180	60	12	600	
Ecolabel européen		1	100	100	1	100	50		300	2

Tableau 6: Éléments traces métalliques (en mg / kg MS)

a. Effet amendement organique variable

- **Grignons deux phases bruts :** Le potentiel humique s'élève à 200 kg de matière organique potentiellement stable dans le sol par tonne de matière organique totale apportée.

Il y a dégradation rapide de la matière organique au terme de 91 jours d'incubation. Seule 25 % de celle-ci (correspondant au noyau) serait résistante et donc susceptible de fournir de l'humus à long terme.

- **Composts de grignons – déchets verts broyés :** A l'inverse, la dégradation est plus lente avec seulement 10 % du carbone organique minéralisé. Ces composts présentent donc un intérêt nettement supérieur aux grignons bruts pour entretenir le stock d'humus du sol.

b. Effet fertilisant

- **La faim d'azote** : les grignons bruts n'apportent pas d'azote immédiatement disponible, mais au contraire en immobilisent une partie. Ils peuvent donc provoquer une faim d'azote (environ 25 kg d'azote pour 10 tonnes de grignons deux phases). L'azote immobilisé sera minéralisé dans un second temps et mis à disposition pour les cultures.

Les composts de grignons deux phases + déchets verts n'apporteront quant à eux aucune contribution en termes de fertilisation azotée. Le compostage stabilisant la matière organique, les risques de faim d'azote seront par contre nettement moins marqués avec des composts suffisamment matures.

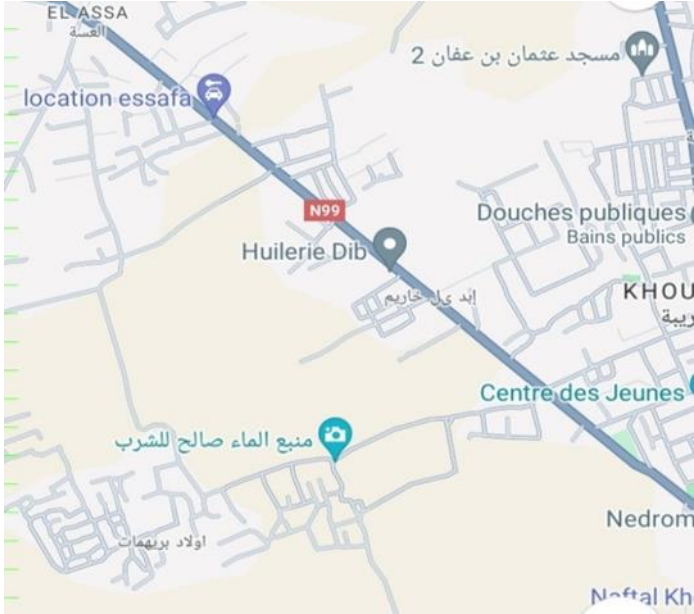
- **La potasse** : sur le plan quantitatif, l'élément fertilisant majeur dominant est le potassium le magnésium étant peu présent. Les sous-produits de moulins à huile se comportent donc plutôt comme des fertilisants potassiques.

Le coefficient d'équivalence engrais est de 1.

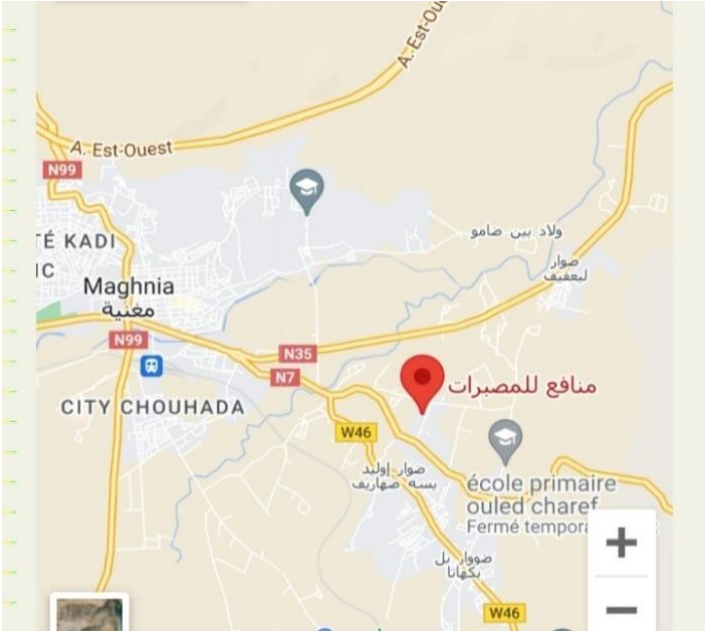
Chapitre IV :

Matériels et méthodes

Le 17 mars 2024, je me suis rendu avec mon ami dans deux huileries, le premier au pressoir Dib a Nedroma et le deuxième au pressoir Manafiaa à Maghnia, afin d'obtenir du grignon d'olives en vue de le transformer et l'utiliser comme compost pour les sols.



Huilerie Dib -Nedroma-



Huilerie Manafiaa -Maghnia-

1. Matériels utilisés

Le matériel utilisé dans cette étude est le suivant :

1.1. Déchets oléicoles

Les noyaux constituent les échantillons de grignon d'olive utilisés dans notre expérimentation. On répartit les grignons en fractions de 5 kg dans des boîtes en plastique, puis on les conserve pour un usage ultérieur. Ce sont des échantillons pâteux, brunâtres et beiges, à texture granulée à grosses particules, solides et avec une forte odeur d'olive.



Figure 17: Grignons d'olive (originale)



Figure 18: Boite en plastique pour mettre le mélange (originale)

1.2. Déchets animaux

Les déchets animaux utilisés dans notre protocole sont du fumier ou crottes de mouton. Le fumier de mouton est une matière organique riche en nutriments essentiels pour améliorer la qualité du sol. Il se caractérise par une concentration modérée en azote, phosphore et potassium, ce qui en fait une matière idéale pour la production de compost. Le fumier est collecté dans les bergeries et les pâturages, puis stocké dans des endroits appropriés pour s'assurer qu'il sèche et se décompose avant d'être utilisé dans le processus de fabrication du compost.



Figure 19: Crottes de mouton mélangé à de la paille de blé (originale)

2. Méthodes

2.1. Traitement des échantillons

2.1.1. Grignon d'olive

Deux techniques ont été utilisées pour sécher les grignons d'olives :

- a. Séchage à l'air libre à une température de 25°C.
- b. Séchage à une température de 35°C dans une étuve.

2.1.2. Crottes de mouton

Les crottes de moutons sont collectées périodiquement dans les granges ou dans les zones où se trouvent les moutons. Cela peut être fait manuellement ou à l'aide d'un équipement mécanique spécial. Les crottes subiront un dernier traitement avant la digestion anaérobie pour la régulation du pH.

3. Production du compost

a. La fermentation

C'est une métabolisation effectuée par des micro-organismes vivants comme des bactéries et des levures, qui transforment des composés organiques en acides. On observe ce processus en l'absence d'oxygène.

b. Opération du traitement préalable des grignons d'olive

Nous avons apporté une boîte aspergée d'eau. Nous avons placé 3 kg de grignons d'olives et aspergé d'eau dessus. Ensuite, nous y mettons 1,8 kg de crottes du mouton mélangée à des copeaux de bois. En disposant les ingrédients, nous avons obtenu 7 couches. Couvrez le mélange et conservez-le à l'abri du soleil. Tous les 4 jours, nous le remuons et mesurons la température et l'humidité jusqu'à 50 jours. Le compost est obtenu à partir du grignon d'olives.

c. Temps de fabrication

50 jours maximum pour la production de compost. Le mélange est agité tous les 4 jours.

d. Mesure de la température

Pour effectuer un test de température, nous faisons un petit trou dans le compost, jusqu'au coude. Si nous pouvons garder le bras dans le mélange, la température est froide. Si nous ne pouvons pas le conserver longtemps, la température est idéale. La température nécessaire est de 40°C.

c. Humidité

Pour que le compost soit efficace, le taux d'humidité doit être compris entre 50 et 70 %. Pour le savoir, nous prenons manuellement des poignées de compost à différents endroits et le pressons pour déterminer la quantité d'eau qui sort de nos mains. Si quelques gouttes en sortent, l'humidité est parfaite. Si aucune goutte ne sort, le compost est sec et a besoin d'humidité. Si 15 à 20 gouttes en sortent, l'humidité est parfaite.



Figure 20: Le compost (originale)

4. Etude de faisabilité d'un projet de transformation du grignon d'olive en compost

4.1. Définition

Le compost est une substance organique contenant une grande quantité d'humus qui a un effet durable sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Il est produit à partir de la décomposition de déchets organiques grâce à un processus de transformation biologique.

4.2. Présentation du secteur

La réutilisation des déchets solides dans la fertilisation des sols est de plus en plus intéressante en agriculture biologique. La technique du compostage des déchets organiques est utilisée dans les pays développés depuis le dernier quart du siècle dernier pour la production d'un compost à forte teneur en matière organique et minérale.

La production des déchets solides en Algérie est donnée ci-après :

Déchets	Quantités
Fumier	30 millions de T/an
Pailles de céréales	540 000 T/an
Grignons d'olives	51.105 T/an
Algues marines	750 milles T/an
Fientes de volailles	509 mille de T/an
Sous-produits du palmier dattier	1 million et 1,2 million de T/an
Déchets verts	1,2 Million de T/an
Marc de raisin	150 mille T/an

Tableau 7: La production des déchets solides en Algérie

En Algérie, l'intérêt pour le compostage est de plus en plus grand, car l'urbanisation croissante et l'exploitation de plus en plus intensive des terres agricoles ont entraîné la production de quantités considérables de déchets agricoles, tout en augmentant la demande en matière organique pour cultiver les sols.

Les projets les plus importants en matière de compostage des déchets d'origine végétale et animale en Tunisie sont les suivants :

- **Le compostage à la ferme** : On broie en surface les sous-produits végétaux afin de créer un mulch, parfois avec des ajouts d'azote et de phosphore pour stimuler l'humification. Il est nécessaire de laisser le fumier en tas pendant plusieurs mois afin qu'il se décompose lentement avant d'être épandu. Les zones de compostage sont placées directement sur le sol, où le fumier est disposé en tas allongés de forme triangulaire ou trapézoïdale. On laisse le fumier à l'air libre, sans arrosage ni retournement, jusqu'à ce qu'il soit à maturité.

- **Le compostage des déchets d'acacia et d'écorce de pin** : On transporte les branches d'acacia et les écorces ramassées jusqu'à l'aire de compostage, où elles sont ensuite broyées à

l'aide d'un broyeur combiné afin d'obtenir un broyât de 1,5 à 3 cm de taille. Une bétonnière permet d'améliorer l'homogénéisation du broyât d'acacia et d'écorces de pin, ou d'obtenir un mélange initial de 50 à 70 % d'acacia. L'écorce de pin joue principalement un rôle d'aérateur dans le compost. La couche de broyât de 20 cm sera soigneusement arrosée avec de l'eau afin de maintenir une humidité relative de 50 à 60%.

Ce mode est utilisé principalement dans ces unités de compostage de la Direction Générale des Forêts.

- **L'association APEB (point focal du RADDO en Algérie), via son centre d'agroécologie « Centre Akraz »** : La mise en place d'une station de compostage au niveau du centre de formation en agroécologie « Centre Akraz » a permis de produire et commercialiser du compost dans la région. C'est la seconde fois que l'APEB met en vente sa production de compost. Les analyses physico-chimiques démontrent un excellent ratio C/N, ce qui a poussé des phoeniculteurs à passer des commandes auprès de l'APEB. Le stock étant épuisé, les prochains "andains" seront disponibles dès le mois de février 2021.

Pour rappel, la station de compostage a été mise en place dans le cadre du projet « Appui aux acteurs locaux pour un développement rural durable des oasis du sud algérien - DevOasis » dans le cadre du Programme d'Action Pilote entre l'Algérie et l'Union européenne qui s'inscrit dans l'initiative ENPARD Méditerranée.

Outre la fabrication et la commercialisation du compost, la station de compostage est également utilisée par l'APEB comme un support pédagogique aux formations de bonnes pratiques oasiennes.

4.3. Aspects techniques

Le compostage est un processus biologique assurant la décomposition des constituants organiques des sous-produits et déchets en un produit organique stable riche en composés humiques.

Origine des déchets solides	Nature	Période de pointe
Animale	Fumier, Fientes de volailles	
Végétale	Pailles de céréales, Déchets verts, Sous-produits du palmier, Roseaux, Autres (feuillages d'oliviers)	Juin – août Novembre-janvier Janvier-mars
Agro-alimentaire	Grignons d'olive, Marc du raisin	Novembre- février Septembre-novembre
Marine	Algues	
Autres	Boues d'épuration, Ordures ménagères	

Tableau 8: Origine, nature et périodes de pointe des déchets solides utilisés pour le compostage

Les micro-organismes (bactéries, champignons, actinomycètes) et les macro-organismes (vers, insectes, acariens, gastéropodes, myriapodes, cloportes) sont les organismes qui décomposent la matière organique.

4.3.1. Processus :

- **Étape mésophile :** activité des micro-organismes mésophiles, augmentation de la température à 40°C.
- **Phase thermophile :** activité des micro-organismes thermophiles qui prennent le relais, conduisant à une augmentation de la température à 60 et 70 °C. La phase de refroidissement se caractérise par une baisse de la température, ce qui favorise les micro-organismes mésophiles et les champignons.
- **Phase de maturation :** à des températures inférieures à 30°C, la matière organique se décompose et se transforme en éléments nutritifs appelés « minéralisation ». Les micros et macro organismes assurent cette étape.

4.3.2. Facteurs agissant sur le processus :

4.3.2.1. Facteurs internes :

Dépendent de la nature des déchets solides (Rapport :C/ N)

- a. **Rapport élevé** : matières riches en carbone (branches, feuilles mortes, pailles, carton) à décomposition assez lente.
- b. **Rapport faible** : matières riches en azote (déchets verts, restes de légumes et de gazon) facilement décomposées.

Il faut donc mélanger judicieusement les deux types de matériaux pour avoir un bon rapport Carbone / Azote (entre 20 et 30).

Type de résidus organiques	Rapport C/N
Sciure de bois fraîche	100-500
Ecorce de pin	300
Paille	100
Paille + déjection	50

Tableau 9: Rapport Carbone/Azote (C/N) de différents types de résidus organiques

- c. **En pratique** : 25 à 50% de matière verte et 50 à 75% de matière ligneuse.

Si le matériel présente un rapport C/N élevé, un enrichissement en azote s'avère nécessaire au moment de la mise en tas.

La dimension finale des particules du substrat doit être entre 1 et 3 cm pour favoriser une meilleure aération.

4.3.2.2. Facteurs externes :

Conditions du milieu (température, humidité, aération, pH) :

- a. **Température** : entre 55°C et 70°C.
- b. **Humidité** : entre 50 % et 60 % (ajout de déchets liquides au lieu d'eau). Pour un compost jeune, il est recommandé de vérifier l'humidité tous les 2 ou 3 jours en insérant une tige ou un tuyau en métal dans le compost pendant 10 à 15 minutes. Si l'objet est chaud et humide, le processus de compostage se déroule correctement. Pour un compost en formation, prenez une poignée de compost dans la main et pressez-la. Si quelques gouttes d'eau perlent entre les doigts et que les matériaux ne se dispersent pas lorsque vous ouvrez la main, le compost a une bonne humidité.
- c. **Aération** : le taux d'oxygène doit rester au-dessus du seuil minimal de 5 %.

- d. **PH** : proche de la neutralité (pH autour de 7).

4.3.3. Méthodes pratiques de compostage :

4.3.3.1. Fermentation naturelle à l'air libre :

Les déchets solides sont disposés en tas (bandes triangulaires continues ou tas continu) après traitement mécanique. Pour une bonne gestion de la fermentation à l'air libre, les tas ou andains (bandes) doivent être retournés selon le calendrier suivant :

- a. Un premier retournement à la fin de la deuxième semaine,
- b. Un deuxième retournement à la fin de la quatrième semaine,
- c. Puis, un retournement mensuel, en surveillant la température à l'aide d'un thermomètre à sonde (mesure à 50 et 60 cm de la surface et au centre du tas). Aucun retournement ne doit être effectué avant que la température atteigne 65°C. Si la température se stabilise pendant trois à cinq jours en dessous de 50°C, ou si elle redescend, il est nécessaire de retourner le tas.

La fermentation est considérée comme suffisamment avancée lorsque, après un retournement, la température interne du tas ne remonte plus. Dans des conditions normales, ce résultat est atteint après 3 à 4 mois.

4.3.3.2. Fermentation accélérée :

Dans une enceinte close où les facteurs environnementaux sont maîtrisés, les procédés de fermentation agissent par :

- a. **Adjonction d'eau** pour atteindre l'humidité adéquate,
- b. **Soufflage de l'air** pour fournir l'oxygène nécessaire,
- c. **Brassage** pour aérer et homogénéiser la masse à traiter.

Cette technique nécessite un investissement élevé et est conseillée pour des tonnages importants de déchets.

- **Lombricompostage ou vermicompostage**

Le lombricompostage est une technique adaptée à de petites quantités de déchets organiques, nécessitant peu d'espace, non liée au sol et ne dégageant pas d'odeur. Ce

compostage se fait en couche mince (moins de 50 cm d'épaisseur) dans des bacs ou containers (en bois, plastique, etc.).

Les vers de terre utilisés dans ce processus, *Eisenia foetida* et *Eisenia andrei*, se trouvent dans le sol à une profondeur de 10 cm. Le premier est de couleur rouge tigré de gris ou de jaune, tandis que le second est très rouge. Ces lombrics consomment entre un demi et un poids égal à leur poids corporel par jour.

- **Compostage en agriculture biologique**

Le compostage en agriculture biologique exige des précautions particulières. Les déchets solides à exclure pour produire un compost destiné à un usage en agriculture biologique comprennent :

- a. Résidus d'herbicides, de pesticides ou autres,
- b. Ordures ménagères et compost urbain,
- c. Sous-produits agricoles et d'élevages issus d'exploitations industrielles utilisant des biocides.
- d. Sous-produits à utiliser avec précaution : pailles, rafles et fumier.
- e. Les produits recommandés et prioritaires en culture biologique incluent :
- f. Résidus de fermes biologiques ou résidus organiques,
- g. Sous-produits végétaux, déchets forestiers et animaux non pollués.

4.3.4. Etapes du compostage :

- a. **Collecte des déchets** : réception, tri et contrôle de la matière première.
Objectif : Séparer les verres, métaux, plastiques et certaines fractions de papier et carton.
- b. **Pré-fanage** : obtenir un taux d'humidité entre 50 et 60 %.
- c. **Broyage** : réduction de la taille moyenne des particules par piétinement des produits végétaux secs par des animaux, jusqu'à l'utilisation de broyeurs mécaniques, afin d'augmenter la vitesse de fermentation.
- d. **Homogénéisation** : utilisation de trémies mélangeuses et d'épanduses de fumier. Mélanger les déchets végétaux, le bois de taille et la paille avec les fientes, les déchets verts et les margines pour obtenir un rapport C/N d'environ 30 et une humidité d'environ 60 %.
- e. **Mise en andains** : compostage en andains triangulaires d'une hauteur de 1,5 à 2 m, d'une largeur à la base de 1,5 à 3 m et d'une longueur entre 10 et 20 m.

- f. **Retournements** : retourner pour aérer et ré-humecter avec une solution peu concentrée en azote (1 kg de NH_4NO_3 pour 100 litres d'eau) en surveillant l'humidité à 50 et 60 %. Retournement mensuel jusqu'à 4 à 5 fois au total.
- g. **Criblage et tamisage** : récupérer les matériaux non compostés et répartir le reste en compost fin et moyen selon la destination.
- h. **Stockage et conditionnement** : le compost mûr criblé doit être stocké sous abri, dans un milieu ventilé, puis conditionné en sacs de 5, 10, 25 et 50 litres.
- i. **Évaluation de la maturité du compost** :
- Couleur très foncée, odeur agréable, texture souple au toucher, avec des composés d'origine connus à l'œil nu.
 - pH entre 5,5 et 6,5.
 - Dosage des sulfures (S⁻).
 - C/N d'environ 20.
 - Dosage des formes d'azote minéral (un compost est pauvre en ammoniac et riche en nitrates) : un papier filtre cellulosique appliqué sur un échantillon de compost humide indique les nitrates par une couleur rouge ou rose et l'ammoniac par une coloration jaune-orangé à brune.
 - Dosage de la demande chimique en oxygène (D.C.O.) < 350 mg/g de compost.
- j. **Phytotoxicité** : compost mélangé à raison de 1/3 de compost et 2/3 de tourbe. Des graines de cresson alénois sont semées dans ce mélange. Le pourcentage de germination et la quantité de matière verte renseignent sur le degré de maturité.

4.3.5. Qualité du compost :

- a. **Exempt de graines et de parties végétales** pouvant germer.
- b. **Propre**, avec un maximum de 0,5 % du poids de la matière sèche en impuretés.
- c. **Part de pierres** inférieure à 5 % du poids de la matière sèche, avec un diamètre inférieur à 5 mm
- d. **Teneur en eau** : entre 35 % et 45 % du poids.
- e. **Teneur minimale en matière organique** : 20 % de la matière sèche.

Compost	Utilisation
----------------	--------------------

Base d'acacia (Sans accélération par ammonite)	Pépinières et horticulture (Cultures biologiques)
Base de grignons d'olives	Arboriculture (olivier) Cultures biologiques
Base de paille et fientes de volailles	Horticulture et cultures biologiques
Base de déchets verts	Horticulture (avec suivi)

Tableau 10: Types de composts et leurs utilisations en horticulture et agriculture biologique

4.3.6. Effets sur le sol :

Il améliore la porosité du sol et la capacité de rétention d'eau, accroît la résistance à l'érosion causée par le vent et l'eau, et renforce la stabilité structurale du sol.

De plus, il optimise la diffusion des éléments minéraux, assure une meilleure régulation des nutriments, augmente le pouvoir de rétention du sol pour les ions minéraux et organiques, prévient l'acidification des sols et accroît la capacité d'échange cationique.

Enfin, ce processus favorise la croissance des végétaux et des racines, enrichit la flore microbienne du sol et permet la minéralisation de l'azote, ainsi que la libération progressive du phosphore et du soufre.

4.3.7. Aspects commerciaux

Besoins de marché local en fumier par secteur :

Utilisateurs du compost	Besoins en fumier	Déficit
Agriculture traditionnelle (amendement)	10 millions de tonnes/an	5 millions de tonnes/an (Nord Est, Centre et Sud)
Cultures biologiques (intrans)	33 milles ha en 2003	
Pépinières	Produit 35 à 40 millions de plants/an avec 50 à 100 tonnes/an/pépinière	Objectif de reboisement de 16.000 ha/an
Collectivités locales et ménages	600 000 T/an	

Tableau 11: Utilisateurs de compost, besoins en fumier et déficit dans différents secteurs agricoles

4.3.8. Projets potentiels

- Compostage d'acacia ;
- Compostage des déchets verts associés aux fientes de volailles ;
- Compostage des grignons des olives associés aux margines et au fumier ;
- Compostage de la paille mélangée avec de la fiente de volailles ;

4.3.8.1. Evaluation du coût du projet

a. Compostage des grignons d'olives avec fientes de volailles

a.1. Investissement < 5000000 DA (terrain de 2000 m2) Coût du projet

Composantes	Quantité	Prix U (DA)	Valeur (DA)	%
Génie civil			275000	78
Bâtiment couvert	100 m2	1000	100000	
Hangar	50 m2	1000	50000	
Plates-formes	500 m2	250	125000	
Equipement			54000	9
Brouettes	4	4000	16000	
Bascule	1	15000	15000	
Outillage	-	-	5000	
Thermomètre à sonde	2	6000	12000	
Tuyaux	100 m	600	60000	
FAD			9500	3
Fond de roulement			32030	9
Frais d'étude			4000	1
TOTAL			374530	

Tableau 12: Composantes, quantités et répartition des coûts pour l'installation d'une unité de compostage

a.2. Schéma de financement

Rubrique	Fonds	Dotation	Primes	Prêt
	Propres	Remboursable		Bancaire
Nouveau promoteur	12000	24760	80420	237900
Avec prêt bancaire				

Tableau 13: Répartition des fonds pour un nouveau promoteur avec prêt bancaire

a.3. Evaluation économique et financière Chiffre d'affaires

Produits	Année de démarrage		Année de croisière	
	Quantité (T)	Valeur (DA)	Quantité (T)	Valeur (DT)
Compost vrac	56	101160	84	151740
Compost sacs	56	112400	84	168600
Total	112	213560	169	320340

Tableau 14: Production et valeur du compost en vrac et en sacs selon l'année de démarrage et l'année de croisière

a.4. Charges exploitation

Rubriques	Année de démarrage		Année de croisière	
	Quantité	Valeur (DA)	Quantité	Valeur (DA)
Matière première				
- grignons	90 t	45000	135 t	67500
- fientes	23 t	9000	34 t	13500
- fumier	28 t	16800	42 t	25300

Sacs plastiques	-	11240	-	16860
SuperPhosphate16	141 kg	2100	211 kg	3200
Transport	90 voyages	135000	34 voyages	50600
Main d'œuvre	1	30000	2	60000
Divers	-	52000	-	47000
Total	-	291020	-	283960

Tableau 15: Coût des matières premières et dépenses annuelles pour l'année de démarrage et l'année de croisière d'une unité de compostage

Compte s'exploitation prévisionnel (DA)

Rubriques	Année 1	Année 2	Année 3	Croisière
RBE	76310	145650	145650	145650
RNE	62560	101300	104670	122380
Cash-Flow	76310	124240	127600	145310

Tableau 16: Résultat Brut d'Exploitation (RBE), Résultat Net d'Exploitation (RNE) et Cash-Flow sur trois ans et à l'année de croisière

5. Discussion

La discussion est la section où les résultats obtenus sont analysés et interprétés en fonction des objectifs fixés dans le cadre de ce mémoire. Ce travail met en lumière le potentiel du compostage des grignons d'olives, ainsi que l'impact des techniques utilisées sur les propriétés physiques, chimiques, et biologiques du sol.

Les résultats de cette étude montrent que l'incorporation de grignons d'olives dans le processus de compostage améliore les qualités agronomiques des sols tout en réduisant l'impact environnemental des déchets oléicoles. Une question clé est de savoir si les quantités de compost obtenues sont suffisantes pour une valorisation à grande échelle. Les comparaisons

avec les pratiques observées dans d'autres régions productrices, telles que la Tunisie et le Maroc, permettent d'identifier les points forts et les faiblesses des techniques utilisées en Algérie.

De plus, cette étude démontre que le compost obtenu présente une composition chimique équilibrée, en particulier en matière de nutriments essentiels tels que le phosphore et le potassium, et en matière organique, ce qui en fait un excellent amendement organique. Cependant, des points d'amélioration ont été identifiés, notamment le temps de compostage et l'ajustement de la teneur en eau des grignons, afin d'optimiser les rendements.

Les résultats obtenus sont également discutés en comparaison avec les travaux de recherches antérieurs, en particulier ceux réalisés par Hadjou et al. (2013) concernant l'agriculture biologique en Algérie. Ces travaux soulignent l'importance d'adopter des pratiques de compostage contrôlées et normées, tout en prenant en compte les caractéristiques locales des sols et des climats.

6. Conclusion

En conclusion, ce projet a permis de démontrer l'importance et la faisabilité de valoriser les grignons d'olives par compostage dans la région de Tlemcen. Le compost ainsi produit présente des caractéristiques agronomiques favorables, notamment en termes de teneur en nutriments essentiels pour la croissance des plantes et d'amélioration de la structure des sols. Le processus de compostage des grignons d'olives apparaît comme une solution viable et écologique pour le traitement des déchets oléicoles, tout en favorisant une agriculture plus durable.

Les résultats obtenus confirment également que le compostage permet de réintégrer les déchets organiques dans le cycle de production agricole, réduisant ainsi l'impact environnemental des sous-produits oléicoles. Cependant, il serait pertinent d'étendre cette étude à une échelle plus large, avec des essais sur plusieurs campagnes agricoles, afin de valider pleinement les résultats et d'établir des recommandations concrètes pour les agriculteurs de la région.

Ce mémoire ouvre la voie à de nouvelles perspectives de recherche, notamment sur l'optimisation des temps de compostage et l'impact à long terme du compost sur la fertilité des sols. Enfin, il est essentiel que des politiques de soutien à l'agriculture biologique soient mises en place pour encourager la généralisation de ces pratiques durables.

Références
Bibliographiques

- Abdellaoui, H. (2012). *Développement récent et perspectives de l'agriculture biologique en Algérie*. Colloque international sur les produits de terroir, Université de Blida.
- ADEME. (2000). *Atlas des déchets en France* (2e éd.). Paris.
- Agence BIO. (2011). *L'agriculture biologique dans le monde*. Éd. Agence BIO. p. 9.
- Amic, A., & Dalmaso, C. (2013). *Unité de valorisation complète de déchets oléicoles par lombricompostage : Production de produits à haute valeur ajoutée*. Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille, France.
- Amir, S., Hafidi, M., Lemee, L., Merlina, G., Guiresse, M., Pinelli, E., Revel, J. C., Bailly, J. R., & Ambles, A. (2006). Structural characterization of humic acids extracted from sewage sludge during composting by thermochemolysis-gas chromatography-mass spectrometry. *Process Biochemistry*, 41, 410-422.
- Anonyme. (2008). *Biofertilizers technology projects details biomate.pdf*.
- Benton, J., & Jones, J. (2012). *Plant nutrition and soil fertility manual* (2e éd.). CRC Press.
- Bolan, N. S., Adrianob, D. C., Natesana, R., & Koob, B.-J. (2003). Effects of organic amendments on the reduction and phytoavailability of chromate in mineral soil. *Journal of Environmental Quality*, 32, 120-128.
- Bresson, L. M., Koch, C., Le Bissonnais, Y., Barriuso, E., & Lecomte, V. (2001). Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Biology and Biochemistry*.
- Brikci, N. (1993). Efficacité d'un traitement insecticide optimisé sur le ravageur de l'olive *Dacus oleae* dans la région de Tlemcen. Mémoire D.E.S, biologie, Université de Tlemcen, 93 p.
- Cabello, L., & Fiestas Ros de Ursinos, J. A. (1981). Différentes utilisations des margines. Séminaire international sur la valorisation des sous-produits de l'olivier. FAO, Tunis, Tunisie.
- Centre technique de l'olivier. (2011). ISB (Indicateur de Stabilité Biologique) : valeur moyenne issue de 3 analyses de fractionnement biochimique de la matière organique.
- Couplan, F., & Marma, F. (2009). *Jardinez au naturel : jardin bio facile*. Édition : Sang de la terre et groupe Eyrolles. 314 p.
- Crecchio, C., Curci, M., Pizzigallo, M. D. R., Ricciuti, P., & Ruggiero, P. (2004).
- Djoudi, H. (2014). *L'agriculture biologique en Algérie : constats et perspectives. Cas des dattes biologiques à Biskra*. Mémoire de Master, physiologie végétale, Université de Biskra. 70 p.
- Ecotechnologie. (2009). Analyse d'un compost de grignons deux phases/déchets verts de 7 mois.
- Finstein, M. S., & Morris, M. L. (1975). Microbiology of municipal solid waste composting. *Advances in Applied Microbiology*, 19, 113-151.

- Fiorentino, A., Gentili, A., Isidori, M., Monaco, P., Nardelli, A., Panella, A., & Fabio, T. (2003). Environmental effects caused by olive mill waste waters: Toxicity comparison of low molecular-weight phenol compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1005-1009.
- Francou, C. (2004). 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. Institut national agronomique Paris-Grignon, École doctorale Abies.
- Gérald, H., Christiane, S., & Environnement-Innovation, S. (2011). La fertilité des sols : L'importance de la matière organique. 46.
- Ghattas, D. (2004). Valorisation des margines par digestion anaérobie. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies, Université Libanaise, 39 p.
- Guittonny-Larcheveque, M. (2004). Valorisation d'un compost de boues urbaines en garrigue pour le reboisement : Comportement des jeunes arbres d'une plantation et modifications de la dynamique de la végétation naturelle après amendement. Thèse de Doctorat, Université Paul Cezanne, 227 p.
- Hadjou, L., Chreiet, F., & Djenane, A. (2013). Agriculture biologique en Algérie : potentiel et perspectives de développement. *Revue Les cahiers du CREAD*, n°105/106, 113-132.
- Hadjou, L., Lamani, O., & Cheriet, F. (2013). Labellisation des huiles d'olive algériennes : contraintes et opportunités du processus ? *New Medit*, 12, 35-46.
- Hamdi, M. (1996). Anaerobic digestion of olive mill wastewaters. *Process Biochemistry*, 31, 105-111.
- Hammad, M., Badarneh, D., & Tahboub, K. (1999). Evaluating variable organic waste to produce methane. *Energy Conversion and Management*, 40, 1463-1475.
- He, Y., Inamori, Y., Mizuochi, M., Kong, H., Iwami, N., & Sun, T. (2000). Measurements of N₂O and CH₄ from the aerated composting of food waste. *The Science of The Total Environment*, 254, 65-74.
- Hoitink, H. A., & Fahy, P. C. (1986). Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. *Annual Review of Phytopathology*, 24(1), 93-114.
- Hsu, J.-H., & Lo, S.-L. (1999). Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of pig manure. *Environmental Pollution*, 104, 189-196.
- Kademi, A., Morin, A., Ismaili-Alaoui, M., Rossos, S., Baratti, J., & Houde, A. (2003). New horizons in biotechnology. In S. Roussos, C. R. Soccol, A. Pandey, & C. Augur (Eds.), Dordrecht, 43-55.

- Kapellakis, I. E., Tsagarakis, K. P., & Crowther, J. C. (2008). Olive oil history, production and by-product management. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 7, 1-26.
- Kaur, H. (2016). Effect of biofertilizers and organic fertilizers on soil health, growth and development. *Punjab Agricultural University Ludhiana*.
- Khoufi, S., Aloui, F., & Sayadi, S. (2006). Treatment of olive oil mill wastewater by combined process electro-Fenton reaction and anaerobic digestion. *Water Research*, 40, 2007-2016.
- Larbi, M. (2006). Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Université de Neuchâtel.
- Lemmens, M. (2010). Vers une consommation alimentaire durable : les paniers bios comparés aux modes de production et de distribution conventionnels. Mémoire de fin d'études, diplôme de master en sciences et gestion de l'environnement, Université libre de Bruxelles.
- IFOAM. (2000). *International Federation of Organic Agriculture Movements*.
- Lynch, J. M. (1980). Effects of organic acids on the germination of seeds and growth of seedlings. *Plant, Cell and Environment*, 3, 255-259.
- Martinez-Garcia, G., Bachmann, R. Th., Williams, C. J., Andrea, B., & Edyvean, R. G. J. (2006). Olive oil waste as a biosorbent for heavy metals. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 58, 231-238.
- Mebirouk, M. (2002). Rejets des huileries. Développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des polyphénols dans la margine. *CMPP News*, n°11.
- Mekki, H., Anderson, M., Ben Zina, M., & Ammar, E. (2008). Valorization of olive mill wastewater by its incorporation in building bricks. *Journal of Hazardous Materials*, 158, 308-315.
- Mendil, M., & Sebai, A. (2006). Catalogue des variétés algériennes de l'olivier : l'olivier en Algérie. Édition O.N.F.O.
- Mendil, M. (2009). L'oléiculture : Expériences algériennes. *Filaha Innove*, 6.
- Mendil, M. (2010). Labellisation des produits arboricoles et viticoles. Communication, Institut Technique de l'Arboriculture et de la Vigne, Alger. Disponible sur : <http://www.ianor.org/arbo.pdf>
- Mouhamedi, H. (2004). Diagnostique phytoécologique et des espaces productifs et naturels.
- Mustin, M. (1987). *Le compost : gestion de la matière organique*. F. Dubusc Éds.
- Nefzaoui, A. (1991). Valorisation des sous-produits de l'olivier. In J.-L. Tisserand (Ed.) & X. Alibés (Ed.), *Fourrages et sous-produits méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 101-108.

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 16. Fourrages et sous-produits méditerranéens, Montpellier (France), 5-6 Jul 1990.

- Pagnanelli, F., Toro, L., & Veglio, F. (2002). Olive mill solid residues as heavy metal sorbent material: A preliminary study. *Waste Management*, 22, 901-907.
- Paraskeva, P., & Diamadopoulos, E. (2006). Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: A review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 81, 1475–1485.
- Pascual, J. A., Hernandez, T., Garcia, C., & Ayuso, M. (1998). Enzymatic activities in an arid soil amended with urban organic wastes: Laboratory experiment. *Bioresource Technology*, 64, 131-138.
- 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.
- Ros, M., Raut, I., Santísima-Trinidad, A. B., & Pascual, J. A. (2017). Relationship of microbial communities and suppressiveness of *Trichoderma* fortified composts for pepper seedlings infected by *Phytophthora nicotianae*. *PLOS ONE*, 12(3), e0174069. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174069>
- Samperdro, I., Aranda, E., Martin, J., Garcia Garrido, J. M., Garcia Romero, I., Ocampo, J. A. (2004). Saprobic fungi decrease plant toxicity caused by olive mill residues. *Applied Soil Ecology*, 26, 149-156.
- Sansoucy, R. (1984). Utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale dans le bassin méditerranéen. Étude FAO, Production et Santé Animales, 43, 121.
- Serra-Wittling, C., Houot, S., & Alabouvette, C. (1996). Increased soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flax after addition of municipal solid waste compost. *Soil Biology and Biochemistry*, 28, 1207-1214.
- SMEESTER, E. (1993). *Le compostage domestique : comment transformer vos déchets organiques en mine d'or pour le jardin*. Éd. Versicolores INC, Bibliothèque nationale du Québec. 44 p.
- Solagro, Agence de l'eau Adour-Garonne. (2001). *La digestion anaérobie des boues urbaines : état des lieux, état de l'art*, France, Imprimerie Ménéard.
- Topal, H., Atimtay, A. T., & Durmaz, A. (2003). Olive cake combustion in a circulating fluidized bed. *Fuel*, 82, 1049-1056.
- Valeurs moyennes issues de 20 analyses de grignons deux phases (Centre Technique de l'Olivier, 2011).

- Wong, J. W. C., Ma, K. K., Fang, K. M., & Cheung, C. (1999). Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bioresource Technology*, 67, 43-46.
- Zahari, A., Tazi, A., & Azzi, M. (2014). Optimization of treatment conditions of olive oil mill wastewater by superoxidant K3FexMnyO8. *Journal of Materials Environmental Science*, 5, 484-489.
- Cotxarrera, L., Trillas-Gay, M. I., Steinberg, C., & Alabouvette, C. (2002). Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress Fusarium wilt of tomato. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 467-476.
- Erhart, E., Burian, K., Hartl, W., & Stich, K. (1999). Suppression of *Pythium ultimum* by biowaste composts in relation to compost microbial biomass, activity, and content of phenolic compounds. *Journal of Phytopathology-Phytopathologische Zeitschrift*, 147, 299-305.
- Humeau, P. H., & Le Cloirec, P. (2010). Emissions gazeuses et traitement de l'air en compostage. Édition Techniques Ingénieur.
- Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J. L., & Hernandez, M. T. (2006). Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: Influence on the physical, chemical and biological properties of soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 1413-1421.

Références sites web

<https://tinyurl.com/4jyuww8u>

<https://tinyurl.com/mvu7bzz2>

<https://tinyurl.com/fewn5c5w>

ملخص

إنتاج الزيتون يولد كمية كبيرة من النفايات، بما في ذلك تفل الزيتون. لمعالجة هذه المشكلة، من الضروري تعزيز الحلول المناسبة. تهدف الدراسة الحالية إلى تقييم تفل الزيتون من خلال تحليل خصائصه الفيزيائية والكيميائية، ومن جهة أخرى، دراسة كيفية تحويله وتحضيره إلى سماد عضوي يغذي التربة، وذلك من أجل القضاء على هذه النفايات بطريقة بيولوجية وصديقة للبيئة.

الكلمات الرئيسية: الزيتون، النفايات، تفل الزيتون

Résumé

La fabrication des olives génère une quantité importante de déchets, dont le grignon d'olive. Pour résoudre ce problème, il est essentiel de promouvoir des solutions adaptées. L'étude actuelle vise à évaluer le grignon d'olive en analysant ses propriétés physiques et chimiques d'une part, et d'autre part, à étudier comment le transformer et le préparer en compost organique nourrissant pour le sol, afin d'éliminer ces déchets de manière biologique et respectueuse de l'environnement.

Mots-clés : olives, déchets, grignon d'olive

Abstract

The production of olives generates a significant amount of waste, including olive pomace. To address this issue, it is essential to promote suitable solutions. The current study aims to evaluate olive pomace by analyzing its physical and chemical properties. Additionally, it investigates how to transform and prepare it into organic compost that nourishes the soil, in order to eliminate this waste in a biological and environmentally friendly manner.

Keywords : olives, waste, olive pomace