



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



Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

**En vue de l'obtention du diplôme de
Master en Sciences Agronomiques
Spécialité Production Végétale**

Thème

**Effets des sous-produits oléicoles (grignon et
margine) sur le développement de la culture de blé
dur**

Présenté par :

DIAF Kenza et LACHERAF Hafida

Devant le jury composé de

M. MERROUKI K.	Maitre de conférences B	UMMTO	Président
Mr CHERFOUH R.	Maitre de conférences A	UMMTO	Promoteur
Mr DAOUDI L.	Maitre-Assistant A	UMMTO	Examineur

Date de soutenance :29 /06 /2025

Remerciement

بسم الله الرحمن الرحيم

Après un long parcours marqué par les efforts et de difficulté
Nous rendons grâce à dieu qui nous a accordé la force, la patience et
le courage nécessaires pour mener à bien ce travail que nous vous
présentons aujourd'hui.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadrant Mr
CHERFOUH R. pour son soutien constant tout au long de ce travail.
Ses conseils, son aide précieuse et ses encouragements nous ont été
d'une grande aide et aussi Mme SADOUNE N. pour son aide.

Nous remercions également les membres de jury pour avoir accepté
d'évaluer ce travail, ainsi que pour tous les efforts qu'ils ont
déployés afin de nous transmettre leur savoir au cours des années
passées.

Notre remerciement va également à l'ensemble de l'équipe
enseignante et administrative du département d'agronomie.

Nous remercions notre famille qui a toujours été à nos cotés, ainsi
que notre ami.

Enfin merci du fond du cœur à toutes celles et ceux qui nous ont
soutenus, même par un simple mot.

DEDICACE

À la mémoire de mon père, Ton rêve m'a guidée et ton absence m'a rendue plus forte.

Ce travail est aussi le tien. À ma chère maman, Pour ton amour infini, tes sacrifices et ta force tranquille. Tu es ma source de courage.

À mes sœurs Souhila, Nadia, Hakima, et à mon frère Younes, Merci pour votre présence constante, vos sourires et votre soutien indéfectible.

À mon fiancé Aghiles, Pour ton soutien, ta patience et ta tendresse. Merci d'avoir cru en moi. Mes remerciements vont également à ta famille pour leur bienveillance.

À mes amies Yasmina, Nawal et Hassiba,
Merci pour votre amitié, votre écoute et votre soutien. Votre présence a compté pour moi.

À ma famille,
Merci pour votre confiance, vos encouragements et votre présence tout au long de ce chemin.

Hafida

DEDICACE

Je dédie tout particulièrement ce travail à ma chère mère, qui a veillée sur moi pendant toutes mes années d'études et qui a été mon plus grand soutien, ainsi qu'à mon cher père.

À mes adorables sœurs : Yasmina, Dihia, Lynda et Olga.

Et mes frères Mohand et Yacine.

Et ma meilleure amie qui a été tout pour moi Hou.

Et ma chère Hlala.

Et mes amis : liza, Wissam, Semouna, Djoudjou, Dalia et Maissa.

KENZA

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°C : degré Celsius

µS/cm : Donc, la conductivité électrique en microsiemens par centimètre

AFIDOL : Association Française Interprofessionnelle De l'Olivier

CE : Conductivité électrique

Cm : Centimètre

COI : Conseil Oléicole International

DCO : Demande chimique en oxygène

Ech : Echantillon

FAO : Food and Agriculture Organisation

g : Gramme

g/l : Gramme Par Litre

H% : Humidité

ha : Hectares

IA : Indice d'acidité

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

MADR : Ministère de l'agriculture et du Développement Rural

max : Maximum

ml : Millilitre

mS : millisiemens

pH : Potentiel hydrogène

Qx : Quintaux

Rdt : Rendement

T : Tonne

TG : taux de germination

Liste des figures

Figure 1: The world distribution of olive cultivated areas and their production ranges (2016); Rajabipour M. et al., ResearchGate).....	5
Figure 2 : Répartition de l'olivier on Algérie (MADR, 2015)	6
Figure 3 : Evolution de la production oléicole nationale (1995à 2021) - Source : COI, 2020	7
Figure 4 : Distribution de l'olivier dans le pourtour méditerranéen (Oteros Jose, 2014)	9
Figure 5 : Olivier hors sol hauteur 70cm (Rebière, J.).....	10
Figure 6 : Floraison de l'olivier (Roger-Narbonne, 2017).....	11
Figure 7 : Succession de phases phénologiques chez l'olivier (Afidol. 2016)	12
Figure 8 : Broyeur à meule en pierre (photo originelle ,2025)	14
Figure 9 : Scourtins installés dans la presse (photo originelle ,2025)	14
Figure 10 : Un système d'extraction continu par centrifugation (Greyling, L).....	15
Figure 11: Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases (Ben hassine et al.,.....	16
Figure 12 : Système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases (Ben Hassine ,2013).....	17
Figure 13 : Grignon d'olive (Simona Vitagliano, 2019).....	17
Figure 14 : Les margines (La Dépêche de Kabylie, 2020	19
Figure 15 : Statistique agricole superficies et productions des céréales (MADR, 2022).....	26
Figure 16 : Description d'un phytomère de blé et de ses composants (Moore & Moser, 1995).....	27
Figure 17 : Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain (Surget & Barron, 2005).....	28
Figure 18 : Schéma descriptif d'épillet de blé (Soltner, 1990)	29
Figure 19 : Anatomie d'un épi de blé (Heiser, 1990)	29
Figure 20 : Cycle de développement du blé (Henry et Buysler, 2000)	31
Figure 21 : Représentation schématique du cycle de vie des champignons endophytes	32
Figure 22 : Barquettes en aluminium contenant du grignon.....	38
Figure 23 : Balance analytique.....	39
Figure 24 : Les barquettes qui continuant de grignon à l'intérieur de l'étuve	39
Figure 25: Mesure de 10g de grignon.....	39
Figure 26: Des bouteilles contiennent de grignon	39
Figure 27: Mesure de 50 ml de l'eau distillé	40
Figure 28: Bouteilles en verre contiennent de grignon et l'eau distillé	40
Figure 29: Mesure de pH de l'extrait à cinquième des grignons à l'aide d'un ph mètre.....	40
Figure 30: Mesure de la conductivité électrique de l'extrait à cinquième des grignons à l'aide d'un Conductimètre	40
Figure 31: Mesure de Ph	41
Figure 32Figure 33.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 34: Conductimètre Figure	41
Figure 35: Mesure de la conductivité électrique des margines	42
Figure 36: Mesure de poids de la bouteille en verre.....	43
Figure 37: Des bouteilles qui contient 100ml des margines	43
Figure 38: Eprouvette qui contient 100 ml des margines.....	43
Figure 39: Des bouteilles qui contient des margines sur une plaque chauffante	44
Figure 40: Mesure de poids de la bouteille qui contient des résidus secs	44
Figure 41: Une couche fine de coton au fond de chaque boîte de pétri.....	45
Figure 42: 25 graines de variété Simeto pour chaque boîte de pétri	45
Figure 43: Mélange des trois bouteilles d'un seul échantillon en une seule bouteille.....	45
Figure 44: Prélèvement de l'extrait à cinquième de grignon	45
Figure 45: Répartition de 20 ml de l'extrait à cinquième de grignon dans chaque boîte de pétri	46
Figure 46: Versement de l'eau distillé dans les boîtes de pétri contiennent des graines de blé dur	47
Figure 47: Filtration des margines.....	48
Figure 48: Le filtre préparé	48
Figure 49: Des boîtes de pétri contenant des graines de blé dur variété Simeto	48

Figure 50: Des boites de pétri contenant des graines de blé variété Amar	48
Figure 51: Irrigation des graines blé dur variété Simeto avec 100 % des margines	49
Figure 52: Des graines de blé dur variété Amar irrigué avec 100% des margines	49
Figure 53: Des graines blé variété Simeto irrigué avec une dilution de 50 % des margines	50
Figure 54: Irrigation des graines de blé variété Amar par une dilution de 25 % des margines	50
Figure 55: Gélatine glycinée	52
Figure 56: Scalpel	52
Figure 57: Observation sous le microscope optique G (400)	52
Figure 58 : Observation sous le microscope optique G (400)	54
Figure 59: La destination des margines de déférente huilerie	55
Figure 60: Destination de grignon de déférente huilerie	55
Figure 61: Variation de taux de l'humidité des échantillons de grignon	56
Figure 62: Variations des valeurs de pH des échantillons de grignon	57
Figure 63: Les valeurs de la CE	58
Figure 64: Valeurs de poids des résidus secs des échantillons de margines	59
Figure 65: Les valeurs de pH des échantillons de margines	60
Figure 66: Les valeurs de pH des échantillons de margines	61
Figure 67: Pourcentage des taux de germination de la variété Amar	62
Figure 68: Le pourcentage de taux de germination Simeto traitées.	63
Figure 69: Le pourcentage de taux de germination de la variété Amar traité avec 100% des margines. ..	64
Figure 70: Le pourcentage de taux de germination de la variété Simeto traité avec 100% des margines. 65	65
Figure 71: Le pourcentage de taux de germination de la variété Simeto traité avec 100% des margines. 65	65
Figure 72: Taux de germination de blé dur variété Amar traitées par 50% des margines.	66
Figure 73: Taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées par 50% des margines. ...	66
Figure 74: Germination de quelques graines de blé dur variété Amar traitées par 50% des margines (C2)	67
Figure 75: Germinations de quelques graines de blé dur traitées par 50% des margines (C10).....	67
Figure 76: Taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines.	68
Figure 77: Taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 75% des margines.	68
Figure 78: La germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines (C1)	69
Figure 79: La germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines (C10).	69
Figure 80: Taux de germination des graines de la variétés Simeto traitées avec une dilution de 90% des margines.	70
Figure 81: Taux de germination des graines de la variété Amar traitées avec une dilution de 90% des margines.	71
Figure 82: La germination des graines de blé dur traitées avec la dilution des margines à 90%	71
Figure 83: L'apparition de l'activité fongique sur les graines de blé dur variété Simeto	71
Figure 84: L'apparition de l'activité fongique sur les graines de blé dur variété Simeto	72
Figure 85: Observation microscopique de champignon Alternaria.	73
Figure 86: Observation microscopique de champignon Aspergillus.	73
Figure 87: Observation microscopique de champignon Penicillium.	73

Liste des Tableaux

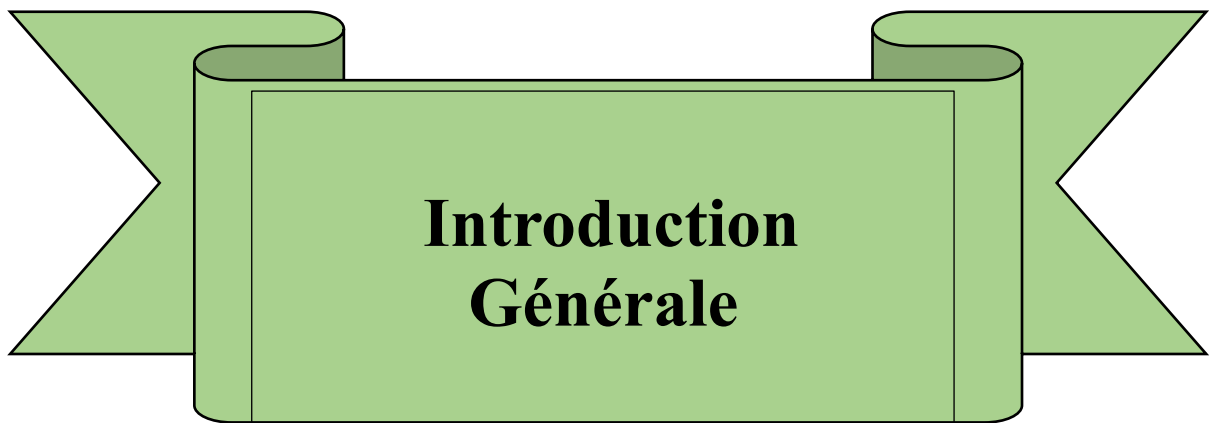
Tableau 1: Composition chimique indicative des différents types de grignons	18
Tableau 2: Composition des margines (Sonsoucy R, 1984, FAO).....	19
Tableau 3: Composition physico-chimique indicative des margines (Mekki et al 2008)	21
Tableau 4: Principaux producteurs de blé dans le monde (FAO, 2021).....	25
Tableau 5: Répartition des échantillons	37
Tableau 6: Pourcentage des taux d'humidité (%) des échantillons de grignon.....	56
Tableau 7: les valeurs de ph des échantillons de grignon	57
Tableau 8: Les valeurs de conductivité électriques des échantillons de grignon	58
Tableau 9: les valeurs de poids des résidus secs des échantillons des margines	59
Tableau 10: Les valeurs de ph des margines.....	60
Tableau 11: Les valeurs de la conductivité électrique des échantillons des margines	61
Tableau 12: Taux de germination (%) des graines de blé dur variété Amar traité avec l'extrait à cinquième de grignon.....	62
Tableau 13: Taux de germination (%) des graines de blé dur variété Simeto traité avec l'extrait à cinquième de grignon.....	63
Tableau 14: Taux de germination (%) des variétés Amar avec 100% des margines	64
Tableau 15: Taux de germination (%) de la variété Simeto avec 100% des margines.....	64
Tableau 16: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 50% des margines.....	65
Tableau 17: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 50% des margines.....	66
Tableau 18: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines.....	68
Tableau 19: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 75% des margines.....	68
Tableau 20: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 90% des margines	70
Tableau 21: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 90% des margines	70
Tableau 22 : Natures des champignon identifiées dans des boîtes de pétri contenant des graines de blé dur variété Amar et Simeto traitées avec une dilution des margines à 10%.....	72

Table des matières

Remerciement	2
DEDICACE	3
DEDICACE	4
Liste des abréviations	5
Liste des figures	6
Introduction Générale	12
I. PRESENTATION DE SECTEUR OLEICOLE	5
I.1. L'oléiculture dans le monde	5
I.2. Oléiculture en Algérie	6
I.3. Evolution de production oléicole national	6
I.4. Différentes variétés d'olivier	7
II. PRESENTATION DU L'OLIVIER	8
II.1. Origine et histoire d'olivier	8
II.2. Description d'olivier cultivé.....	9
II.3. Classification de l'olivier.....	9
II.4. Morphologie de la plante d'olivier.....	10
II.5. Cycle de développement de l'olivier	11
II.6 Les principales variétés d'olivier en Algérie	13
III. EXTRACTION DE L'HUILE	13
III.1. Système d'extraction discontinu ou à presse	13
III.2. Système d'extraction continu par centrifugation	14
IV. LES SOUS-PRODUITS OLEICOLES ET LEUR COMPOSITION	17
IV.1. Grignons	17
IV.2. Margine	18
V. TRAITEMENT ET VALORISATION DES SOUS-ORODUITS OLEICOLES. 21	
V.1 Traitement et Valorisation des Grignons d'Olive	21
V.2 Traitement et Valorisation des margines	22
VI. PRESENTATION DE LA CULTURE DE BLÉ	24
VI.1. Importance de la culture de blé	24
VI.2 Taxonomie de blé	26
VI.3 Description de blé	26
VI.4 Cycle développement de blé	30

VI.5. Les différentes variétés de blé	31
VI.6 Champignons transmis par les semences de blé	31
VII. EFFETS AGRONOMIQUES BENEFIQUES DES GRIGNONS ET DES MARGINES	34
VII. 1. Effets des Grignons et des Margines sur le Sol	34
VII. 2. Effets des Grignons et des Margines sur les Plantes	34
VIII. LES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DES MARGINES ET DES GRIGNONS.....	34
VIII.1 Effets négatifs sur l'environnement	34
VIII.2 Effets négatifs sur le sol	35
VIII.3 Effets négatifs sur les plantes	35
Chapitre II : Matériels et méthodes	36
II.1 - Introduction	37
II.2 - Enquêtes	37
II.2.1 - Huileries visitées	37
II.2.2 - Composition du questionnaire	37
II. 3 - Paramètres analytiques.....	38
II. 3.1- Humidité des grignons	38
II.3.2 - Conductivité électrique et pH des grignons	39
II.3.3 - pH des margines	40
II.3.4 - La conductivité électrique des margines	41
II.3.5 - Détermination des résidus sec des margines.....	42
II.4 - Tests de germination de blé.....	44
II.4.1 - Préparions des boîtes de pétri	44
II.4.2 - L'irrigation avec l'extrait de grignons	44
II.4.3 -Préparation des témoins.....	46
II.4.4 - L'irrigation avec des margines	47
II.5 - Champignon.....	51
II.5.1 - Objectif de cette étude	51
II.5.2 - Matériel utilisés	51
II.5.3 - Déroulement de l'expérience	51
Chapitre III : Résultats et discussion.....	53
III.1 - Analyse des enquêtes.....	54
III.1.1 - Mise en service des huileries.....	54
III.1.2 – Destination des margines	54
III.1.3 – destination de grignon	55
III.2 - Paramètres analytiques des sous-produits.....	56
III.2.1 – Humidité des grignons.....	56

III.2.2 – pH des grignons	57
III.2.3 - La conductivité électrique des échantillons de grignon	57
III.2.4 - Résidus sec des margines.....	58
III.2.5 -pH des échantillons de margines	59
III.2.6 - La conductivité électrique des margine	60
III.3 - Test de germination.....	61
III.3.1- Traitement avec un extrait à cinquième des grignons.....	61
III.3.2 - traitement avec 100 % des margines	63
III.3.3 – Traitement avec une dilution de 50% des margines	65
III.3.4 – Traitement avec une dilution de 75 % des margines	67
III.3.5 – Traitement avec une dilution à 90 % des margines	69
III.4 – Observations microscopiques des Champignons	71
Conclusion générale.....	74
Annexe.....	77
Résumé.....	80
Abstract	80
Références bibliographiques	82



**Introduction
Générale**

Introduction générale

L'olivier (*Olea europea* L.), tout comme de nombreuses plantes naturalisées dans le bassin méditerranéen (habitat idéal pour sa propre croissance (**Ardenia, 2006**), pour beaucoup d'entre eux, l'olivier représente l'une des principales cultures traditionnelles, elle occupe la 24-ème rang parmi les 35 espèces les plus cultivées à l'échelle mondiale, s'étendant sur environ 9,6 millions d'hectares (**FAO, 2012**). L'Algérie occupe la 8-ème place, derrière l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie et le Maroc, qui sont les principaux pays producteurs d'olives et d'huile d'olive (**COI 2013**), qui est cultivé dans diverses régions notamment la wilaya de Tizi-Ouzou, Bouira et Bejaïa.

L'agriculture moderne est confrontée à des défis majeurs, notamment la gestion durable des ressources naturelles, l'optimisation des systèmes de production et la valorisation des sous-produits agro-industriels. Dans ce contexte, les margines (effluents liquides) et les grignons d'olive (résidus solides), issus de l'extraction de l'huile d'olive, représentent un enjeu environnemental important en raison de leur volume élevé et de leur charge polluante (**Roig et al., 2006**). Cependant, ces sous-produits, riches en matière organique, en nutriments (azote, potassium, phosphore) et en composés phénoliques, pourraient être valorisés en agriculture comme amendements organiques ou biostimulants, sous réserve d'une évaluation rigoureuse de leurs effets sur les cultures (**Mekki et al., 2013**).

L'industrie oléicole, en plus de sa production principale d'huile, génère deux types de résidus : un liquide (les margines) et un solide (les grignons), représentant respectivement 30% et 50% du poids total des olives traitées (**Chouchene et al., 2012**)

Les margines sont connues sous le nom d'eau de végétation issus du processus de production d'huile d'olive. Ils se composent de la pulpe de l'olive, des noyaux et des résidus solides générés de l'extraction de l'huile d'olive. Ces effluents représentent un facteur majeur de pollution dans la région méditerranéenne en raison de leur forte charge toxique en matières organiques et de leur acidité modérément élevée (**Jeguirima et al., 2012**). Les grignons sont des résidus provenant de la première centrifugation, ils sont composés de pulpe et de noyaux d'olive, la composition chimique des grignons pose un problème environnemental majeur en raison de leur teneur en polyphénols, qui est difficilement biodégradables (**Chouchene, 2010**).

Chaque année on voit des tas de grignon et des quantités des margines déversées dans les rivières ou jetées dans des décharges. Pour éliminer ces impacts et ces effets néfastes, des solutions existent

tell que la valorisation agricole, la production d'énergie ou création de détergents. Cependant, il est crucial de bien analyser ces sous-produits avant de les utiliser. Étant donné leur nature organique, les margines et les grignons peuvent être réutilisés dans l'agriculture que ce soit comme amendements pour enrichir les sols, comme matière compostable ou encore comme substrats de culture...

L'utilisation répétée des margines et grignons d'olive en agriculture peut engendrer des risques environnementaux notables, notamment en raison de leur composition physico-chimique particulière. Les margines, caractérisées par une forte charge organique, une salinité élevée et une acidité marquée, peuvent provoquer une **salinisation des sols** lorsqu'elles sont épandues en excès, réduisant ainsi la disponibilité hydrique et perturbant l'équilibre ionique nécessaire à la croissance des plantes (Cabreria et al., 2014). De plus, leur teneur en composés phénoliques et en lipides peut induire une **inhibition de l'activité microbienne** du sol, altérant les processus de minéralisation et de fertilité à long terme (Saadi et al., 2007). Par ailleurs, les grignons, bien que moins concentrés en sels, peuvent contribuer à une **acidification progressive des sols** en raison de leur faible pH et de leur forte teneur en composés organiques acides (Nasini et al., 2013). Ces modifications peuvent compromettre la durabilité des agroécosystèmes, particulièrement en zones méditerranéennes où les sols sont naturellement sensibles à la dégradation. Une gestion raisonnée de ces sous-produits, incluant des prétraitements (compostage, dilution) et un suivi régulier des sols, s'avère donc indispensable pour minimiser ces impacts négatifs tout en valorisant leur potentiel agronomique.

Le blé dur (*Triticum durum*), culture céréalière stratégique en région méditerranéenne, est sensible aux modifications des propriétés du sol et aux apports de matière organique exogène. Plusieurs études ont montré que l'application modérée de margines ou de grignons peut améliorer la fertilité des sols et stimuler la croissance végétale, tandis qu'un excès peut induire une phytotoxicité due à leur forte salinité et à leur teneur en polyphénols (Paredes et al., 1999 ; Chaari et al., 2015). L'impact de ces résidus sur les paramètres de rendement du blé (nombre d'épis, poids de mille grains, rendement grainier) reste cependant peu documenté, notamment en fonction des variétés cultivées.

Notre travail de recherche consiste à une caractérisation des margines et des grignons d'olives et une analyser l'influence de ces sous-produits sur le développement de la culture de blé. Cette étude vise à quantifier les variations de taux de germination des graines de blé afin d'évaluer les incidences des margines et des grignons en vue de leur valorisation agricole. Nos observations ont porté sur : - Caractériser les propriétés physico-chimiques des margines et grignons d'olive (pH,

conductivité électrique). - Évaluer leurs effets sur la germination et la croissance initiale de deux variétés de blé dur (taux de germination).

Le manuscrit élaboré comporte les parties suivantes : chapitre 1, qui est une synthèse bibliographique qui met en relief la culture de l'olivier, les systèmes d'extraction et les effets des margines et des grignons ; Le chapitre 2, présente les le matériel et les méthodes utilisées dans notre travail de recherche pour réalisation des enquêtes de terrain, la caractérisation des margines et des grignons, ainsi que la détermination des paramètres analytiques ; Le chapitre 3, présente les résultats et la discussion des paramètres et des observations réalisées.

En fin, le manuscrit est couronné par une conclusion générale et des perspectives de recherche.



Chapitre I : Synthèse bibliographique

I. PRESENTATION DE SECTEUR OLEICOLE

I.1. L'oléiculture dans le monde

L'olivier pousse surtout dans les régions autour de la Méditerranée, où le climat est idéal pour sa culture. On estime qu'il y a environ 930 millions d'oliviers dans le monde (Faostat-FOO, 2001), dont plus de 70 % se trouvent dans les pays méditerranéens d'Europe. En Afrique du Nord, on en cultive environ 13 %, mais on en trouve aussi dans d'autres pays comme les États-Unis, le Chili, l'Argentine, le Pérou ou l'Uruguay (Amoretti et Comet, 1985).

L'Espagne et l'Italie sont les deux plus grands producteurs d'huile d'olive. À elles seules, elles fabriquent presque les deux tiers de la production mondiale (USDA, 2024). L'Union européenne, dans son ensemble, fournit environ 60 % de l'huile d'olive dans le monde (USDA, 2024). En tout, les plantations couvrent près de 10 millions d'hectares, avec une moyenne de 80 arbres par hectare (COI, 2000).

En Afrique du Nord, la culture de l'olivier est très présente, surtout en Tunisie, au Maroc et en Algérie. On y trouve deux types d'oliviers : l'oléastre, une variété sauvage qui pousse naturellement dans des régions comme l'Atlas marocain ou le Hoggar, jusqu'à 2700 m d'altitude, et l'olivier cultivé, qu'on appelle sativa. Sur les 13 % d'oliviers que compte cette région, 6,8 % sont en Tunisie, 3,6 % au Maroc et 2 % en Algérie (Amoretti et Comet, 1985).

La Grèce, l'Espagne et l'Italie consomment aussi beaucoup d'huile d'olive, en plus d'en produire (COI, 2000).

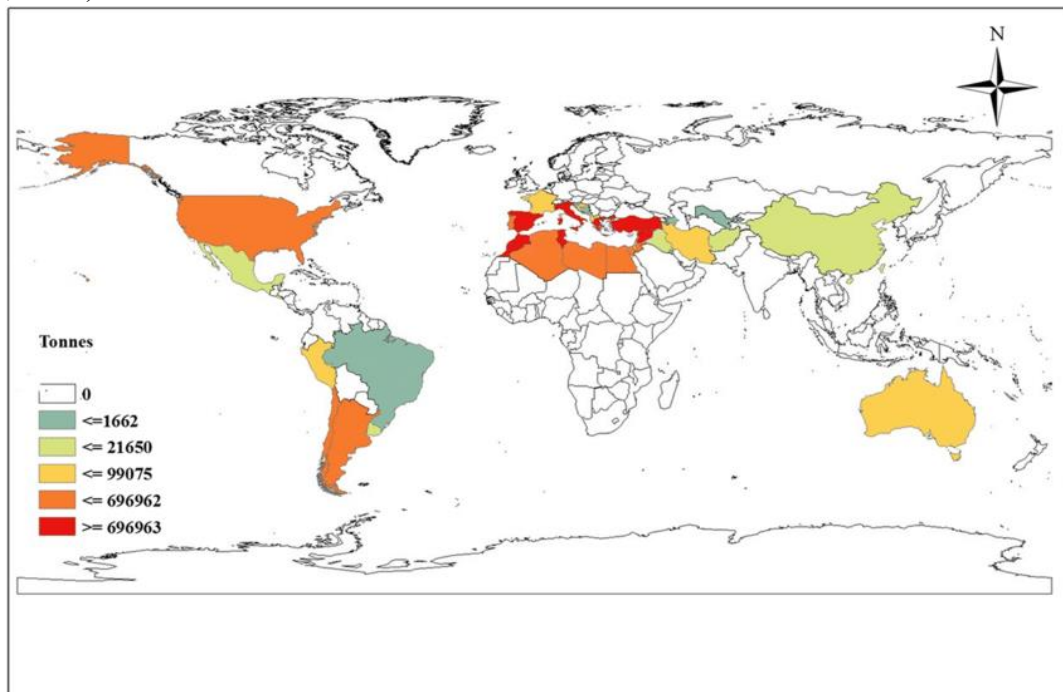


Figure 1: The world distribution of olive cultivated areas and their production ranges (2016); Rajabipour M. et al., ResearchGate)

I.2. Oléiculture en Algérie

En Algérie, la culture de l'olivier remonte à l'Antiquité. À cette époque, les paysans considéraient cette activité comme un savoir important à apprendre et à transmettre (Alloum, 1974). Elle jouait un rôle essentiel, surtout dans les campagnes où les familles vivaient principalement de l'agriculture (Mendil et Sebai, 2006).

Aujourd'hui, l'olivier reste l'arbre fruitier le plus répandu dans le pays. De nombreuses familles en vivent encore. On estime qu'environ 45 % des vergers sont plantés d'oliviers, ce qui représente près de 32 millions d'arbres. Parmi eux, presque 80 % sont utilisés pour la production d'huile d'olive (Bensemmane, 2009 ; Mendil, 2009).

Les olives sont utilisées principalement de deux façons : soit pour être mangées comme olives de table, soit pour produire de l'huile. Mais dans la plupart des cas, elles sont destinées à la fabrication de l'huile. En 2012, la superficie totale consacrée à l'olivier en Algérie était d'environ 328 884 hectares (FAO, 2013), avec une production estimée à 42 998 000 litres d'huile (MADR, 2012).

Le territoire est divisé en trois grandes régions oléicoles. À l'Ouest, on trouve environ 31 400 hectares, soit 16,4 % de la surface totale, dans des wilayas comme Tlemcen, Ain-Temouchent ou Mascara. La région Centre est la plus importante, avec 110 200 hectares (57,5 %), incluant Blida, Bouira, Béjaïa et Tizi Ouzou. La Kabylie y occupe une grande part, même si le relief montagneux rend la culture parfois difficile. À l'Est, des wilayas comme Jijel, Skikda et Guelma comptent environ 49 900 hectares, ce qui correspond à 26,1 % (Sekour, 2012).

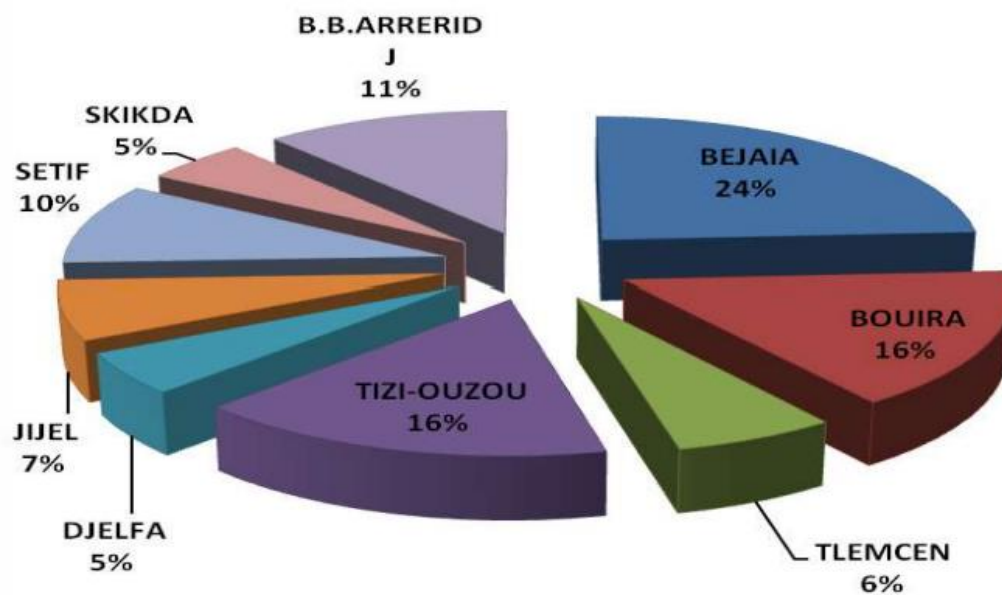


Figure 2 : Répartition de l'olivier en Algérie (MADR, 2015)

I.3. Evolution de production oléicole nationale

Selon le Conseil oléicole international (COI, 2021), les campagnes de 2007-2008 à 2015-2016 ont été marquées par une production instable, avec des variations notables d'une année à l'autre. Toutefois, à partir de la campagne 2016-2017, la production d'huile d'olive en Algérie a suivi une

trajectoire ascendante, atteignant un niveau record de 126 000 tonnes en 2020. Cependant nous constatons sur la figure une forte fluctuation de cette production sur la période allant de 1995 à 2021. Plusieurs facteurs sont responsables de cette évolution irrégulière de la production de l'huile d'olives, nous pouvons citer notamment, les incendies, le travail du sol, la sécheresse, ...

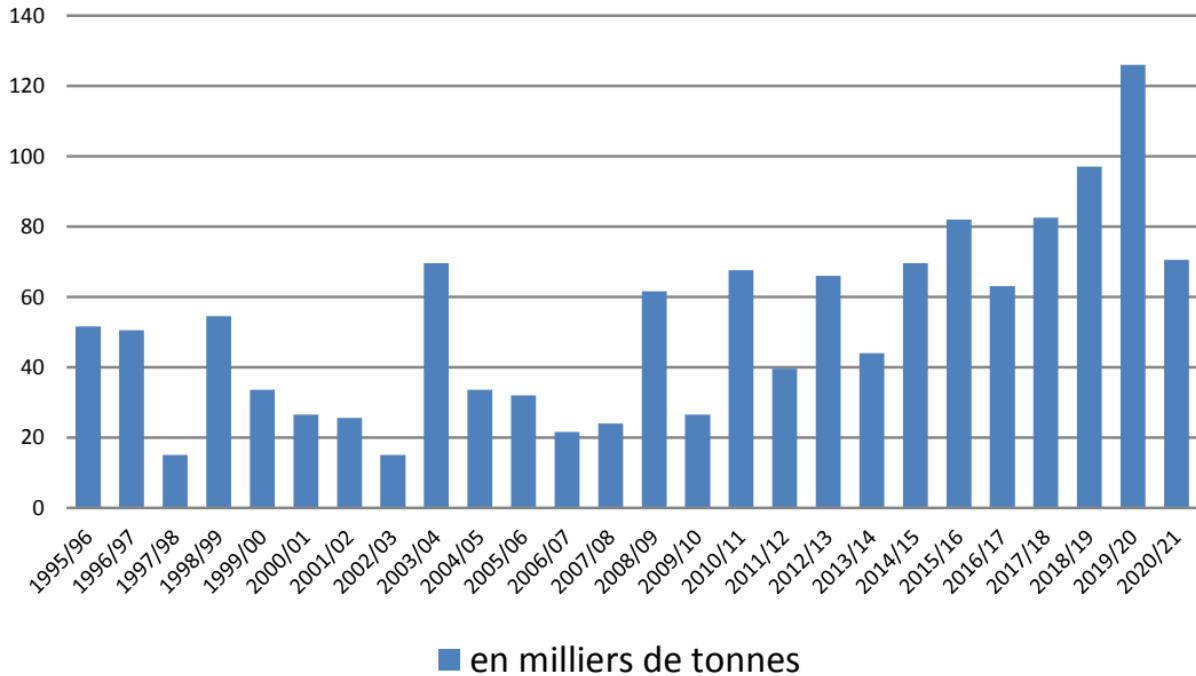


Figure 3 : Evolution de la production oléicole nationale (1995à 2021) - Source : COI, 2020

I.4. Différentes variétés d'olivier

I.4.1. Variétés locales

Chemlal est la variété d'olivier la plus répandue en Algérie, surtout dans les régions du Centre comme la Kabylie. Elle représente environ 35 à 45 % du total des oliviers du pays (**Boukhari, 2014 ; Goucem, 1997**). Elle est surtout cultivée pour produire de l'huile, souvent en association avec d'autres variétés comme Azeradj et Bouchouk, qui aident à la pollinisation. Ces deux dernières sont aussi appréciées pour leurs gros fruits, qui conviennent bien à la fois pour l'huile et pour la consommation directe (**Boukhari, 2014**).

À l'Ouest, on trouve surtout la variété Sigoise, qui couvre entre 20 et 25 % des plantations (**Loussert et Brousse, 1998 ; Boukhari, 2014**). C'est une variété polyvalente, utilisée à la fois pour faire de l'huile et comme olive de table. Elle pousse bien dans cette région, notamment entre Oued Rhiou et Tlemcen (**Boukhari, 2014**).

Dans la partie Est du pays, les variétés Rougette et Blanquette de Guelma sont souvent cultivées ensemble pour produire de l'huile (**Sadoudi, 1996 ; Boukhari, 2014**). À Jijel, on cultive aussi les variétés Baukaila et Hamma, tandis que la Grosse de Hamma est surtout présente autour de Constantine (**Sadoudi, 1996**).

Dans la plaine de la Mitidja, située au pied de l'Atlas, on trouve la Rougette locale, une variété bien adaptée à la production d'huile dans les zones de faible altitude (**Boukhari, 2014**). La Limli, présente dans la région d'Oued Soummam, représente environ 8 % du parc oléicole national (**Boukhari, 2014**).

Il existe aussi des variétés locales plus rares, comme la Longue et la Ronde de Miliana, qui poussent surtout dans des zones spécifiques comme celle du Zaccar (**Sadoudi, 1996**).

I.4.2 Variétés introduites :

En plus des variétés locales, l'Algérie a introduit plusieurs variétés étrangères afin de diversifier sa production oléicole. Parmi elles, on trouve Cornicabra, une variété espagnole à maturation tardive, et Sévillane, plus précoce, cultivées surtout dans l'Ouest du pays (**Sadoudi, 1996 ; Boukhari, 2014**). D'origine italienne, les variétés Frantoio et Leccino sont également présentes, connues pour produire une huile de bonne qualité. On cultive aussi la variété française Lucques, souvent associée à la Sigoise. D'autres variétés espagnoles, comme Gordal et Verdial, viennent compléter cette gamme (**Boukhari, 2014**).

De manière générale, les oliveraies situées dans l'Ouest du pays sont principalement orientées vers la production d'olives de table, tandis que celles du Centre et de l'Est sont davantage consacrées à la fabrication d'huile, en fonction des variétés cultivées (**Sadoudi, 1996**).

II. PRESENTATION DU L'OLIVIER

II.1. Origine et histoire d'olivier

L'olivier (*Olea europaea L.*) est considéré comme l'un des premiers arbres domestiqués par l'homme (**Liphschitz et al., 1991**). Il serait issu de l'oléastre, une forme sauvage originaire de la région méditerranéenne. Son apparition remonterait à environ 50 000 ans. Il aurait pris naissance en Asie, puis aurait traversé le Moyen-Orient – notamment la Syrie, Ougarit et la Palestine – avant d'atteindre la Grèce (**Fouin & Sarfati, 2002**).

Des découvertes archéologiques appuient cette origine très ancienne. Par exemple, des feuilles fossilisées vieilles de 37 000 ans ont été retrouvées sur les îles grecques de Santorin (**Henry, 2003**). En France, du pollen et des feuilles datant de plus de 20 000 ans ont été découverts, et dans les régions sahariennes, on a mis au jour des traces vieilles de 12 000 ans (**Benhayoun, 2007**). En Afrique du Nord, l'analyse de charbons et de pollens retrouvés sur des sites préhistoriques atteste de la présence de l'oléastre dès le XII^e millénaire avant notre ère, voire avant (**Camps, 1974 in Camps-Farber, 1974**).

On retrouve aussi l'olivier dans des représentations artistiques très anciennes. En 1957, des peintures rupestres découvertes dans le Tassili, dans le Hoggar en Algérie, montrent des personnages coiffés de rameaux d'olivier, datant du II^e millénaire av. J.-C. (**COI, 1998**).

La culture de l'olivier commence à réellement se diffuser à partir du VI^e siècle av. J.-C., depuis la Méditerranée orientale vers l'ouest, en passant par la Libye, la Tunisie, la Sicile, puis l'Italie (Figure 04). Les Romains ont largement contribué à son expansion dans tout le bassin méditerranéen au cours de leurs conquêtes (**Henry, 2003 ; Miner, 1995**).

Après 1492, l'olivier a quitté la Méditerranée pour s'implanter dans d'autres régions du monde : en Amérique, en Afrique du Sud, en Australie, mais aussi en Chine et au Japon (**COI, 1998 ; Cavailles, 1938**). Malgré cette large diffusion, la Méditerranée reste encore aujourd'hui son principal berceau.

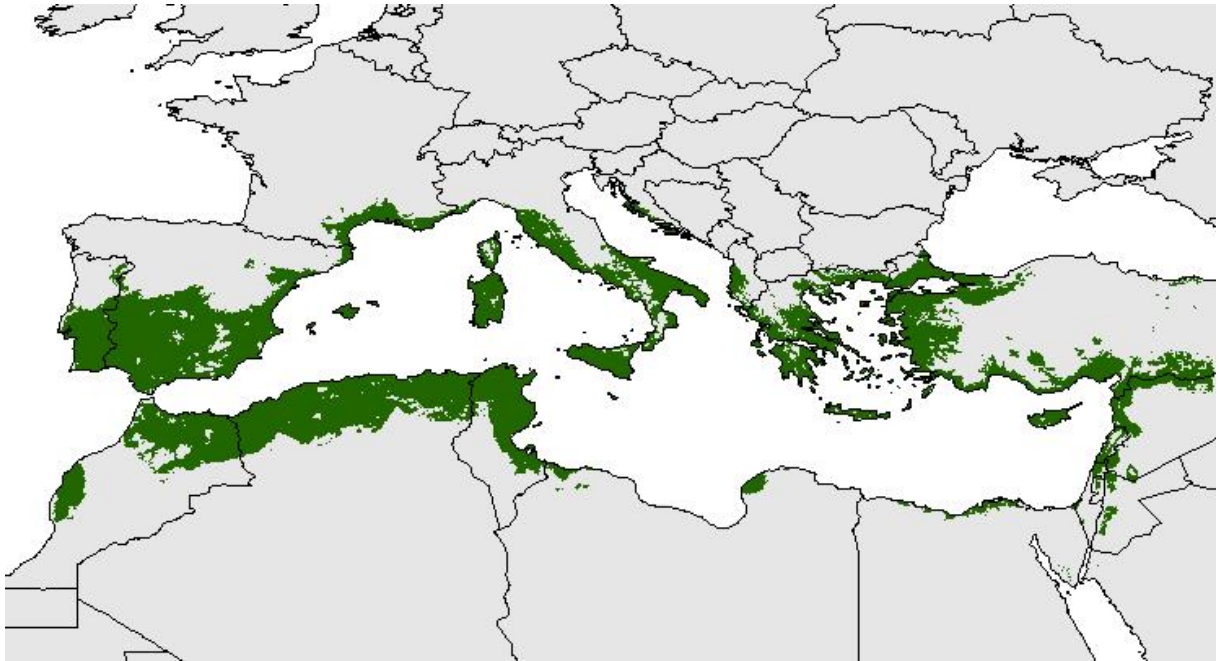


Figure 4 : Distribution de l'olivier dans le pourtour méditerranéen (Oteros Jose, 2014)

II.2. Description d'olivier cultivé

La transformation de l'olivier sauvage, appelé oléastre (*Olea europaea* var. *oleaster*), en olivier cultivé (*Olea europaea* var. *europaea*) est le résultat d'une longue intervention humaine. À travers les siècles, l'homme a sélectionné les individus les plus productifs et les mieux adaptés aux exigences de l'agriculture moderne (Breton et Bervillé, 2015). Ce processus de domestication a entraîné des changements notables, tant dans l'aspect de l'arbre que dans sa capacité à produire des fruits de meilleure qualité (Terral et al., 2010).

L'olivier cultivé se distingue par une architecture plus développée, ce qui favorise une production plus régulière et mieux maîtrisée (Breton, 2012). Ces évolutions ont des répercussions importantes, notamment dans le cadre de la production d'huile d'olive et d'olives de table (Breton, 2010).

II.3. Classification de l'olivier

Selon Pagnol (1975), la position taxonomique de l'olivier est la suivante :

- Embranchement : *Spermaphytes*
- Sous Embranchement : *Angiospermes*
- Classe : *Cotylédons*
- Sous classe : *Gamopétales*
- Ordre : *Gentianales*
- Famille : *Oléacées*
- Genre : *Olea*
- Espèce : *Olea europaea*

II.4. Morphologie de la plante d'olivier

II.4.1. Le système racinaire

L'olivier développe un système racinaire particulièrement robuste, généralement fasciculé, qui peut atteindre entre 5 et 7 mètres de profondeur. Dans les sols bien aérés et perméables, ses racines adoptent une structure pivotante, ce qui permet à l'arbre de puiser efficacement l'eau en profondeur (Himour, 2006). À l'inverse, dans des sols lourds, peu perméables ou mal aérés, le système racinaire tend à rester fasciculé mais plonge tout de même profondément (Saad, 2009 ; Meddad, 2010). On observe également la formation d'une couche ligneuse appelée *matte*, qui stocke des réserves utiles au développement de l'arbre (Saad, 2009 ; Meddad, 2010).



Figure 5 : Olivier hors sol hauteur 70cm (Rebière, J.)

II.4.2. La partie aérienne

Le tronc : Chez les jeunes oliviers, le tronc présente une surface lisse, une forme arrondie et une teinte gris-vert. À partir d'environ dix ans, il se transforme progressivement : il devient plus noueux, se fissure, se fend et s'élargit à la base, prenant une couleur gris foncé (Rugini et al., 2006). Dans les zones arides, le tronc développe une couche subéreuse épaisse, qui renforce sa résistance face à la sécheresse. En revanche, chez les arbres cultivés en conditions irriguées, l'écorce reste plus fine et les tissus internes demeurent actifs et bien nourris. Partie essentielle de l'arbre, le tronc sert aussi de réservoir nutritif, permettant l'apparition de rejets chaque année (Rugini et al., 1999).

Les rameaux : La taille des rameaux varie généralement de quelques dizaines de centimètres, en fonction de la vigueur et de la variété de l'olivier. À leur base, on observe un entre-nœud marquant l'arrêt de croissance durant la période hivernale (Leva et al., 2002). On distingue principalement trois types de rameaux :

- Les rameaux de prolongement, qui assurent la croissance des branches charpentières et se terminent souvent par un bouquet de jeunes pousses.
- Les rameaux fruitiers, plus courts, qui portent généralement les inflorescences et les fruits.
- Les gourmands, très vigoureux et orientés verticalement, reconnaissables à leur grande longueur.

Les feuilles : L'olivier est doté de feuilles persistantes, simples et opposées, généralement de forme lancéolée. Leur longueur varie entre 3 et 5 cm, pour une largeur de 1 à 1,5 cm environ (**Bartolozzi et Fontanazza, 1999**). Épaisses et coriaces, ces feuilles restent sur l'arbre pendant environ trois ans avant de tomber, le plus souvent à la fin de l'hiver, lorsque de nouvelles feuilles prennent le relais (**Cresti et al., 1996**). La face supérieure du limbe est lisse, brillante et teintée de vert grisâtre, tandis que la face inférieure, couverte d'un léger duvet, offre un reflet argenté.

II.4.3. Les inflorescences

Les fleurs de l'olivier sont petites, blanches, légèrement ovales et dégagent une odeur agréable. Elles apparaissent regroupées en grappes dressées à l'aisselle des feuilles, comptant généralement entre 10 et 40 fleurs par inflorescence (**Fabrizi et Benelli, 2000**). Contrairement à certaines autres espèces, l'olivier n'est pas mellifère : sa fécondation ne dépend pas des insectes, mais repose principalement sur l'action du vent, qui assure le transport du pollen d'une fleur à l'autre. Toutefois, ce processus reste peu efficace, puisque seulement environ 5 % des fleurs parviennent à produire un fruit (**Díaz et al., 2006**).



Figure 6 : Floraison de l'olivier (**Roger-Narbonne, 2017**)

II.5. Cycle de développement de l'olivier

Le cycle annuel de l'olivier se caractérise par une succession de phases phénologiques distinctes, chacune ayant des exigences écophysologiques particulières :

- Induction, initiation et différenciation florale : ces processus ont lieu en janvier et février, préparant la future floraison.

- Croissance des inflorescences : elle s'effectue durant le mois de mars, à l'aisselle des feuilles (**Walid et al., 2003**).
- Floraison : elle intervient au mois d'avril, suivie par la fécondation et la nouaison, qui s'observent entre la fin avril et le début mai.
- Grossissement des fruits : cette phase s'étend de juin à août, période durant laquelle les fruits augmentent en taille de manière significative.
- Véraison : cette étape de transition, marquée par le changement de couleur des fruits, se produit au mois de septembre.
- Maturation : en octobre, les fruits atteignent leur taille définitive et accumulent des lipides, notamment l'huile.
- Récolte : elle s'effectue généralement entre la mi-novembre et le mois de janvier.

La période la plus dynamique du cycle de l'olivier s'étend de mars à juin, durant laquelle l'arbre a des besoins accrus en eau et en éléments nutritifs (**Erraki et al., 2005**).

Du point de vue de la production, l'olivier adopte un rythme alterné : il produit naturellement une année sur deux lorsqu'il n'est pas taillé.

Sa croissance est lente mais continue. La phase initiale, improductive, s'étale généralement sur 1 à 7 ans, mais peut être prolongée en cas de conditions climatiques défavorables, notamment en période de sécheresse. Entre 7 et 35 ans, l'arbre entre dans une phase de production régulière et croissante. Il atteint ensuite son rendement maximal entre 35 et 150 ans. Passé cet âge, il entre dans une phase de sénescence, durant laquelle la production devient moins stable (**ITAF, 2013**).



Figure 7 : Succession de phases phénologiques chez l'olivier (**Afidol. 2016**)

II.6 Les principales variétés d'olivier en Algérie

Le patrimoine oléicole algérien est constitué d'un large éventail de variétés, réparties selon les régions. Deux variétés prédominent : la Chemlal, principalement cultivée dans les régions du Centre, et la Sigoise, localisée surtout à l'Ouest. Ensemble, elles représentent plus de la moitié des superficies plantées, avec environ 35 % pour la Chemlal et 20 % pour la Sigoise (**Goucem, 1997**).

D'après Sadoudi (1996), la Sigoise, variété à double usage (huile et table), couvre près de 80 % des vergers. À cela s'ajoutent des variétés exogènes implantées sur des superficies non négligeables, telles que la Cornicabra et la Sévillane, principalement cultivées dans l'ouest du pays, notamment autour d'Oran.

Dans la région de Miliana, au nord et au sud du massif du Zaccar, on trouve en majorité des variétés locales comme la Longue de Miliana et la Ronde de Miliana. À l'est, les vergers présentent un mélange de variétés, notamment les Rougettes et Blanquettes de Guelma, tandis que les Baukaila et Hamma sont spécifiques à la région de Jijel. La variété Grosse de Hamma, quant à elle, est présente dans la région de Constantine.

Il est également précisé que les plantations situées à l'Ouest sont généralement orientées vers la production d'olives de table, tandis que celles du Centre et de l'Est sont majoritairement dédiées à l'extraction d'huile (**Sadoudi, 1996**).

III. EXTRACTION DE L'HUILE

Système d'extraction

L'extraction de l'huile d'olive s'articule autour de quatre étapes principales : les opérations préliminaires comme le lavage, le broyage, le malaxage, puis la séparation des différentes phases (**Chimi, 1997**). Ces étapes sont communes à l'ensemble des procédés utilisés pour la transformation des olives. Elles visent à maximiser le rendement en huile, à faciliter son extraction lors de la séparation des phases solides et liquides, tout en préservant ses caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles (**Apparicio & Harwood, 2013**).

Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive sont essentiellement de deux types :

III.1. Système d'extraction discontinu ou à presse

Dans ce procédé, on utilise généralement des presses hydrauliques ou métalliques à vis pour séparer la phase liquide (l'huile et les margines) de la partie solide des olives (grignons) ; (**Aoukli & Chetouhe, 2019**).

Les olives, une fois lavées et triées dans la cour de l'huilerie, sont broyées à l'aide d'un moulin à pierre. Cette opération donne une pâte épaisse, qui est ensuite étalée en fines couches sur des filtres circulaires appelés scourtins. Ces filtres sont empilés les uns sur les autres autour d'une tige centrale (**Nadour, 2015**).

La colonne de scourtins est ensuite soumise à une pression lente et croissante, allant de 200 à 400 kg/cm², pendant au moins 45 minutes (**Tchouar & Selka, 2014 ; Labdaoui, 2017**). Sous cette pression, la pâte libère un liquide contenant l'huile et les margines, qui s'écoule dans un bac, tandis que les grignons restent retenus dans les scourtins (**Aoukli & Chetouhe, 2019 ; Tchouar & Selka, 2014**).

L'huile contenue dans ce liquide est ensuite séparée de l'eau soit naturellement, par décantation, soit mécaniquement grâce à une centrifugeuse verticale (**Nadour, 2015**). Dans la méthode

naturelle, l'huile, étant plus légère que l'eau, remonte à la surface. Cette décantation se fait à l'air libre dans des bacs en ciment, en argile ou en faïence. À la fin du processus, le liquide restant, appelé margine, est dirigé vers des bassins de décantation



Figure 8 : Broyeur à meule en pierre (photo originelle ,2025)



Figure 9 : Scourtins installés dans la presse (photo originelle ,2025)

III.2. Système d'extraction continu par centrifugation

Ce mode de transformation est l'un des plus courants. Il repose sur un système d'extraction en continu, basé sur deux étapes de centrifugation : d'abord une centrifugeuse horizontale, suivie d'une verticale. Cette seconde étape peut se faire en deux phases, sans ajout d'eau ou avec un léger apport, ou en trois phases, ce qui nécessite alors une certaine quantité d'eau (Labdaoui, 2017).

Le principe de séparation repose sur la différence de densité entre les liquides non miscibles (comme l'huile et l'eau) et les matières solides (grignons). Sous l'effet de la force générée par la centrifugeuse horizontale à grande vitesse, ces éléments se séparent naturellement selon leur poids spécifique (Nadour, 2015). En somme, cette méthode tire parti des différences de densité entre les composants solides et liquides pour extraire efficacement l'huile (Aoukil et Chetouhe, 2019).



Figure 10 : Un système d'extraction continu par centrifugation (Greyling, L)

III.2.1. Système d'extraction par centrifugation à deux phases

Ce procédé repose sur une centrifugeuse horizontale (ou décanteur) qui permet d'extraire l'huile d'olive sans ajout d'eau, ce qui contribue à préserver sa qualité (Nadour, 2015).

L'huile est ainsi séparée d'un mélange épais formé principalement de grignons très humides, avec un taux d'humidité compris entre 65 et 72 %. Cette matière résiduelle est appelée « grignon humide » ou « grignon à deux phases » (Piacquadia et al., 1998).

Ce système permet donc une extraction directe de l'huile, sans passer par l'étape de dilution de la pâte (Aoukli & Chetouhe, 2019).

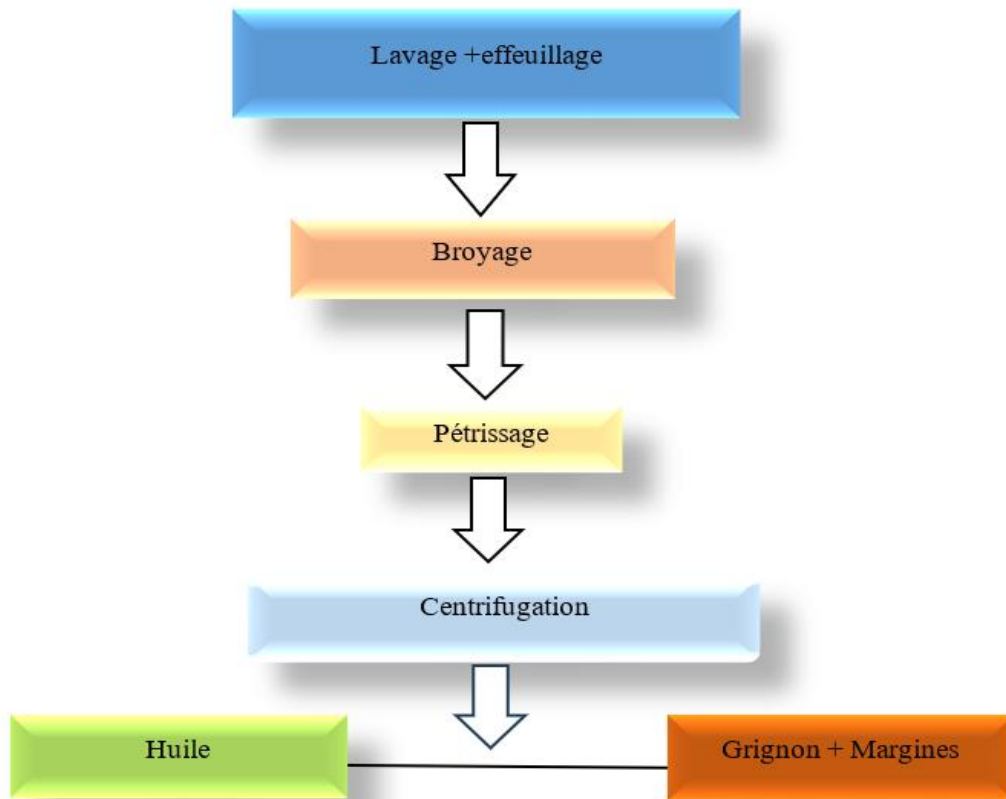


Figure 11: Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases (Ben hassine et al.,

III.2.2. Système d'extraction continu par centrifugation à trois phases

Dans ce système, on utilise deux centrifugeuses pour récupérer l'huile. La première sépare la partie solide (les grignons) de la partie liquide (un mélange d'huile et d'eau). La seconde, quant à elle, sépare l'huile de l'eau. Pour que ce processus fonctionne correctement, on ajoute de l'eau tiède (entre 50 % et 70 %) à la pâte d'olive, généralement chauffée entre 25 °C et 35 °C (Aoukli & Chetouhe, 2019).

Après le broyage, la pâte est envoyée dans une centrifugeuse horizontale qui extrait les grignons. Ensuite, le mélange liquide passe dans une centrifugeuse verticale. À ce stade, l'ajout d'eau tiède, fait pendant le malaxage et la centrifugation, aide à bien séparer l'huile de l'eau (Nadour, 2015).

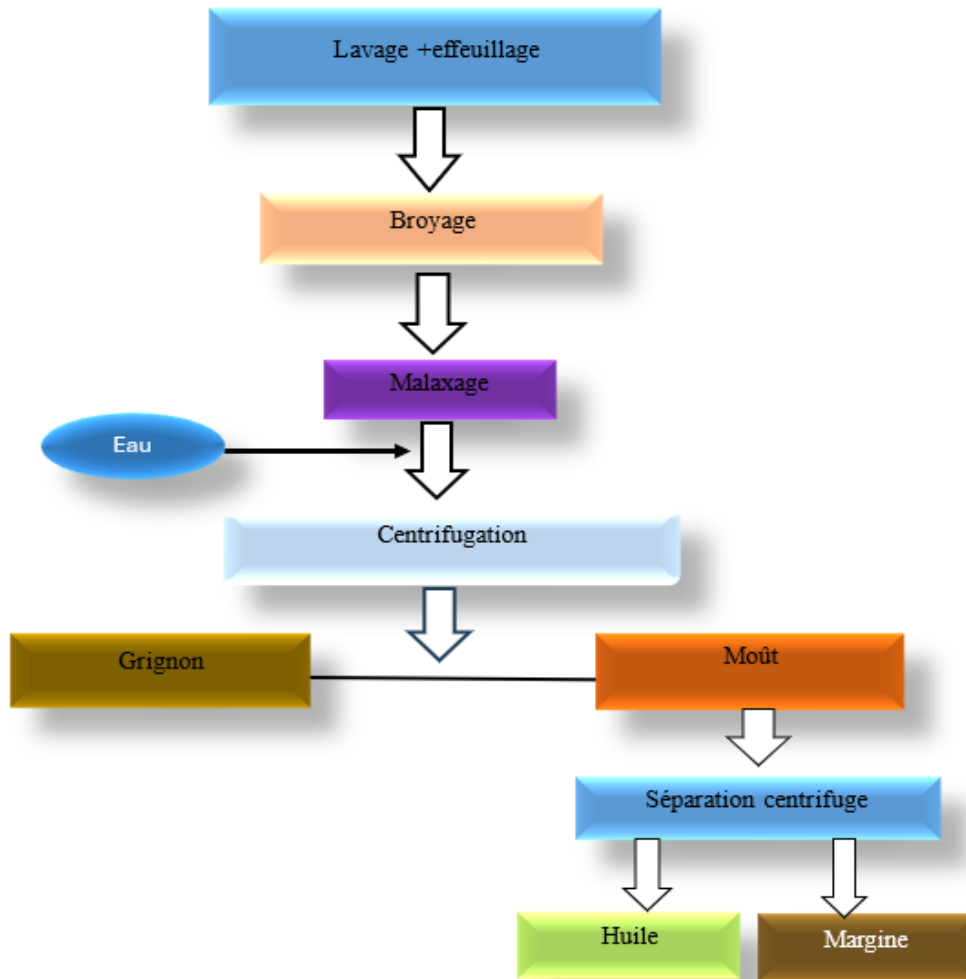


Figure 12 : Système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases (Ben Hassine ,2013).

IV. LES SOUS-PRODUITS OLEICOLES ET LEUR COMPOSITION

IV.1. Grignons

Un sous-produit du processus d'extraction de l'huile d'olive, issu de la première pression ou centrifugation (Nefzaoui, 1987). C'est un résidu solide composé des peaux, des résidus de la pulpe et des fragments des noyaux. Il est composé par une fraction riche en lignine provenant des fragments de noyaux, et l'autre renfermant principalement des glucides, comme la cellulose et l'hémicellulose et, dans une moindre mesure, des protéines et de l'huile résiduelle qui dépend de la technique d'extraction (Nefzaoui, 1984).



Figure 13 : Grignon d'olive (Simona Vitagliano, 2019)

IV.1.1. Composition physique du grignon d'olive

Le grignon d'olive représente la fraction solide la plus importante issue du traitement des olives, renfermant la majeure partie de la matière sèche du fruit. Il contient également une certaine quantité d'eau de végétation, appelée margine, qui comprend les composés hydrosolubles de l'olive. D'après plusieurs auteurs, une proportion d'huile résiduelle subsiste également dans le grignon, ce qui contribue à son altération rapide en raison de sa sensibilité aux processus d'oxydation et de fermentation.

IV.1.2. Composition chimique des grignons d'olive

Les grignons d'olive bruts se distinguent des autres tourteaux oléagineux par leur faible teneur en matières azotées et leur richesse en cellulose brute. Malgré cela, ils restent relativement bien pourvus en matières grasses. D'après Nafzaoui (1984), lorsqu'on extrait l'huile résiduelle à l'aide de solvants, la teneur en matières grasses diminue considérablement, ce qui a pour effet d'augmenter proportionnellement les autres composants. Le traitement mécanique, comme le dénoyautage partiel par tamisage ou ventilation, permet de réduire le taux de cellulose brute. Par ailleurs, les pulpes obtenues après une séparation complète des noyaux avant pression présentent, selon le même auteur, les niveaux de cellulose brute les plus faibles, ce qui améliore leur qualité nutritionnelle potentielle.

Tableau 1: Composition chimique indicative des différents types de grignons

Type	Matière sèche	% de la matière sèche			
		Matières minérales	Matières azotés totales	Cellulose brut	Matières Grasses
Grignon brut	75-80	3-5	5-10	35-50	8-15
Grignon gras part dénoyauté	80-95	6-7	9-12	20-30	15-30
Grignon épuisé	85-90	7-10	8-10	35-40	4-6
Grignon épuisé part dénoyauté	85-90	6-8	9-14	15-35	4-6
Pulpe grasse	35-40	5-8	9-13	16-25	26-33

Culot et Lebeau (2000)

IV.2. Margine

Les margines sont des déchets liquides issus de l'extraction de l'huile d'olive. Elles contiennent beaucoup de matières organiques (protéines, lipides, glucides, polyphénols), une acidité notable et une forte concentration en solides (Kapellakis et al., 2008 ; Camurati et al., 1984). Ce liquide brun foncé à noir est trouble, dégage une odeur forte d'huile d'olive et a un goût amer (Aissam, 2003 ; Ranalli et al., 1991).



Figure 14 : Les margines (La Dépêche de Kabylie, 2020)

IV.2.1 Composition général des margines

La composition des margines peut varier considérablement en fonction de nombreux paramètres. Parmi les principaux facteurs influents figurent la variété des olives utilisées, les conditions pédoclimatiques de la zone de culture, le procédé technologique appliqué pour l'extraction de l'huile ainsi que la période de récolte et de transformation (selon **Giancarlo, 2002**). Ces éléments conditionnent la teneur en composés organiques et minéraux présents dans les margines, rendant leur caractérisation chimique particulièrement complexe.

Les analyses effectuées sur les margines permettent de mieux cerner les variations de leur composition, en identifiant les intervalles dans lesquels fluctuent leurs différentes composantes chimiques. D'après Fiestas Ros de Ursinos et Borja (1992) ainsi que Lutwin et al. (1996), ces données sont essentielles pour comprendre la complexité et l'évolution chimique de ces effluents.

Tableau 2: Composition des margines (**Sonsoucy R, 1984, FAO**).

Composant	Teneur en %
Eau	83-88%
Matières organiques	10-15 %
Matières minérales	1.5-2%
Matières azotées totales	1,25-2,4%
Matières grasses	0,08-1%
poly phénols	1-1,5%

Fraction organique

La matière organique contenue dans les margines se compose principalement de glucides (13 à 53 %), de protéines (8 à 16 %), de composés phénoliques (2 à 15 %), de lipides (1 à 14 %), ainsi que de polyalcools et d'acides organiques (3 à 10 % chacun) (D'Ursinos et Borja-Padilla, 1996). Ces substances proviennent de la dégradation des tissus de l'olive lors du broyage et de l'extraction de l'huile (**Al Mallah et al., 2000**).

Fraction minérale

Les margines renferment une quantité importante de sels minéraux, dont environ 80 % sont solubles comme les phosphates, les sulfates et les chlorures, et 20 % sont insolubles, tels que les carbonates et les silicates (**Achak et al., 2008**). Parmi les éléments les plus présents, on trouve le potassium (47 %), les carbonates (21 %), les phosphates (14 %) et le sodium (7 %) (**Israilides et al., 1997 ; Al Mallah et al., 2000**). Cette richesse minérale montre que les margines peuvent avoir un potentiel pour être utilisées comme fertilisants.

Les composés phénoliques

Les composés phénoliques, souvent appelés polyphénols, sont une famille de substances organiques très présentes dans les plantes, y compris dans les margines issues de l'extraction de l'huile d'olive. Ces composés ont une structure assez variée et proviennent principalement de l'hydrolyse des glucides et des esters contenus dans la pulpe d'olive lors du processus d'extraction (**Obied et al., 2005**). Il existe plus de 50 types différents de composés phénoliques dans les margines (**Obied et al., 2005**). Leur concentration est bien plus élevée dans les margines que dans l'huile, car ils se dissolvent moins facilement dans l'huile (**Ranalli, 1999**). La quantité de ces composés peut varier entre 2 et 6 g/l, et dans certains cas, elle peut même dépasser 9 g/l (**Fakherdine et al., 2006**).

Les composés phénoliques présents dans les margines appartiennent à différentes familles : acides et alcools phénoliques, sécoïridoïdes, lignanes, flavonoïdes, etc. (**Nifali et al., 2001**).

Acides phénoliques

Les acides phénoliques présents dans les margines sont également produits lors de l'extraction de l'huile d'olive, et leur structure varie aussi. Ces composés résultent de l'hydrolyse enzymatique des glucides et des esters présents dans la pulpe d'olive (**Céline et al., 2012**). Leur concentration élevée dans les margines est en partie due à leur faible solubilité dans l'huile, ce qui fait qu'ils se retrouvent en grande quantité dans les résidus liquides (**Ranalli, 1999**). Parmi les acides phénoliques les plus communs, on trouve les acides cinnamique et benzoïque, ainsi que le tyrosol (**Jail et al., 2003**). Ces composés contribuent aux caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive vierge, telles que son goût amer et son arôme particulier (**Vazquez, 1978**).

Les alcools phénoliques

Les alcools phénoliques sont des composés organiques qui contiennent à la fois un groupement alcool aliphatique et un groupement hydroxyle phénolique. Ils sont particulièrement abondants dans l'olive, où ils se présentent sous forme libre ou liés à l'acide élénolique. L'oleuropéine est l'un des principaux alcools phénoliques présents dans le fruit, et c'est elle qui est principalement responsable de son goût amer (**Luc G., 1996**).

Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés naturels largement présents dans les plantes. Ils possèdent une structure formée de 15 atomes de carbone, organisée en deux noyaux aromatiques reliés par un cycle central. Ce sont les composés phénoliques les plus abondants. Ils jouent un rôle important dans la pigmentation des fleurs et aident les plantes à se défendre contre les rayonnements UV, les insectes et certaines attaques microbiennes. On les trouve dans de nombreux aliments comme les fruits, les légumes, le thé ou encore le vin (**Tsimogiannins & Oreopoulou, 2006**).

IV.2.2 Composition chimique des margines

Les margines se présentent sous forme d'un liquide trouble, de couleur brune à brun-rougeâtre. Ces effluents se caractérisent par une forte charge saline, notamment en sels de potassium (jusqu'à 17,10 g/L) et en phosphates, ainsi qu'un pH acide compris entre 4,5 et 5. Selon **Benyahia et al. (2003)**, ils sont également riches en matières organiques et en polyphénols, des composés peu biodégradables qui compliquent leur traitement. La conductivité électrique, généralement autour de 10 mS/cm, est principalement liée à la présence d'ions tels que le potassium, le chlorure, le calcium et le magnésium. La demande chimique en oxygène (DCO), quant à elle, peut varier considérablement, allant de 50 à 220 g/L. Il est important de noter que la composition des margines peut fluctuer en fonction de plusieurs facteurs, notamment le procédé d'extraction de l'huile utilisé et la période de production.

Tableau 3: Composition physico-chimique indicative des margines (**Mekki et al 2008**)

Paramètres	pH	Densité	CE (mS.cm-1)	Hum (%)	DCO (g/l)	Matière Org (%)	Carbone org (g/l)	Phénol (g/l)	Matière Min (g/l)
Margines	5,0	1,04	10,50	94,00	120,00	92,42	36,60	3,07	15,80

IV.2.3 Caractéristique microbiologique des margines

Des études ont montré que les levures et les champignons se développent mieux que les bactéries en présence de margines (**Aissam et al., 2007**). Cette capacité est attribuée à leur tolérance à la salinité élevée, au pH acide de ces effluents, ainsi qu'à leur résistance aux substances phénoliques (**Aissam et al., 2002**).

➤ Les champignons

La flore fongique observée dans les margines est essentiellement composée de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus*, *Penicillium negricans* et *Alternaria sp.*, cette dernière étant capable de dégrader les phénols à faible concentration (**Aissam et al., 2003**).

➤ Les levures

Les principales levures identifiées sont *Trichosporium cutaneum*, *Cryptococcus albidus*, *Rhodotorula sp.*, *Candida sp.* et *Saccharomyces sp.* (**Aissam et al., 2003**).

➤ Les bactéries

La flore bactérienne regroupe principalement des bactéries à Gram-négatif capables de résister aux polyphénols, notamment *Pseudomonas sp.* et *Bacillus megaterium* (**Aissam et al., 2003**).

V. TRAITEMENT ET VALORISATION DES SOUS-ORODUITS OLEICOLES

V.1 Traitement et Valorisation des Grignons d'Olive

➤ Extraction de l'Huile de Grignon

L'extraction d'huile à partir des grignons d'olive, réalisée par solvant, permet de récupérer une huile précieuse, utilisée après raffinage pour la consommation humaine ou dans diverses industries, comme la fabrication de savon (**Boudissa, 2012**).

➤ Utilisation comme Combustible

Dans de nombreux pays producteurs d'olive, les grignons sont surtout utilisés comme source de combustible. Leur pouvoir calorifique, allant de 2950 Kcal/kg pour les grignons bruts à 4000 Kcal/kg pour la coque, en fait une ressource énergétique importante pour le chauffage et même la production d'électricité. La coque, plus riche en énergie, est un composant clé, tandis que la pulpe, moins calorique, est utilisée dans des applications secondaires (**Fedeli, 1997**).

➤ Fermentation et Applications Industrielles

La fermentation des grignons d'olive, particulièrement en milieu solide avec des champignons thermophiles, génère des composés aromatiques utilisés dans les industries agroalimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Cette approche permet de valoriser des composants extraits des grignons, offrant des applications diversifiées dans des secteurs industriels (**Belkebir, 2007**).

➤ Applications en Alimentation Animale

Les grignons, riches en matières grasses et protéines, constituent une source alimentaire précieuse pour le bétail. Non toxiques et faciles à conserver, ils peuvent être utilisés comme alimentation animale, notamment en période de pénurie, après traitement et séparation des noyaux et de la pulpe (**Nefzaoui, 1991**).

➤ Utilisation du Grignon d'Olive comme Absorbant

Il sert notamment à la fabrication de charbon actif, un matériau capable de capter efficacement des polluants comme les métaux lourds ou le phénol présents dans les eaux usées. D'après **Atmane et Bareche (2017)**, cette approche constitue une solution alternative et respectueuse de l'environnement, particulièrement utile pour le traitement des eaux polluées, y compris celles issues des margines.

V.2 Traitement et Valorisation des margines

V.2.1 Traitement biologique des margines

➤ Épandage et fertilisation (Valorisation agricole)

Les margines sont riches en éléments minéraux (K, N, P) et en matière organique, ce qui en fait un excellent amendement pour les sols. Utilisées conformément aux règles de fertilisation, elles améliorent la fertilité des terres, notamment arides, sans apporter de métaux lourds ni de pathogènes (**Bouajila et al., 2015 ; Yaakoubi et al., 2009**). Des essais sur des cultures de maïs et de vigne ont montré une augmentation de productivité allant jusqu'à 40 % (**Giovacchino et al., 2002**). Toutefois, des précautions sont nécessaires pour limiter l'impact environnemental, notamment en respectant des doses d'épandage modérées (25 à 30 m³/ha/an) et en prenant en compte la variabilité des margines, les cultures concernées et les conditions climatiques (Cadillon, 2002). Par ailleurs, les composés phénoliques, difficilement biodégradables mais peu toxiques, sont progressivement dégradés par la microflore du sol (**Sahouri et al., 2012 ; DI BENE et al., 2013**).

➤ Bassins d'évaporation

Une des méthodes les plus simples utilisées pour gérer les margines consiste à les stocker dans des bassins ouverts, où elles s'évaporent naturellement. Ce procédé permet de limiter leur dispersion dans la nature et de réduire le risque de pollution hydrique. Toutefois, cette technique n'est pas sans inconvénients. En effet, même si elle évite le rejet direct dans l'environnement, elle peut provoquer d'autres formes de pollution. Par exemple, ces bassins sont souvent mal perçus en

raison des mauvaises odeurs qu'ils dégagent et de leur aspect peu esthétique. De plus, une pellicule lipidique peut se former à la surface, empêchant la lumière de pénétrer. Cela ralentit fortement l'évaporation naturelle (**Ghomari, 2015**).

➤ **Biodégradation aérobie**

La biodégradation aérobie repose sur l'oxydation biologique des matières organiques dans un environnement riche en oxygène. Elle peut se faire directement dans un bassin d'aération ou dans un digesteur aérobie thermophile. Dans ces systèmes, les micro-organismes aérobies décomposent les matières en dioxyde de carbone avec dégagement de chaleur, permettant une stabilisation efficace des boues (**Abdmeziem et Talbi, 2006**). Cette méthode contribue aussi à l'amélioration de la microflore du sol, qui devient capable de neutraliser les composés phytotoxiques comme les polyphénols (**Sahouri et al., 2012**).

➤ **Digestion anaérobie**

La digestion anaérobie transforme les matières organiques contenues dans les margines en biogaz par l'action de micro-organismes en absence d'oxygène. Ce processus se divise en deux phases : une phase de liquéfaction, où les matières sont converties en acides volatils, puis une phase de gazéification, qui produit principalement du méthane (60 à 70 %) et du dioxyde de carbone (**Abdmeziem et Talbi, 2006**). Environ 80 à 85 % de la matière organique est ainsi valorisée (**Loulan et Thelie, 1987 ; Nefzaoui, 1991**).

V.2.2 Valorisation biotechnologique et industrielle des margines

➤ **Valorisation dans l'alimentation animale**

Les margines ont été intégrées dans l'alimentation animale, en particulier comme eau de boisson pour la volaille, réduisant la mortalité et les coûts d'élevage (**Fedeli et Camurati, 1981**), et comme complément alimentaire chez les truites en phase de croissance (**Sicuro et al., 2010**).

➤ **Production de protéines unicellulaires**

Une des méthodes intéressantes pour valoriser les margines consiste à les utiliser comme milieu de culture pour produire des protéines unicellulaires. Cette approche permet non seulement de traiter les margines, mais aussi de générer une source de protéines. Par exemple, la culture de levures du genre *Candida* dans les margines permet d'obtenir jusqu'à 13 kg de levure par mètre cube de liquide. Ces levures ont aussi la capacité d'absorber le colorant brun présent dans les margines, un composé souvent responsable de la difficulté de traitement de ces effluents. En plus, ce procédé contribue à réduire significativement la pollution, avec une baisse de 60 à 70 % de la demande biologique en oxygène (**El Alami, 2000**).

➤ **Production d'enzymes**

Utilisées comme milieu de culture, les margines favorisent la production d'enzymes telles que les pectinases et les laccases. Les premières sont utilisées pour la clarification des jus, et les secondes pour le traitement des eaux usées. La souche *Cryptococcus albidus* permet notamment la production d'enzymes pectynolytiques (**Hamdi, 1993**).

➤ **Récupération des composants bioactifs**

Des composés précieux comme les phénols, les glucides et les composés aromatiques peuvent être extraits des margines. Ces substances sont recherchées dans les domaines pharmaceutique et cosmétique pour leurs propriétés bioactives (**Benhayoun et al., 2007 ; Knupp et al., 1996**).

➤ Saponification

Les margines contenant des matières grasses peuvent être utilisées pour produire du savon par saponification. En présence de bases comme NaOH ou KOH, on obtient respectivement un savon dur ou liquide, en plus de la glycérine, un sous-produit aux nombreuses applications (**El Abouni et al., 2024**).

VI. PRESENTATION DE LA CULTURE DE BLÉ

VI.1. Importance de la culture de blé

VI.1.1. Importance de blé dans le monde

Le blé est l'une des céréales les plus cultivées et consommées au monde, jouant un rôle central dans la sécurité alimentaire globale. Selon la **FAO (2023)**, il représente environ 30 % de la production mondiale de céréales et constitue une source essentielle de calories pour des milliards de personnes, surtout dans les pays à faibles et moyens revenus. En 2022, la production mondiale de blé a atteint près de 770 millions de tonnes, les principaux producteurs étant la Chine, l'Inde, la Russie, les États-Unis et l'Union européenne (**FAO, 2023**).

L'importance du blé ne se limite pas à son rôle alimentaire. Il joue également un rôle crucial dans les économies de nombreux pays producteurs. Par exemple, en Europe, il soutient l'agriculture, la transformation et le commerce, tandis qu'en Asie centrale, il représente un moteur important pour la croissance économique (**Jones, 2021**). De plus, le blé est un ingrédient de base dans de nombreuses industries alimentaires, servant à la fabrication de produits comme le pain, les pâtes, les pâtisseries et les céréales (**Smith et al., 2019**).

Néanmoins, la production de blé à l'échelle mondiale fait face à plusieurs défis, dont le changement climatique, les conditions météorologiques extrêmes et la gestion des ressources en eau. Ces obstacles mettent en péril la stabilité des rendements, ce qui a un impact direct sur les prix mondiaux et la disponibilité de cette ressource vitale (**Porter et al., 2022**). Actuellement, des recherches sont menées pour développer des variétés de blé plus résistantes à la sécheresse et aux maladies, dans l'espoir de garantir une production durable pour les générations futures.

Tableau 4: Principaux producteurs de blé dans le monde (FAO, 2021)

(millions de tonnes)

1	Chine	133,6	14	Royaume Uni	16,2
2	Inde	103,6	15	Égypte	9,0
3	Russie	74,4	16	Italie	6,7
4	États-Unis	52,2	17	Bulgarie	6,3
5	France	40,6	18	Ouzbékistan	6,1
6	Canada	32,3	19	Espagne	6,0
7	Ukraine	28,4	20	Brésil	5,6
8	Pakistan	24,3	21	Éthiopie	5,3
9	Allemagne	23,1	22	Irak	4,3
10	Argentine	19,5	23	Maroc	4,0
11	Turquie	19,0	24	Algérie	3,9
12	Australie	17,6	25	Lituanie	3,8
13	Iran	16,8	26	Syrie	3,0

VI.1.2 Importance de blé en Algérie

Le blé est une culture fondamentale en Algérie, jouant un rôle clé dans la production agricole du pays. En 2024, environ 3,3 millions d'hectares étaient consacrés à cette culture, dont 1,6 million d'hectares pour le blé dur, qui représente la majeure partie de la production (FAO, 2023). Cette céréale est cruciale pour l'alimentation, car elle sert de base à des produits essentiels comme le pain, le couscous et les pâtes (Benhassen, 2018).

Cependant, la production locale ne suffit pas à couvrir la demande, ce qui entraîne une forte dépendance aux importations. Selon l'Office National des Statistiques (ONS, 2024), seulement environ 30 % des besoins intérieurs sont satisfaits par la production nationale, causant un déficit significatif chaque année. En conséquence, l'Algérie a importé près de 9 millions de tonnes de blé en 2023 pour combler ce manque (FAO, 2023).

Pour faire face à cette situation, le pays met en place des mesures pour augmenter sa production nationale. L'un des principaux objectifs est d'atteindre l'autosuffisance en blé dur d'ici 2025, avec des projets d'expansion dans des régions comme le Sahara, où l'on prévoit de cultiver 500 000 hectares supplémentaires (MADR, 2022). De plus, améliorer les pratiques agricoles, notamment en adoptant de nouvelles technologies d'irrigation et de culture, est essentiel pour augmenter les rendements et diminuer la dépendance aux importations (Bouamra et al., 2021).

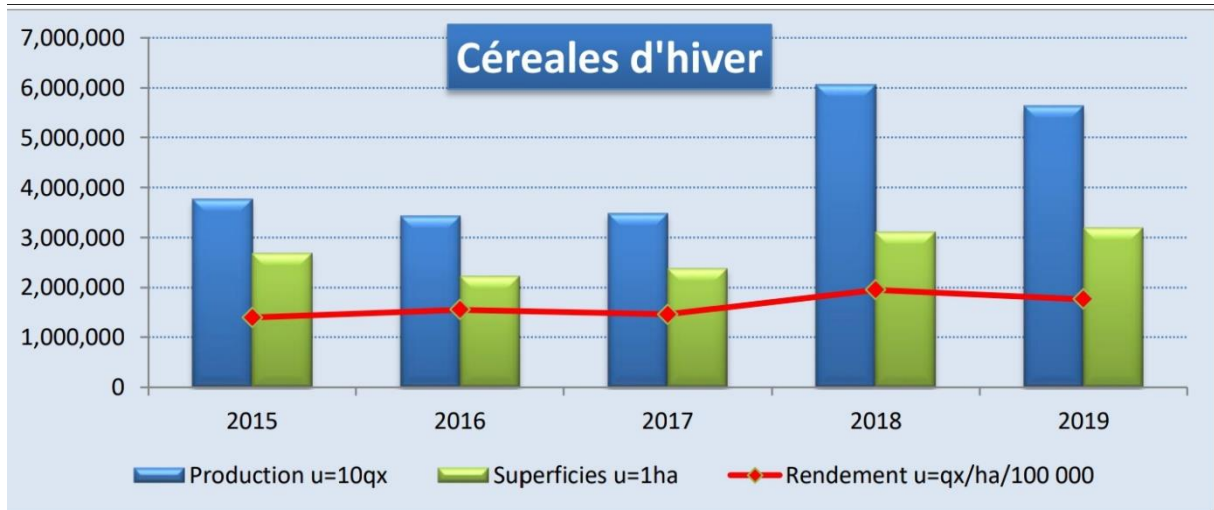


Figure 15 : Statistique agricole superficies et productions des céréales (MADR, 2022)

VI.2 Taxonomie de blé

La classification du blé, selon **Brouillet et al., (2006)** est la suivante

- Règne : *Plantae*
- Sous-règne : *Tracheobionta*
- Division : *Magnoliophyta*
- Classe : *Liliopsida*
- Sous classe : *Commelinidae*
- Ordre : *Cyperales*
- Famille : *Poaceae*
- Genre : *Triticum*
- Espèce : *Triticum aestivum* (blé tendre) ou *Triticum durum* (blé dur).

VI.3 Description de blé

3.1. La Tige

Le blé dur (*Triticum durum*) est une plante annuelle appartenant à la famille des Poacées. Sa tige est cylindrique, dressée et généralement creuse, bien que certaines variétés présentent des tiges pleines (**Clarke et al., 2002**). Elle est constituée de plusieurs entre-nœuds séparés par des nœuds, à partir desquels se développent les talles secondaires. Ces dernières prennent naissance à partir des bourgeons situés à la base de la tige principale, appelée maître-brin (**Bozzini, 1988**).

Blé tendre : Le blé tendre (*Triticum aestivum*) présente une morphologie similaire, avec une tige également creuse et segmentée, mais généralement plus souple, ce qui la rend plus sensible à la verse dans des conditions climatiques défavorables (**Lersten, 1987**).

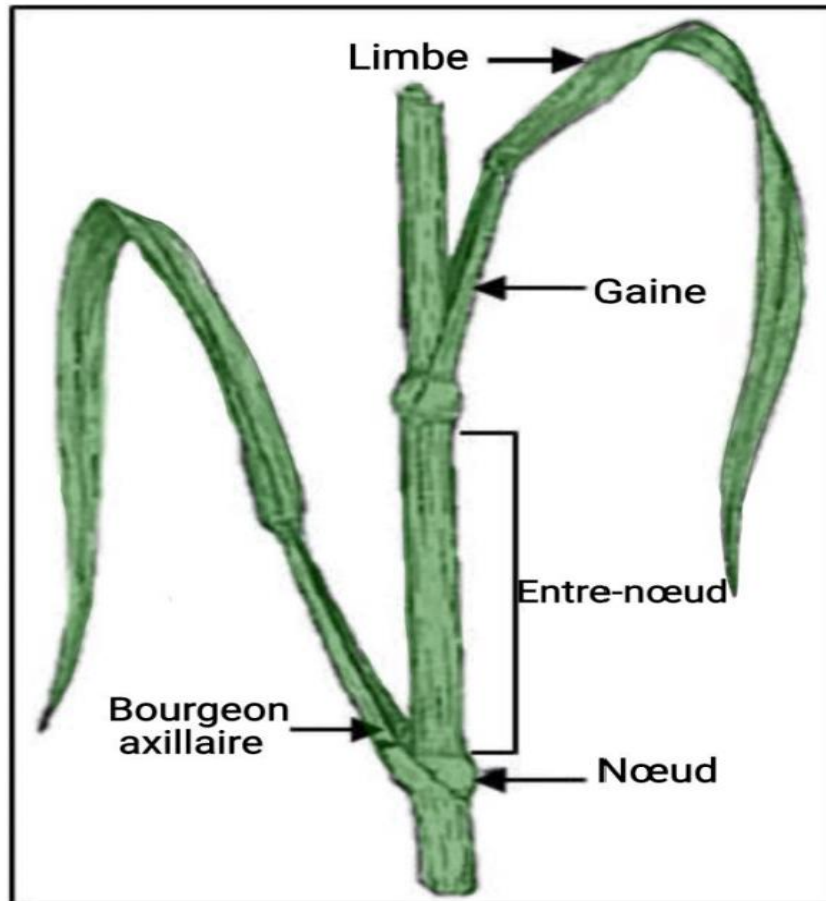


Figure 16 : Description d'un phytomère de blé et de ses composants (Moore & Moser, 1995).

3.2. Le Système Racinaire

Le système racinaire du blé dur comprend deux types de racines : les racines séminales, issues de l'embryon, qui apparaissent dès la germination, et les racines adventives, formées à partir des talles. En général, cette espèce peut développer jusqu'à six racines principales (Boulal et al., 2007). Ce système bien ramifié et profond favorise une meilleure absorption de l'eau, particulièrement en zones arides.

Blé tendre : Chez le blé tendre, le système racinaire est également fasciculé, mais souvent moins profond. Environ 55 % de la masse racinaire se situe dans les 25 premiers centimètres du sol, ce qui limite sa tolérance au stress hydrique comparée au blé dur (Moule, 1971).

3.3. Les Graines

Les grains du blé dur sont vitreux, durs, riches en protéines, avec un gluten fort mais peu extensible, ce qui les rend bien adaptés à la fabrication de semoule et de pâtes alimentaires (Bozzini, 1988).

Blé tendre : En revanche, les grains du blé tendre sont farineux, plus tendres, et leur gluten, bien que moins fort, est plus extensible, ce qui les rend idéaux pour la panification (Lersten, 1987).

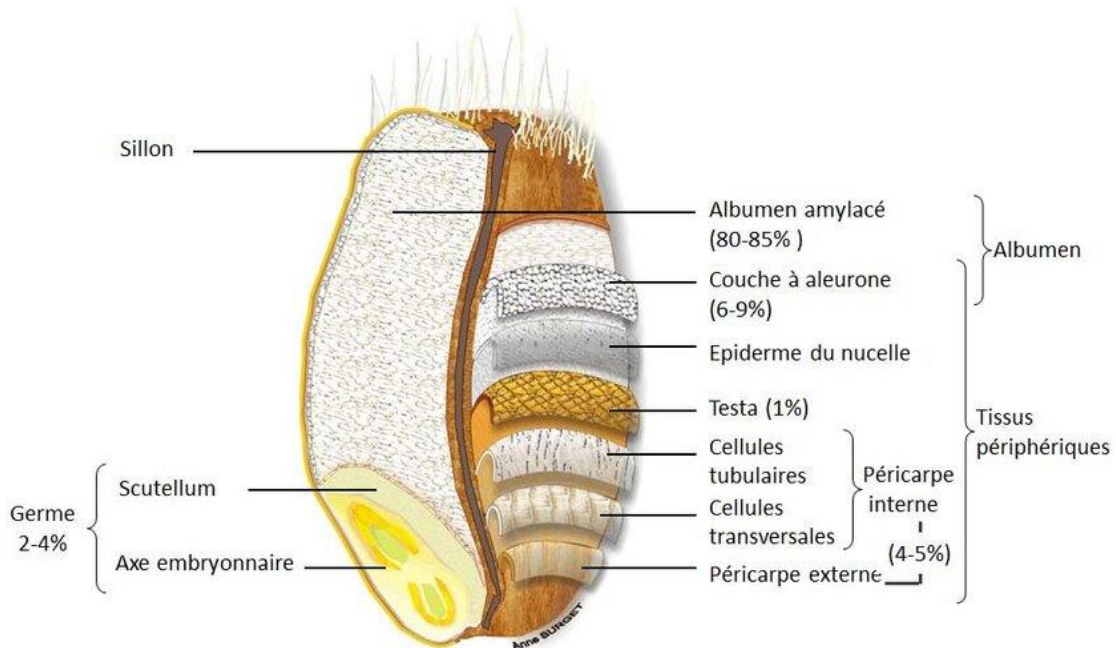


Figure 17 : Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain (Surget & Barron, 2005).

3.4. L'Inflorescence

L'inflorescence du blé dur est un épi formé d'un axe principal, le rachis, sur lequel sont insérés alternativement les épillets, séparés par de courts entre-nœuds (Bozzini, 1988). Chaque épillet renferme plusieurs fleurs hermaphrodites, dotées de trois étamines et d'un ovaire, et protégées par des glumelles. Cette structure favorise la conservation de la pureté variétale (Hamadache, 2013 ; Soltner, 1999).

Blé tendre : Le blé tendre possède une inflorescence comparable, mais avec des épillets souvent plus compacts. Les anthères y apparaissent après la fécondation, et la floraison débute lorsque la température dépasse 14°C (Lersten, 1987).

➤ Les épillets

Les épillets sont insérés de manière alternée de part et d'autre de l'axe central de l'épi, appelé rachis. Ils s'y fixent directement, sans pédoncule (Hacini, 2014). Chaque épillet regroupe plusieurs fleurs, souvent protégées à leur base par deux glumes, qui sont des bractées rigides. Les organes floraux internes sont enveloppés par des glumelles. Une fois la fécondation accomplie, chaque fleur peut produire un fruit sec unique : le caryopse. Ce dernier renferme un embryon ou germe, intimement accolé aux tissus de réserve de la graine (Hacini, 2014).

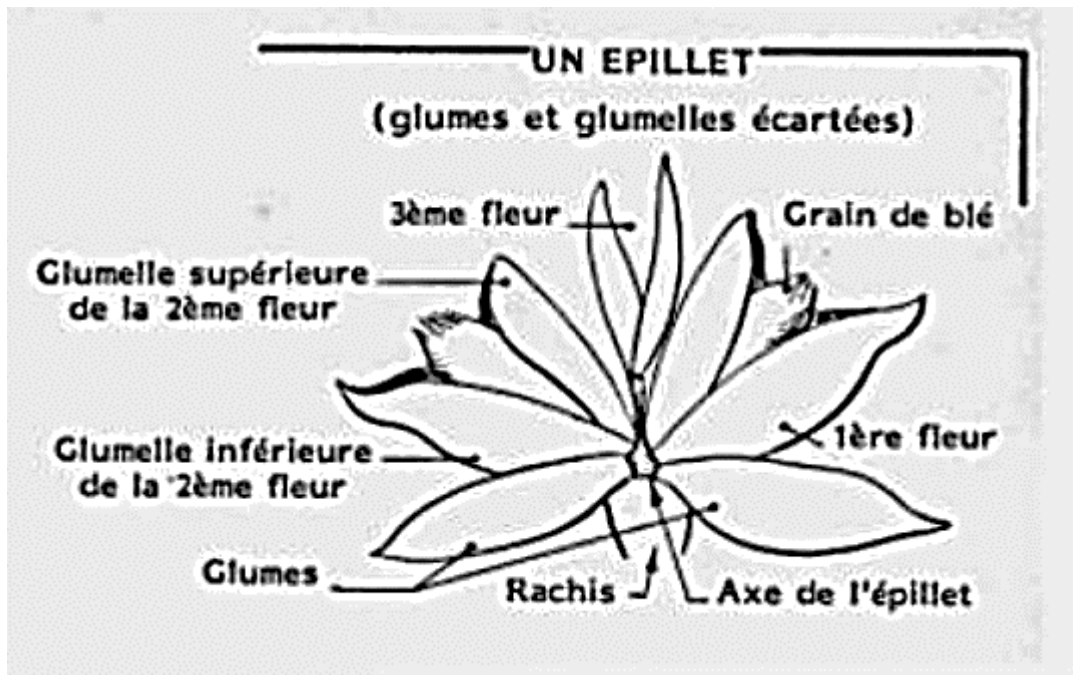


Figure 18 : Schéma descriptif d'épillet de blé (Soltner, 1990)

➤ L'épi

L'épi se développe à partir du bourgeon terminal situé sur le plateau de tallage. Lorsque la tige s'allonge, il reste initialement enveloppé par la dernière feuille (la feuille drapeau). Lorsqu'il perce cette gaine et devient visible, on parle d'épiaison. L'épi est structuré autour d'un axe central plein, le rachis, sur lequel se disposent les épillets, généralement en nombre élevé, pouvant atteindre une vingtaine ou plus selon la variété (Hacini, 2014).

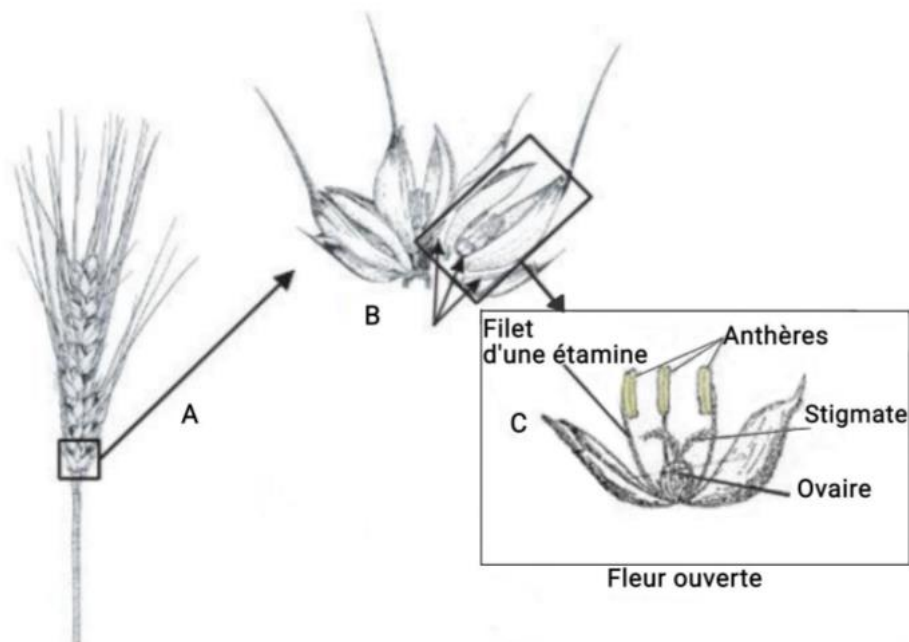


Figure 19 : Anatomie d'un épi de blé (Heiser, 1990)

VI.4 Cycle développement de blé

Le développement du blé se structure en trois grandes étapes principales : la phase végétative, la phase reproductive, puis la phase de maturation du grain (**Hamadache, 2013**).

➤ Phase végétative : de la germination à l'émergence

Cette phase initiale débute avec l'apparition des jeunes pousses. Le coléoptile, gaine de protection, perce la surface du sol, permettant à la première feuille de se développer (**Hamadache, 2013**). On considère que la levée est atteinte lorsque la moitié des semis ont émergé. À ce moment, les plantules sont particulièrement vulnérables aux déficits en eau ou aux gels, ce qui peut entraîner des pertes importantes (**Karrou et al., 1998**).

Le tallage commence généralement après le développement de la quatrième feuille. La première talle émerge à la base de la première feuille, puis d'autres se forment à l'aisselle des feuilles suivantes (**Hamadache, 2013**). La fin de cette phase coïncide avec la transition vers la reproduction, influencée par des facteurs tels que la durée du jour (photopériode) et la nécessité d'une vernalisation (**Gate, 1995**). Cependant, le tallage peut se prolonger dans certaines conditions environnementales et génétiques spécifiques (**Longnecker et al., 1993**), et son efficacité est fonction des interactions entre le génotype, les conditions climatiques et la densité de semis (**Acevedo et al., 2002**).

➤ Phase reproductive : de la montaison à la floraison

Cette étape marque le début de la croissance rapide du blé. On parle de montaison lorsque les entre-nœuds commencent à s'allonger, entraînant l'élévation progressive de la tige (**Belaïd, 1987**). C'est une phase sensible : si la plante subit un stress, qu'il soit dû à un manque d'eau ou à des températures extrêmes, cela peut freiner la formation des épis et impacter directement le rendement (**Baldy, 1984**).

Peu après, à l'épiaison l'épi sort de la dernière feuille. Elle est suivie de la floraison, souvent quelques jours plus tard. Durant cette courte période, la plante est très sensible. Une chaleur excessive ou une sécheresse peut nuire à la fertilité du pollen, ce qui limite la fécondation et réduit le nombre de grains qui se développeront par la suite (**Herbek et Lee, 2009**).

➤ Phase de remplissage et maturation du grain

Durant cette phase finale, les grains accumulent des réserves, principalement constituées de glucides et de composés azotés (**Gallais & Bannerot, 1992**). C'est au cours de cette période que se fixe le poids des grains, généralement exprimé par le poids de 1000 grains (Robert et al., 1993). Le remplissage dépend des réserves mobilisées depuis les tiges et de l'activité photosynthétique des organes encore fonctionnels (feuilles, épis, barbes) (**Hamadache, 2013**). En situation de stress, la durée du remplissage et la capacité de transfert des assimilats conditionnent directement le rendement (**Abbassenne et al., 1997**). Lorsque les températures sont trop élevées, le transfert des réserves peut être perturbé, provoquant un échaudage du grain (**Wardlow, 2002**).

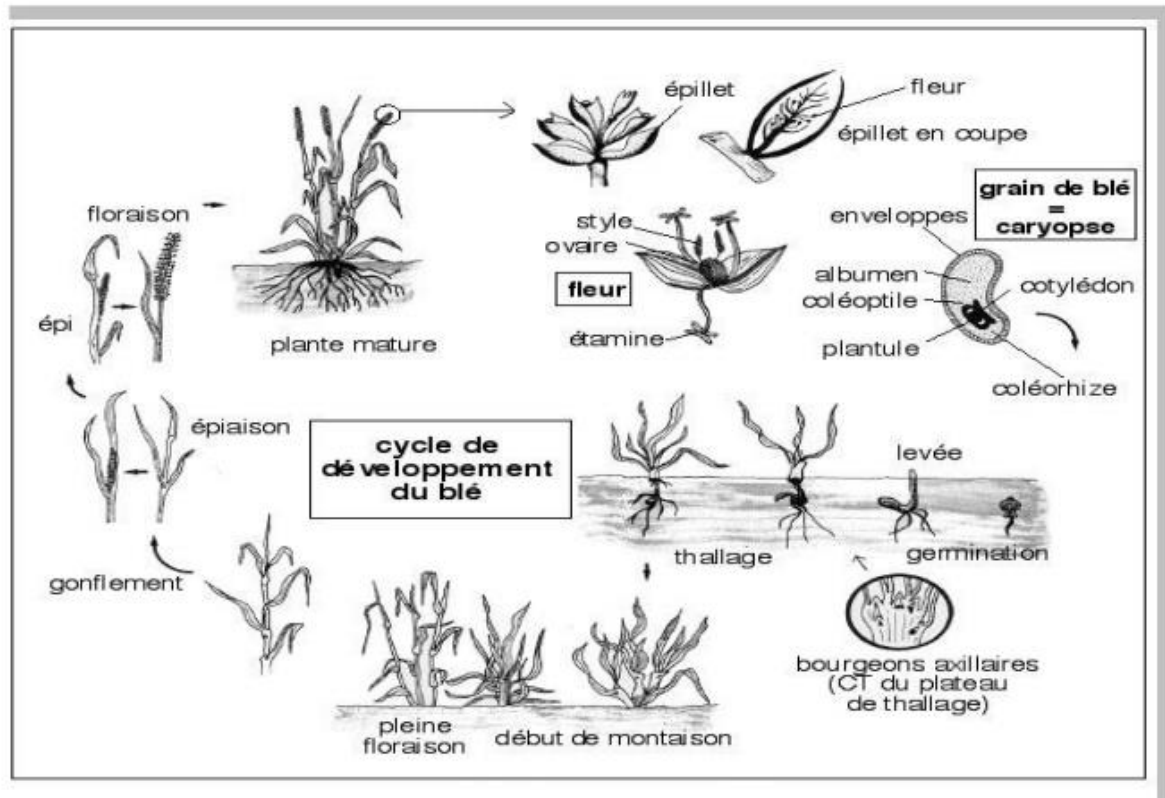


Figure 20 : Cycle de développement du blé (Henry et Buysler, 2000)

VI.5. Les différentes variétés de blé

L'Algérie est un véritable réservoir de biodiversité végétale, avec environ 3 300 espèces vasculaires spontanées, dont 168 sont endémiques. Elle constitue également un centre de diversité important pour plusieurs espèces de céréales, en particulier le blé dur et le blé tendre (Bouzerzour et al., 2003 in Belaid, 2015).

Selon Laumont et Ben Belkacem (1993), au début de la colonisation, le blé tendre n'était présent que sous forme d'impuretés dans les cultures, tandis que le blé dur prédominait dans les régions telliennes. Un inventaire réalisé par Ducellier (1980) a mis en évidence la richesse des écotypes locaux de blé dur cultivés à cette époque, témoignant de l'ancienneté et de la diversité génétique de cette culture en Algérie.

Un tableau récapitulatif des principales variétés de blé dur et de leur caractéristique est présenté en Annexe 01.

VI.6 Champignons transmis par les semences de blé

Les graines de blé représentent un vecteur important de transmission de plusieurs champignons pathogènes, capables d'affecter la plante dès les premières étapes de son développement. Plus de 150 espèces de moisissures filamenteuses ont été identifiées comme contaminants des grains de céréales, en particulier lors des différentes phases allant du champ jusqu'au stockage (Jouany et Yiannikouris, 2002). Cette contamination peut être superficielle ou interne, selon le moment et le mode d'infection. Parmi les genres fongiques fréquemment rencontrés figurent *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Aspergillus* et *Penicillium*, chacun ayant un comportement propre selon les conditions environnementales (Akinsanmi et al., 2002 ; Mathew et al., 2011).

Ces champignons peuvent provoquer des maladies sérieuses comme la fusariose, la septoriose ou les rouilles, qui réduisent fortement la qualité et le rendement du blé (Zillinsky, 1983 ; Eyal, 1981 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2013). Certains genres, notamment *Fusarium*, *Aspergillus* et *Penicillium*, sont également producteurs de mycotoxines telles que les trichothécènes, les zéaralénones, les aflatoxines ou l'ochratoxine A, posant un risque sanitaire important pour l'homme et les animaux (Lahouar, 2016 ; Gauthier, 2016 ; Tabuc, 2007). Ainsi, la présence de ces champignons transmis par les semences constitue un enjeu agronomique et sanitaire majeur.

VI.6.1. Les différents modes de transmission des champignons transmis par les semences de blé

Les champignons pathogènes ou endophytes associés aux semences de blé peuvent être transmis à la génération suivante par plusieurs voies. On distingue principalement trois grands modes de transmission, selon le moment de l'infection et l'origine de l'inoculum.

6.1.1. Transmission directe de la plante-mère vers la graine

Certains champignons sont transmis verticalement de la plante-mère aux graines en développement par les tissus internes. Ce mode de transmission se fait par la croissance végétative des hyphes à l'intérieur de la plante, ce qui permet au champignon de coloniser les ovules et de persister dans l'embryon de la graine (Saikkonen et al., 2010). Ce phénomène a été principalement observé chez les champignons endophytes appartenant à la famille des *Clavicipitaceae*, colonisant des espèces des familles des *Poaceae*, *Cypéraceae* et *Juncaceae* (Senequier-Crozet Canard, 2016). Cette transmission verticale assure une continuité de l'infection d'une génération à l'autre sans besoin d'un hôte externe.

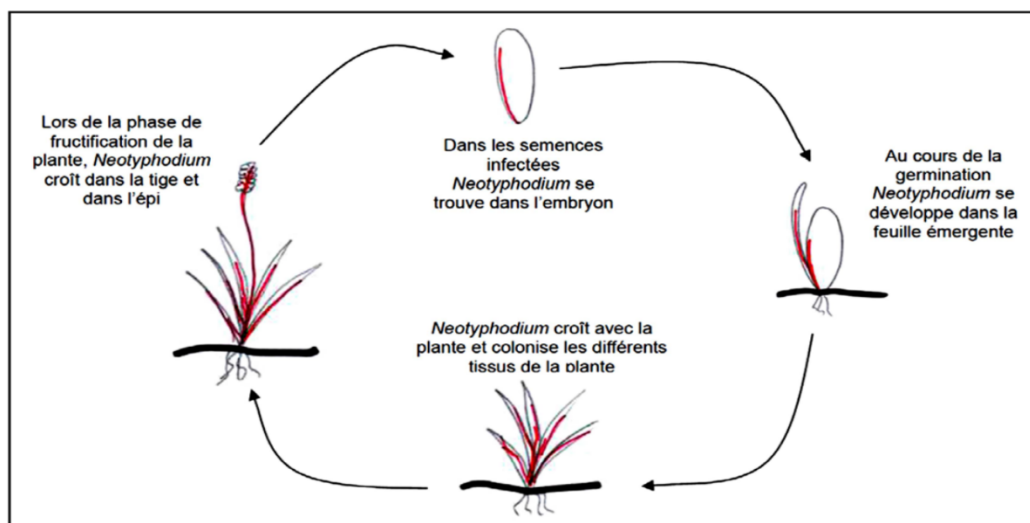


Figure 21. Représentation schématique du cycle de vie des champignons endophytes du Genre *Neotyphodium* transmis verticalement (—) (Repussard et al., 2013). [() Les parties de la plante colonisées par le *Neotyphodium*]

6.1.2. Transmission par le pollen au moment de la fécondation

Une autre voie possible de transmission des champignons est celle passant par le pollen. En effet, certains champignons endophytes ont été détectés aussi bien à la surface qu'à l'intérieur des grains de pollen. Ces champignons ont également été retrouvés dans les graines matures, les cotylédons

et les premières feuilles de plantules issues de cultures stériles, ce qui suggère leur capacité à être transmis verticalement via le pollen (Newcombe et al., 2014). Même si la migration directe des champignons du grain de pollen vers l'ovule n'a pas encore été confirmée, leur développement concomitant avec celui du tube pollinique reste une hypothèse plausible (Domarkiene et al., 2023). Ce mécanisme de contamination fongique rappelle celui de certains pathogènes qui, une fois les spores déposées sur le stigmate, atteignent les tissus internes des fruits en formation.

6.1.3. Transmission pendant la germination

Un autre mode de transmission est dit horizontal, basé sur la contamination des graines ou des plantules lors de la germination. Les spores fongiques présentes à la surface du grain ou dans le sol peuvent infecter les jeunes tissus dès les premiers stades de croissance. Ce processus est facilité par les conditions favorables à la germination (chaleur, humidité), qui coïncident souvent avec une recrudescence de l'activité fongique (Saikkonen et al., 2004 ; Gallery et al., 2007). Chez certaines espèces, la transmission se fait aussi par dépôt aérien de spores sur les feuilles ou tiges, ce qui conduit à une colonisation externe ou interne des tissus (Arnold et al., 2001).

VI.6.2. Les lieux d'infection des champignons transmis par les semences de blé

6.2.1. Infection au champ

Dans le champ, les grains de blé peuvent être contaminés par diverses espèces fongiques, principalement par contact direct avec les spores présentes sur les épis ou dans l'environnement. Cette flore de champ est dominée par des genres comme *Alternaria* (le plus fréquent), *Fusarium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, et *Helminthosporium*, ainsi que *Chaetomium*, *Rhizopus* et *Trichoderma* (Akinsanmi et al., 2002). Ces champignons profitent d'une humidité élevée (20 à 25 %) pour se développer activement avant ou pendant la récolte (Molinie et al., 2005). Certains, comme *Fusarium*, provoquent des maladies graves telles que la fusariose, avec des symptômes visibles comme le blanchiment des épis et une coloration saumonée (Zillinsky, 1983 ; Mascher et al., 2005).

6.2.2. Flore de stockage

Après la récolte, les conditions de stockage jouent un rôle déterminant dans l'évolution de la contamination fongique. Les champignons présents à l'état latent sous le péricarpe ou en surface peuvent proliférer si la température et l'humidité sont favorables. Les genres les plus fréquemment retrouvés sont *Aspergillus* et *Penicillium*, capables de se développer sur des grains ayant une humidité comprise entre 10 % et 18 % (Mathew et al., 2011 ; Neergaard, 1977). *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* et *Aspergillus fumigatus* sont particulièrement actifs à des températures élevées (jusqu'à 40°C), tandis que d'autres espèces comme *Aspergillus restrictus* dominent à des humidités plus basses (Magan et al., 2003 ; Feillet, 2000). Ces champignons représentent un danger non seulement pour la qualité des semences mais aussi pour la santé à cause de la production de mycotoxines.

6.2.3. Flore intermédiaire

Entre le champ et le stockage, il existe une flore dite "intermédiaire", constituée de champignons dont le comportement est plus variable. Ils peuvent prédominer dans des conditions particulières, notamment lors du transport ou dans des zones mal ventilées. Cette catégorie inclut *Cladosporium*, *Trichoderma*, et plusieurs mucorales comme *Rhizopus*, *Absidia* et *Mucor* (Godon et Loisel, 1997).

Ces moisissures ont un développement plus limité mais peuvent, dans certaines situations, coloniser fortement les graines, affectant leur viabilité et leur qualité sanitaire.

VII. EFFETS AGRONOMIQUES BENEFIQUES DES GRIGNONS ET DES MARGINES

VII. 1. Effets des Grignons et des Margines sur le Sol

- Amélioration des caractéristiques physico-chimiques du sol

Le contenu organique des margines améliore le développement des micro-organismes du sol, ce qui se traduit par une amélioration de ses caractéristiques physico-chimiques (**Giovacchino et al., 2002**).

- Amélioration de la microflore du sol

En présence des margines, une amélioration de la microflore du sol s'établit, permettant la décomposition des éléments phytotoxiques, tels que les polyphénols. Ces derniers peuvent être dégradés par les bactéries et les champignons grâce à une hydrolyse enzymatique (**Sahouri et al., 2012**).

- Effets sur la fertilité des sols arides

De nombreux travaux ont montré l'effet favorable des margines sur la fertilité des sols, notamment dans les sols arides. Cela est dû à leur richesse en éléments minéraux nutritifs et en matière organique. Les margines sont utilisées pour préserver et maintenir la productivité des sols dans ces régions (**Bouajila et al., 2015**).

VII. 2. Effets des Grignons et des Margines sur les Plantes

- Amélioration de la productivité des plantes :

Selon une étude de **Giovacchino et al. (2002)**, l'épandage des margines sur des sols cultivés avec du maïs et de la vigne pendant plusieurs années a montré une augmentation de la productivité. L'utilisation des margines à des doses élevées a permis d'obtenir une biomasse totale supérieure de 30 à 40 % par rapport aux parcelles témoins.

- Nutriments bénéfiques pour la croissance des plantes

Les margines contiennent de l'huile d'olive et des composés phénoliques, qui sont des antioxydants naturels. Elles apportent également des nutriments comme l'azote et le phosphore, qui sont bénéfiques pour la croissance des plantes en tant qu'engrais (**Kalogirou & Birba, 2014**).

VIII. LES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DES MARGINES ET DES GRIGNONS

VIII.1 Effets négatifs sur l'environnement

Le manque de systèmes efficaces de traitement et de valorisation des margines, combiné à une absence de contrôle strict, pousse certains huiliers à les rejeter directement dans les cours d'eau sans traitement préalable (**Zghari et al., 2018**). Cette pratique pose un sérieux problème environnemental, surtout dans les pays producteurs d'huile d'olive. En effet, les margines sont très polluantes en raison de leur forte charge organique toxique, de leur acidité élevée et de leur

demande chimique et biologique en oxygène (DCO et DBO) particulièrement importante (**Dermeche et al., 2013 ; Zghari et al., 2018**). Ces caractéristiques peuvent provoquer la contamination de l'eau, nuire à la faune aquatique et déséquilibrer l'écosystème.

Concernant les grignons d'olive, bien qu'ils soient généralement moins polluants, leur accumulation sans traitement représente aussi un risque. En se décomposant, ils peuvent dégager de fortes odeurs et contaminer les nappes d'eau en raison de leur richesse en matières organiques et en composés phénoliques (**Zghari et al., 2018**).

VIII.2 Effets négatifs sur le sol

L'épandage des margines peut modifier les propriétés physico-chimiques du sol et favoriser la pollution des nappes phréatiques (**Zghari et al., 2018**). Il altère aussi l'activité microbienne du sol, causant un déséquilibre de la microflore. Cette perturbation dépend souvent des doses utilisées, du type de sol et des conditions climatiques (**Sahouri et al., 2012**). Si la matière organique contenue dans les margines peut parfois servir de nutriment, elle peut aussi entraîner une stérilisation du sol, réduisant sa capacité à se régénérer (**Yaakoubi et al., 2009**). En outre, les margines augmentent la salinité et modifient le pH du sol, provoquant une dégradation de sa structure et de sa fertilité (**Fiestas, 1981**).

VIII.3 Effets négatifs sur les plantes

Les margines ont un effet phytotoxique important sur les plantes. Leur acidité, leur salinité, et la présence de composés phénoliques inhibent la germination, la croissance et le développement végétatif (**Morillo et al., 2009**). De plus, elles perturbent la microflore du sol, ce qui brise l'équilibre symbiotique entre les racines et les micro-organismes bénéfiques, nuisant ainsi à la santé des plantes et réduisant les rendements agricoles (**Marisot et Tournier, 1986**).

Chapitre II : Matériels et méthodes



II.1 - Introduction

Das ce chapitre nous avons analysé des expériences, premièrement les paramètres analytiques : nous avons mesuré l'humidité 10 échantillons de grignon 3 répétitions pour chacun par la suite nous avons mesuré le pH et la conductivité électrique de 10 échantillons des margines et des grignons et nous avons mesuré le poids sec des margines par la suite nous avons réalisé un test de germination de blé dur variété Amar et Simeto.

II.2 - Enquêtes

Nous avons mené une enquête à l'aide d'un questionnaire qui comportant des questions sur l'extraction les activités des huileries.

II.2.1 - Huileries visitées

Durant la campagne agricole 2024-2025, nous avons réunis 10 échantillons des margines et des grignons de wilaya de Tizi-Ouzou. La répartition des échantillons est présentée au tableau 1.

Tableau 5: Répartition des échantillons

Commune	Ain Al Hammam	Tizi Gheniff	Draa El Mizan	Tizi Rachid	Ouagnon
Nombre des huileries	2	2	1	4	1

II.2.2 - Composition du questionnaire

L'objectif de l'enquête c'est de rassembler des informations concernant les activités des huileries, elles comportent plusieurs rubriques liées à des questions sur l'extraction d'huile d'olive et la gestion des déchets générés par les sous-produits oléicoles. Les rubriques abordées sont les suivantes.

II.2.2.1 - Information administratives

L'année de mise en service, Nature de projet, Les origines d'olives,

II.2.2.2 - Données technique

La technique d'extraction utilisée, La source d'énergie.

II.2.2.3 - Processus de production

La récolte, Feuillage, Le broyage, Malaxage, La centrifugeuse, Presse.

II.2.2.4 - Taux de rendement de l'extraction

Quantité de l'huile, Quantité des margines, Quantité des grignons,

II.2.2.5 - Modalités d'élimination des sous-produits

Destination des margines, Destination des grignons, Projet de développement, Projet de valorisation des margines, Projet de valorisation des grignons, Approche en faveur de l'écologisation.

II. 3 - Paramètres analytiques

Les analyses des paramètres analytiques ont été conduites dans le laboratoire science du sol G.13 à la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques à l'université de Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, cette partie porte sur la détermination des caractéristiques des sous-produits résultants de l'extraction de l'huile d'olives.

II. 3.1- Humidité des grignons

II.3.1.1 - Matériels utilisés

- 30 barquettes en aluminium
- Une cuillère
- Balance de précision
- Étuve de laboratoire
- Échantillons de grignon

II.3.1.2 - Mode opératoire

À l'aide d'une balance de précision nous avons mesuré le poids de chaque barquette en aluminium vide, puis nous avons taré sur la balance et nous avons ajouté une quantité de grignon jusqu'à atteindre 50 g, cette opération est répétée trois fois pour chaque échantillon (Figure 22). Nous avons mis les barquettes en aluminium qui contiennent 50 g de grignon dans une étuve de laboratoire pendant 48 heures à une température de 65°.

On a utilisé cette formule :

$$\text{Humidité \%} = 100 - (\text{poids sec} \times 100 / \text{poids frais})$$



Figure 22 : Barquettes en aluminium contenant du grignon



Figure 23 : Balance analytique



Figure 24 : Les barquettes qui continuent de grignons à l'intérieur de l'étuve

II.3.2 - Conductivité électrique et pH des grignons

II.3.2.1 - Matériels utilisés

- 30 bouteilles en verre
- Échantillons de grignon
- Balance de précision
- L'eau distillée
- Éprouvette
- pH mètre
- Conductimètre

II.3.2.2 - Mode opératoire

À l'aide d'une balance de précision, nous avons mesurer 10 g de grignon pour chaque échantillon (Figure25), que nous avons verser ensuite dans des bouteilles en verre (Figure26). Cette opération est répétée trois fois pour chaque échantillon. Nous avons ajouté ensuite 50 ml d'eau distillée dans



Figure 25: Mesure de 10g de grignon



Figure 26: Des bouteilles contiennent de grignon

chaque bouteille (Figure 27), après l'agitation de mélange, nous l'avons laissé reposer un certain temps. Enfin, nous avons mesurer la conductivité et le pH de chaque de la solution (Figure 29).



Figure 27: Mesure de 50 ml de l'eau distillé



Figure 28: Bouteilles en verre contiennent de grignon et l'eau distillé



Figure 29: Mesure de pH de l'extrait à cinquième des grignons à l'aide d'un ph mètre



Figure 30: Mesure de la conductivité électrique de l'extrait à cinquième des grignons à l'aide d'un Conductimètre

II.3.3 - pH des margines

Le pH indique le niveau d'acidité ou d'alcalinité d'un milieu. Il est déterminé par la concentration d'ions hydrogène libres (H) présents dans l'échantillon AFNOR (1983). La détermination du potentiel hydrogène, est effectué sur chacun des échantillons de margines.

II.3.3.1 - Matériels

- pH-mètre
- Échantillons de margine

II.3.3.2 - Méthode

Nous avons rincé la sonde à l'aide d'eau distillée, puis l'essuyer. Nous avons pris chaque échantillon, nous avons plongé la sonde dans la margine et on lit le pH au moment de la stabilité de la mesures (figure 31).



Figure 31: Mesure de Ph

II.3.4 - La conductivité électrique des margines

La conductivité électrique est le paramètre qui mesure l'aptitude de l'eau à conduire le courant électrique. Ces caractéristiques est directement liée à la quantité de sels solubles dans les margines.

II.3.4.1 - Matériels

- Conductimètre
- Echantillons des margines

II.3.4.2 - Mode d'opérateur

Nous avons pris chaque échantillon, nous avons plongé la sonde du conductivimètre dans les margines et nous avons mesuré la conductivité électrique (figure 33)



Figure 32: Conductimètre Figure



Figure 33: Mesure de la conductivité électrique des margines

II.3.5 - Détermination des résidus sec des margines

Le résidu sec est la quantité de matière solide qui reste après évaporation de l'eau d'un échantillon. (Harris, D. C. (2011). Chimie analytique. De Boeck.

On a utilisé cette formule :

Résidus secs des margines = poids des résidus avec la bouteille - le poids de la bouteille.

II.3.5.1 - Matériels

- 30 bouteilles en verre
- Balance de précision
- Plaque chauffante
- 10 échantillons de la margine
- Éprouvette
- Sable

II.3.5.2 - Méthode

Nous avons pesé 30 bouteilles en verre à l'aide d'une balance analytique (Figure34). Ensuite, nous avons versé 100 ml de margine dans une éprouvette (Figure 35), que nous avons verser successivement dans chaque bouteille (Figure36). Cette opération est réalisée trois fois pour chaque échantillon. Enfin, nous avons placé les bouteilles sur une barquette qui contient du sable sur une plaque chauffante jusqu'à obtenir des résidus secs (Figure37).



Figure 34: Mesure de poids de la bouteille en verre



Figure 35: Des bouteilles qui contiennent 100ml des margines



Figure 36: Eprouvette qui contient 100 ml des margines



Figure 37: Des bouteilles qui contiennent des margines sur une plaque chauffante



Figure 38: Mesure de poids de la bouteille qui contient des résidus secs

II.4 - Tests de germination de blé

II.4.1 - Préparations des boîtes de pétri

II.4.1.1 - Matériels utilisés

- Boîtes de pétri
- Coton
- Blé dur (variété Amar et Simeto)

II.4.1.2 - Méthode

Nous avons désinfecté 60 boîtes de pétri, par la suite nous avons ajouté une fine couche de coton au fond de chacune (Figure39). Ensuite, nous avons placé 25 graines de blé de la variété Amar (Figure40) et 25 graines de la variété Simeto à l'intérieur de ces boîtes.

II.4.2 - L'irrigation avec l'extrait de grignons

II.4.2.1 - Matériels utilisés

- 30 bouteilles de la solution de grignon
- Pipette

II.4.2.2 - Méthode

Nous avons pris les bouteilles de l'extrait à cinquième (1/5) de grignon déjà préparé et nous avons mélangé chaque groupe de trois bouteilles d'un même échantillon en une seule (Figure41). Ensuite, à l'aide d'une pipette, nous avons prélevé 60 ml de l'extrait (Figure 42) et les répartissons

dans trois boîtes de pétri (Figure43), donc 20 ml pour chacune. Cette opération est répétée pour tous les échantillons de grignon.



Figure 39: Une couche fine de coton au fond de chaque boîte de pétri



Figure 40: 25 graines de variété Simeto pour chaque boîte de pétri



Figure 41: *Mélange des trois bouteilles d'un seul échantillon en une seule bouteille*



Figure 42: Prélèvement de l'extrait à cinquième de grignon



Figure 43: Répartition de 20 ml de l'extrait à cinquième de grignon dans chaque boîte de pétri

II.4.3 -Préparation des témoins

II.4.3.1 - Matériels utilisés

- L'eau distillé
- Boîte de pétri
- Blé dur variété (Amar et Simeto)
- Pipette
- Bécher

II.4.3.2 - Mode opératoire

Nous avons versé une certaine quantité d'eau distillée dans un bécher. Ensuite, nous avons pris six boîtes de Pétri : trois d'entre elles contiennent chacune 25 graines de blé de la variété Amar, et les trois autres contiennent chacune 25 graines de blé de la variété Simeto. À l'aide d'une pipette, nous avons ajouté 20 ml d'eau distillée dans chaque boîte (Figure 44).



Figure 44: Versement de l'eau distillé dans les boites de pétri contiennent des graines de blé dur

II.4.4 - L'irrigation avec des margines

II.4.4.1 - Filtration des échantillons des margines

II.4.4.1.1 - Matériels utilisés

- Cotton
- Une bonde
- Becher
- Des échantillons des margines
- Une passoire

II.4.4.1.2 - Méthode

Nous avons préparé un filtre en utilisant du coton et une bonde, par la suite nous l'avons placé sur un bicher puis sur une passoire. Ensuite, nous avons versé une quantité des margines pour procéder au filtrage (Figure45), cette opération est répétée pour chaque échantillon.



Figure 45: Filtration des margines



Figure 46: Le filtre préparé

II.4.4.2 - Préparation des boîtes de pétri

II.4.4.2.1 - Matériels utilisés

- Boîtes de pétri
- Coton
- Des graines de blé variété Amar et Simeto

II.4.4.2.2 - Méthode

Nous avons disposé une fine couche de coton sur des boîtes de pétri, puis nous avons ajouté 25 graines de blé dur variété Amar à l'intérieur de chaque boîte, en répétant la même opération pour la variété Simeto.



Figure 47: Des boîtes de pétri contenant des graines de blé dur variété Simeto



Figure 48: Des boîtes de pétri contenant des graines de blé variété Amar

II.4.4.3 - Traitement avec 100 % des margines

II.4.4.3.1 - Matériels utilisés

- Des boîtes de pétri contiennent des graines de blé variété (Simeto et Amar)

- Une pipette

II.4.4.3.2 - Méthode

Nous avons irrigué les graines de blé dur variété Amar et variété Simeto à l'aide d'une pipette en appliquant 20 ml d'échantillon de margines avec trois répétitions pour chaque échantillon.



Figure 49: Irrigation des graines blé dur variété Simeto avec 100 % des margines



Figure 50: Des graines de blé dur variété Amar irriguées avec 100% des margines

II.4.4.4 - Traitement avec des margines diluées à 50%

II.4.4.4.1 - Matériels utilisés

- Échantillons des margines
- L'eau distillée
- Pipette
- Des boîtes de pétri contiennent de blé dur variété Amar et Simeto
- Bécher

II.4.4.4.2 - Mode opératoire

Dilution des margines à 50 % : Dans un bécher nous avons versé 250 ml de margine, puis nous avons ajouté 250 ml d'eau distillée, nous avons agité pour obtenir un mélange homogène, cette opération est faite pour tout le reste des échantillons. Ensuite, à l'aide d'une pipette, nous avons prélevé 20 ml de la dilution et nous avons irrigué les graines de blé dur variété Amar et Simeto (trois répétitions pour chaque échantillon).



Figure 51: Des graines blé variété Simeto irrigué avec une dilution de 50 % des margines

II.4.4.5 - Traitement avec des margines délier à 25%

II.4.4.5.1 - Matériel utilisés

- Echantillons des margines
- L'eau distillé
- Pipette
- Des boites de pétri contiennent de blé dur variété Amar et Simeto
- Becher

II.4.4.5.2 - Méthode

Nous avons réalisé une dilution des échantillons des margines à 25 %, dans un bécher nous avons versé 125 ml des margines puis nous avons ajouté 750 ml d'eau distillée cette opération a été faite pour chaque échantillon. Par la suite nous avons irrigué les graines de blé dur variété Amar et Simeto par 20 ml de cette dilution.



Figure 52: Irrigation des graines de blé variété Amar par une dilution de 25 % des margines

II.4.4.6 - Traitement avec des margines diluer à 10%

II.4.4.6.1 - Matériel utilisés

- Echantillons des margines
- L'eau distillé
- Pipette
- Des boites de pétri contiennent de blé dur variété Amar et Simeto
- Becher

II.4.4.6.2 - Mode opératoire

Nous avons dilué les échantillons des margines jusqu'à 10% : Dans un bécher nous avons d'abord versé 20,5 ml des margine puis nous avons ajoutée 225 ml d'eau distillée (cette procédure a été réalisée pour chaque échantillon. Puis nous avons irrigué les grains de blé dur variété Amar et Simeto ave 20 ml de cette dilution (trois répétitions pour chaque échantillon).

II.5 - Champignon

II.5.1 - Objectif de cette étude

L'objectif de cette expérience est d'isoler et d'identifier les champignons qui se développes autour des graines de blé dur qui se trouve dans des de pétri irriguées par des margines diluées à 10 %.

II.5.2 - Matériel utilisés

- Boîtes de Pétri contenant des graines de blé contaminées (champignons visibles)
- Lames et lamelles microscopiques
- Gélatine glycéinée
- Scalpel
- Éthanol
- Deux becs Bunsen
- Papier absorbant
- Pincés
- Microscope optique

II.5.3 - Déroulement de l'expérience

II.5.3.1 - Transfert des échantillons

Les boîtes de Pétri contenant les graines de blé contaminées ont été transférées au laboratoire de ressource nature pour procéder à l'isolement des champignons.

II.5.3.2 - Préparation de la lame

Nous avons déposé une goutte de gélatine glycéinée au centre d'une lame pour fixer le champignon entre la lame et la lamelle.

II.5.3.3 - Stérilisation du scalpel

Avant chaque prélèvement, nous avons trempé le scalpel dans l'éthanol, puis nous avons éliminé l'excès d'éthanol à l'aide d'un papier absorbant, par la suite nous avons flambé l'outil par la flamme d'un bec Bunsen.

II.5.3.4 - Prélèvement du champignon

Nous avons ouvert les boîtes de pétri présentant une contamination fongique visible. Nous avons effectué une observation macroscopique des colonies fongique par la suite nous avons prélevé de chaque boîte contaminée un bout de mycélium de cette colonne, puis nous l'avons déposé sur une goutte de gélatine glycinée qui a été déposé sur une lamelle.

II.5.3.5 - observation

Nous avons effectué une observation microscopique des bouts de mycélium que nous avons prélevé de chaque boîte, afin d'identifier morphologiquement les champignons.



Figure 53: Gélatine glycinée

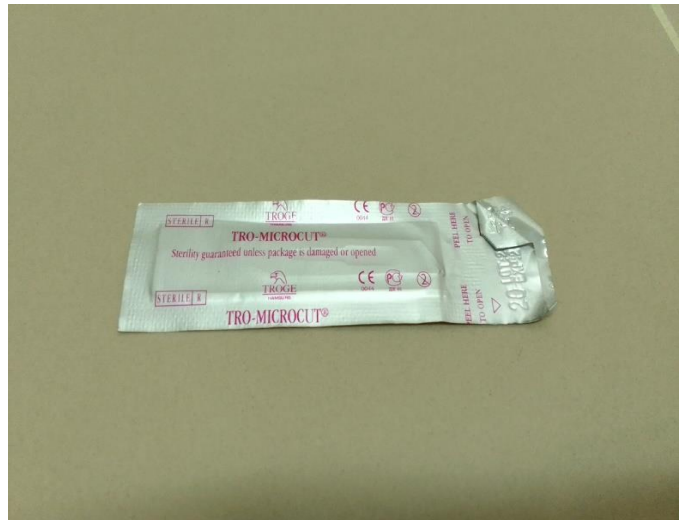


Figure 54: Scalpel



Figure 55: Observation sous le microscope optique G (400)



Chapitre III : Résultats et discussion

Chapitre III - Résultats et discussion

Dans ce chapitre nous présenterons et analyserons les résultats obtenus au cours de notre étude, nous commencerons par l'analyse de des enquêtes qui compris : mise en service des huileries, la destination des margines et de grignon. Par la suite nous allons interpréter les résultats des paramètres analytiques.

III.1 - Analyse des enquêtes

III.1.1 - Mise en service des huileries

L'analyse des résultats montrent que :

- 50% des huileries constituant les échantillons de notre enquête ont été mis en service entre 2019 et 2020.
- 40% des huileries constituant les échantillons de notre enquête ont été mis en service entre 1944 et 1998.
- 10% des huileries constituant les échantillons de notre enquête ont été mis en service dans l'année 2008.

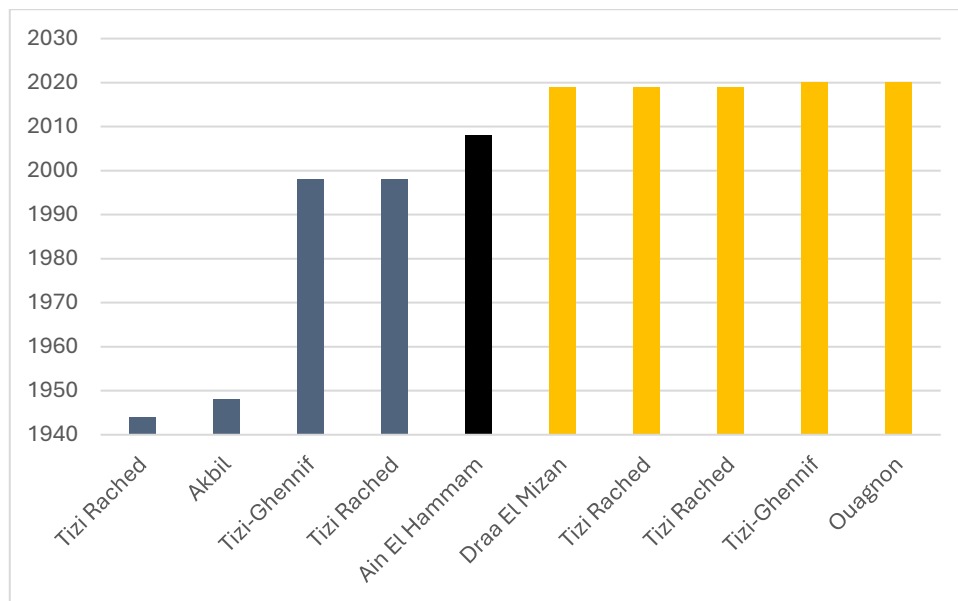


Figure 56 : Observation sous le microscope optique G (400)

III.1.2 – Destination des margines

L'analyse des résultats indique que 50% des margines sont évacuées à travers le réseau d'assainissement, pour les huileries : Tizi-Ghenif, Akbil, Ouagnon et Draa mizan, tandis que 50% est destiné au bassin d'évaporation, comprenant les huileries de ces régions : Ain El Hammam, Tizi Rached.

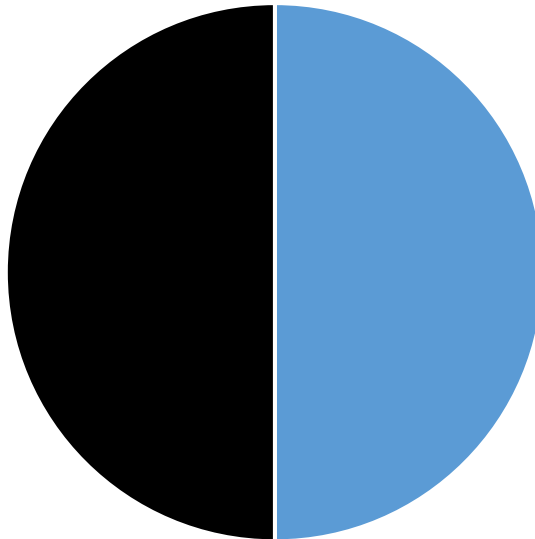


Figure 57: La destination des margines de déférente huileries

III.1.3 – destination de grignon

L'analyse des résultats relève que :

- 60% de grignon est brulé
- 10% de grignon est destiné aux décharges publiques
- 10% de grignon est valorisé en entreprise
- 10% de grignon est gardé sur place
- 10% de grignon est épandage sur le sol

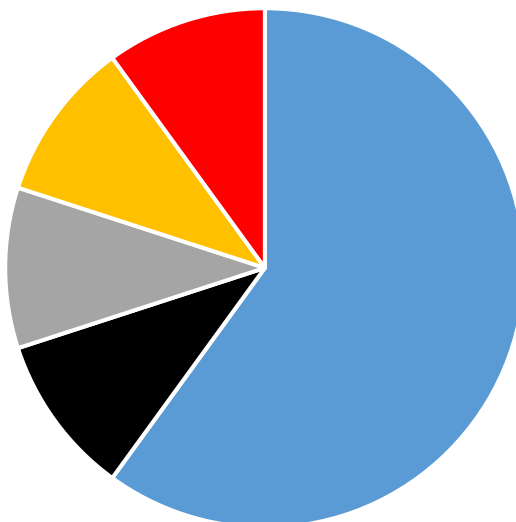


Figure 58: Destination de grignon de déférente huilerie

III.2 - Paramètres analytiques des sous-produits

III.2.1 – Humidité des grignons

Le taux d'humidité des échantillons des grignons a été mesuré et les valeurs sont présentées dans le tableau (06). L'analyse des résultats révèle que les échantillons de grignon peuvent être classés en deux groupes.

- Quatre échantillons ont un taux d'humidité varié entre 8% et 10%.
- Six échantillons ont un taux d'humidité égale à 11%.

Les résultats montrent que les échantillons des grignons ont une faible humidité ce qui peut avoir des effets négatifs sur les cultures en vue de leur faible valeur nutritive.

Les grignons sont essentiellement composés de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. Cependant, des lipides résiduels et des protéines y sont également présents (**Rodriguez et al., 2008**). Quant aux grignons humides, ils sont composés de résidus solides, noyaux broyés, contenus dans une pâte de pulpe et d'eau de végétation et sont, comparés à ceux issus des autres systèmes d'extraction, caractérisés par un taux d'humidité élevé (65-75%) (**Alba-Mendoza et al., 1990 ; Albuquerque et al., 2004**). Comparativement à ces résultats, nous constatons que les grignons étudiés sont relativement plus secs.

Tableau 6: Pourcentage des taux d'humidité (%) des échantillons de grignon

Grignon	C1	C2	C13	C4	C5	C6
L'humidité (%)	11	11	10	9	8	11

Grignon	C7	C8	C19	C10
L'humidité (%)	11	11	11	8

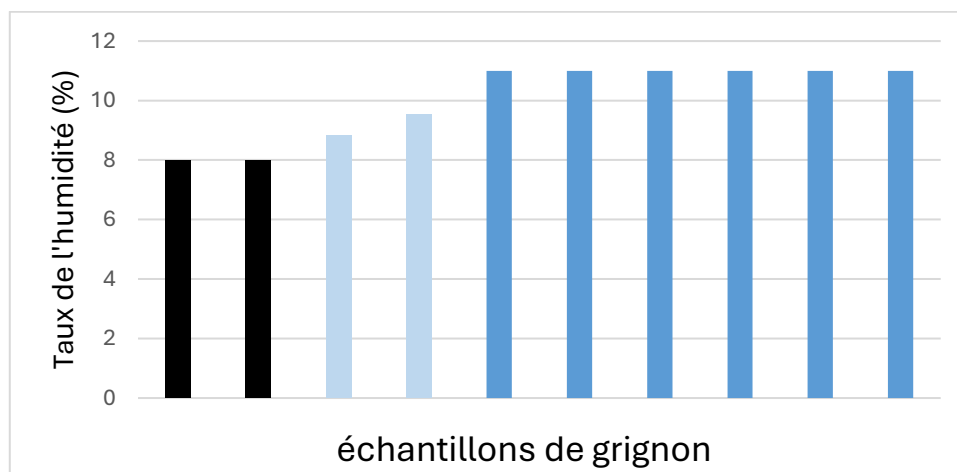


Figure 59: Variation de taux de l'humidité des échantillons de grignon

III.2.2 – pH des grignons

Les résultats de pH des échantillons de grignon ont été mesurés et présentés dans le tableau (07). Les analyses des résultats révèlent que les échantillons de grignon proviennent de différentes régions de la wilaya de Tizi-Ouzou peuvent être classés en deux catégories en fonction de leur pH.

- La première catégorie des échantillons des grignons a un pH inférieur à 5, représentant une huilerie
- La deuxième catégorie des échantillons des grignons a un pH supérieur à 5, représentant 9 huileries

À la base de notre étude nous pouvons confirmer que :

- 10% des échantillons de grignon produits dans la wilaya de Tizi-Ouzou ont un pH inférieur à 5.
- 90% des échantillons de grignon produits dans la wilaya de Tizi-Ouzou ont un pH compris entre 5 et 6

Tableau 7: les valeurs de pH des échantillons de grignon

Grignon	C10	C9	C18	C2	C3	C5
pH	4,612	5,192	5,194	5,427	5,442	5,473
Grignon	C6	C1	C17	C4		
pH	5,569	5,614	5,624	5,767		

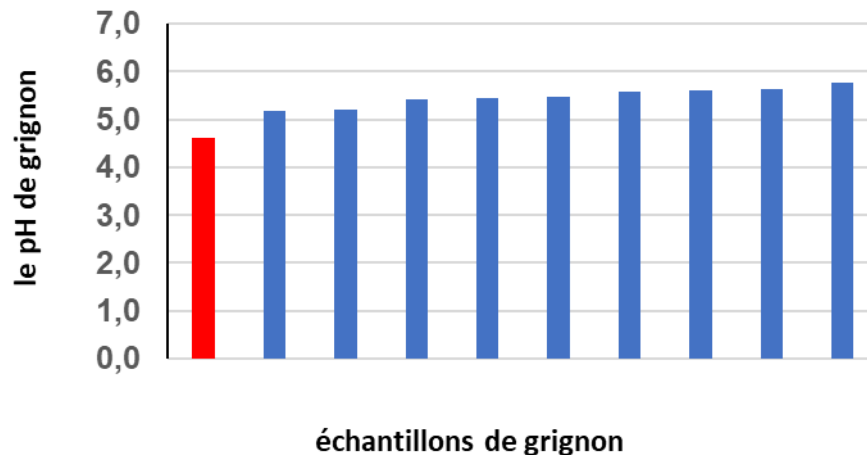


Figure 60: Variations des valeurs de pH des échantillons de grignon

III.2.3 - La conductivité électrique des échantillons de grignon

La conductivité électrique des échantillons de grignon a été mesurée et enregistrée dans le tableau (08). L'analyse des résultats révèle une répartition des grignons en deux groupes distincts en fonction de leurs conductivités électriques :

- Le premier groupe des grignons ont une conductivité électrique comprise entre 292,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 605 $\mu\text{S}/\text{cm}$, représentant 70% des échantillons.

- Le deuxième groupe des grignons ont une conductivité électrique compris entre 926,67 μS et 1248,33 μS , représentant 30% des échantillons.

La moyenne de la conductivité électrique des grignon, calculée à partir de 30 échantillons, est de 748,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Si Belkacem et Kessai, 2024). Ces valeurs suggèrent que grignons contiennent une quantité notable de sels dissous, les classant ainsi comme légèrement salés (Mathieu et Pielain, 2013)

Tableau 8: Les valeurs de conductivité électriques des échantillons de grignon

Grignon	C7	C10	C13	C5	C9	C6	C8	C4	C12	C1
CE (μS)	292,33	309,33	399,67	469,67	553	604,67	605	926,7	1099,33	1248,33

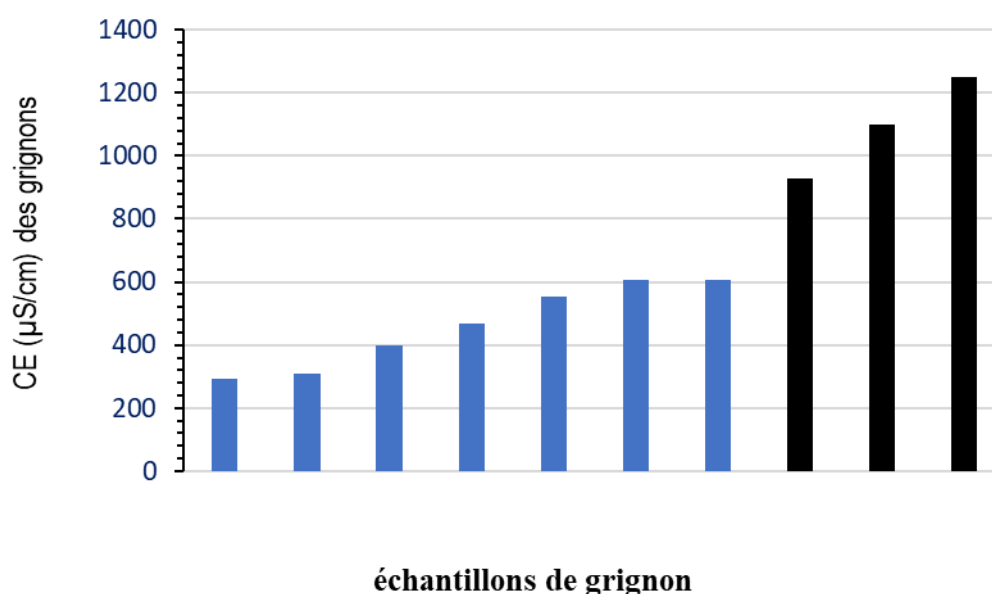


Figure 61: Les valeurs de la CE

III.2.4 - Résidus sec des margines

Les résultats des résidus secs des margines ont été enregistré dans le tableau (09), les résultats obtenus montrent une variation de poids des résidus secs des margines compris entre 3,020 (g/l) et 33,493 (g/l), cela indique la diversité des échantillons des margines, une analyse approfondie des résultats permis de classer les margines en trois groupes :

- Le premier groupe des échantillons de marge ont un poids des résidus secs plus faibles varie entre 3,020 g et 6,053 g, comprenant 3 huileries.
- Le deuxième groupe des échantillons de marge ont un poids des résidus secs varie entre 9,757 g et 12,320 g, comprenant 4 huileries.
- Le troisième groupe des échantillons de marge ont un poids des résidus secs plus élevé varie entre 31,197 et 33,493, comprenant 2 huileries.

Cette variation dans le poids des résidus secs des échantillons des margines peut-être lier au nature des oliviers utilisés leur de l'extraction de l'huile d'olive. D'après (Aggoum et al., (2016), elles

varient à la fois en qualité et en quantité selon la variété des olives, leur stade de maturation, les conditions climatiques et du sol, ainsi que la durée et les conditions de stockage avant le pressage et le processus d'extraction de l'huile d'olive.

L'objectif de mesure de poids des résidus secs des margines est de déterminer la quantité de matière solide résiduelle après évaporation de l'eau et des autres solvants qui est essentiel pour mieux optimiser la valorisation.

Tableau 9: les valeurs de poids des résidus secs des échantillons des margines

Margine	C2	C4	C1	C3	C8	C9
Poids sec	3,020	4,520	6,053	9,757	10,813	11,453

Margine	C6	C10	C5
Poids sec	12,320	31,197	33,493

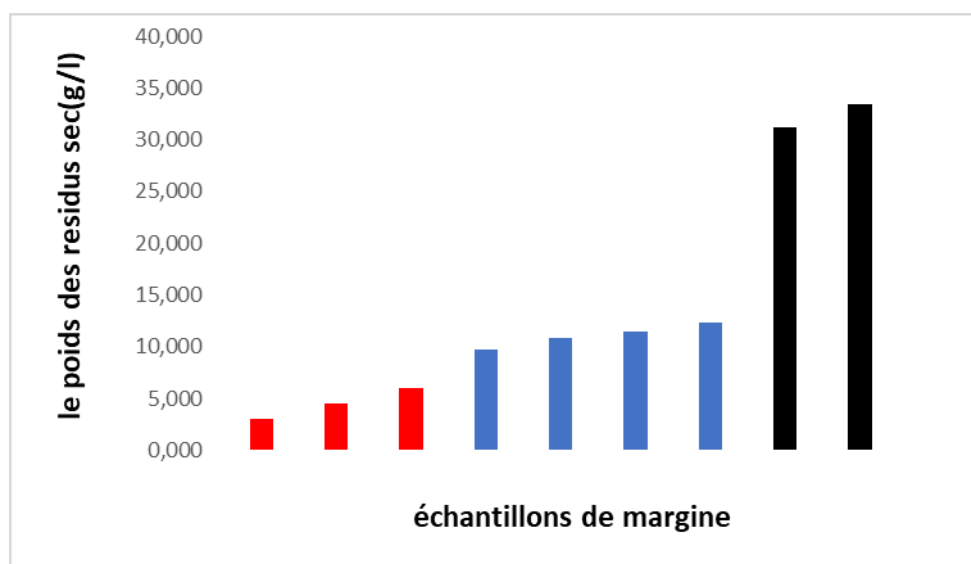


Figure 62: Valeurs de poids des résidus secs des échantillons de margines

III.2.5 -pH des échantillons de margines

Les valeurs de pH des échantillons de margines ont été mesuré et présenté dans le tableau (10), qui représente une variation des valeurs de pH des margines entre 4,402 et 5,973, avec une moyenne de 4,493.

Les analyses des résultats de pH ont permis de classe les échantillons des margines en deux catégories :

- La première catégorie des échantillons de margines ont un pH inférieur à 5, représentant 40% des huileries.
- La deuxième catégorie des échantillons de margines ont un ph supérieur à 5, représentant 60% des huileries.

Les pH observés dans les échantillons montrent un risque d'acidification du sol, ce qui pourrait être néfaste pour le développement des cultures, selon (Benyahia et Zein, 2003), L'acidité des margines, leur teneur élevée en polyphénols représentent les principaux paramètres responsables

de leur caractère polluant. Ces derniers affectant la qualité des eaux et des sols dans lesquelles elles sont déversées. Les mauvaises odeurs, introduites par des margines, provoquent également une pollution considérable de l'air.

Donc il est essentiel de prendre en considération le pH lors de la valorisation agricole des margines, et il est important de réaliser des expériences en conditions contrôlées. Cela nous permettra d'évaluer l'impact sur le sol et les plantes.

Tableau 10: Les valeurs de pH des margines

Margine	C12	C4	C13	C1	C10	C5
pH	4,402	4,608	5,908	4,968	6,046	5,047

Margine	C6	C8	C9	C7
pH	5,277	4,332	5,339	5,973

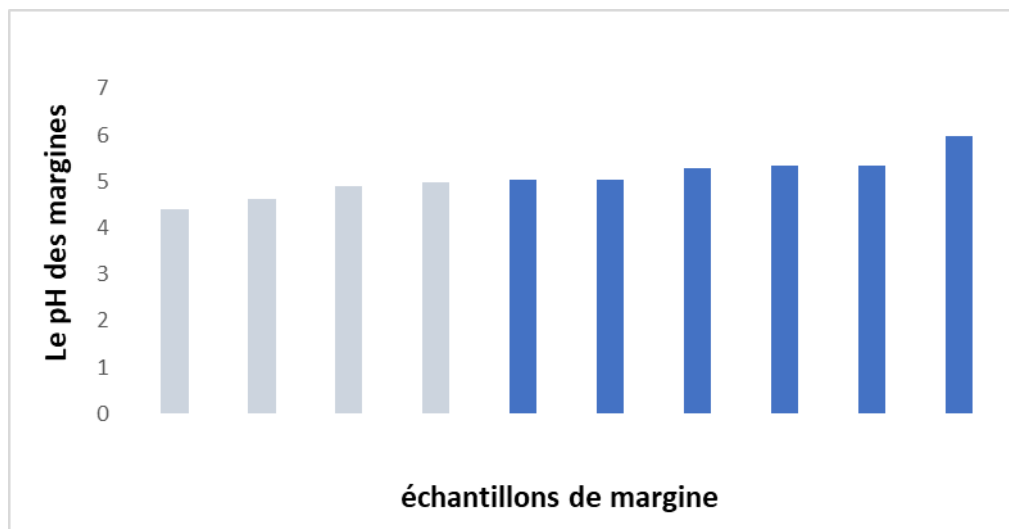


Figure 63: Les valeurs de pH des échantillons de margines

III.2.6 - La conductivité électrique des margines

Dans cette étude nous avons mesuré la conductivité électrique des échantillons des margines prévenant des huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou, les valeurs sont présentées dans le tableau (06), les résultats montrent une variation des valeurs de la conductivité électrique compris de 3,16 mS/cm jusqu'à 7,23 mS/cm avec une moyenne de 6,039 mS/cm. L'analyse des résultats permis de regrouper les échantillons des margines en deux catégories :

- La première catégorie des échantillons des margines ont une valeur de la conductivité électrique inférieure à 6 mS/cm, représentant 40% des échantillons d'huileries.
- La deuxième catégorie des échantillons des margines ont une valeur de la conductivité électrique supérieure à 6 mS/cm, représentant 60% d'huileries.

Dans le contexte de la valorisation agricole, l'utilisation de ce type des margines comporte un risque de salinisation des sols, ce qui peut entraîner une diminution des rendements des cultures.

Tableau 11: Les valeurs de la conductivité électrique des échantillons des margines

Margine	C12	C7	C4	C10	C17	C5
CV (mS/cm)	3,16	3,27	3,67	4,23	6,05	6,93

Margine	C6	C9	C3	C8
CV (mS/cm)	756,07	7,23	199,08	9,70

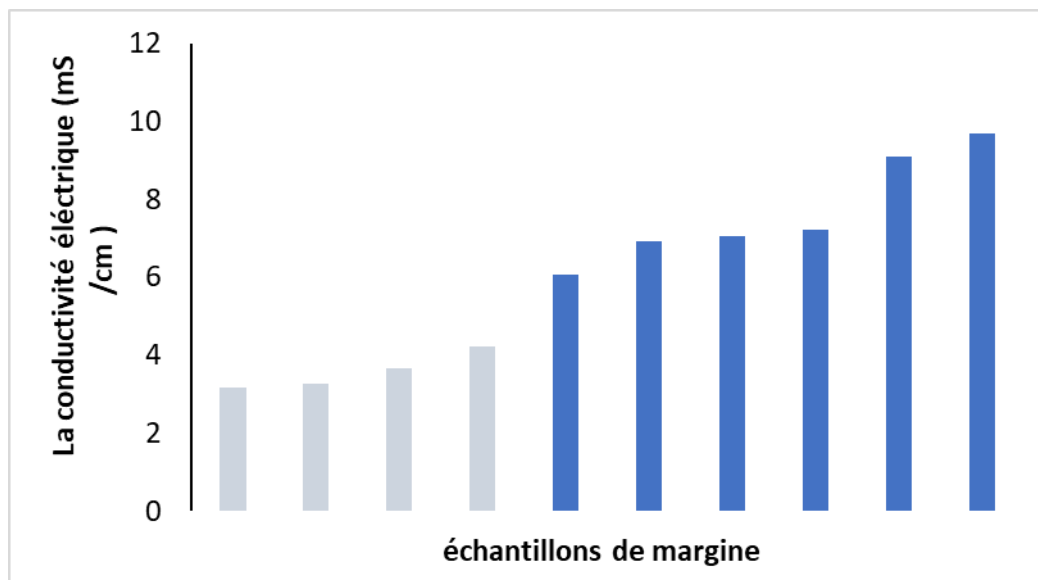


Figure 64: Les valeurs de pH des échantillons de margines

III.3 - Test de germination

Dans cette étude nous avons analysé les résultats de la germination des graines de blé dur variété Amar et Simeto après le traitement avec des dilutions des margines et l'extrait à cinquième des grignons.

III.3.1- Traitement avec un extrait à cinquième des grignons

III.3.1.1 – Variété Amar

Les pourcentage de taux de germination de la variété Amar traitées avec l'extrait à cinquième de grignon ont été présentés dans le tableau (12) et la variété Simeto dans le tableau (13), nous avons mené une observation sur une durée de 5 jour, au cours de laquelle nous avons noté une germination des graines dès le premier jour suite à une augmentation de taux de germination proche à celui des graines témoins traité avec de l'eau distillée qui ont une moyenne de 88%.

Une analyse approfondie des résultats permis de distinguer :

- Un taux de germination maximum compris entre 71% et 88% comprenant les graines traitées avec le grignon C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C10.
- Le taux de germination minimum 57% comprenant les graines traitées avec les grignons C9.

La variation des taux de germination peut être due à la composition des grignons, selon (EL HACHEMI, (1010), la composition chimique du grignon d'olive présente une grande variabilité, Elle est déterminée par les facteurs intrinsèques du fruit, tels que la variété et le stade de maturité, ainsi que par le procédé d'extraction de l'huile et l'épuisement par solvant.

Tableau 12: Taux de germination (%) des graines de blé dur variété Amar traité avec l'extrait à cinquième de grignon.

Grignon	C1	C2	C13	C4	C5	C6	C7	C18	C9
TG (%)	87	85	77	85	71	84	88	75	57
Grignon	C10	Témoin							
TG (%)	75	88							

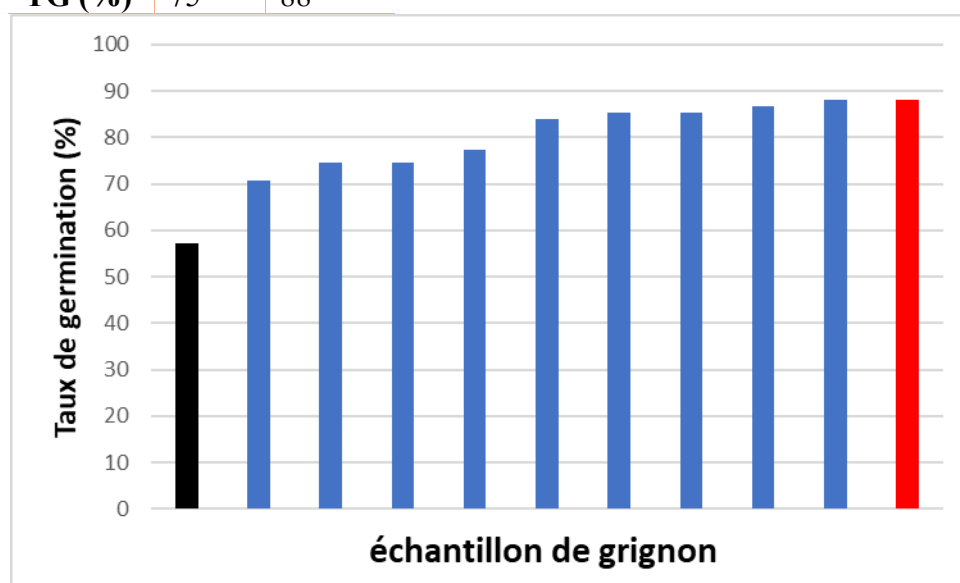


Figure 65: Pourcentage des taux de germination de la variété Amar

III.3.1.1 – Variété Simeto

Le tableau (13) présente les résultats finals du taux de germination des graines de blé dur, variétés Amar et Simeto après le traitement avec l'extrait à cinquième de grignon, nous avons effectué une observation sur période de 5 jours, durant laquelle nous avons constaté une germination des graines dès le premier jour, le taux de germination augmente d'une manière significative avec une moyenne de 90% pour les graines traitées avec le grignon C1 qui est une moyenne égale à celle des témoins.

L'analyse des résultats a permis de distinguer :

- Un taux de germination maximum compris entre 32% comprenant les graines traitées avec le grignon C9.
- Le taux de germination minimum 52% comprenant les graines traitées avec les grignons C8.

Tableau 13: Taux de germination (%) des graines de blé dur variété Simeto traité avec l'extrait à cinquième de grignon.

Grignon	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
TG (%)	73	81	79	81	85	91	77	72	92
Grignon	C10	Témoin							
TG (%)	87	90							

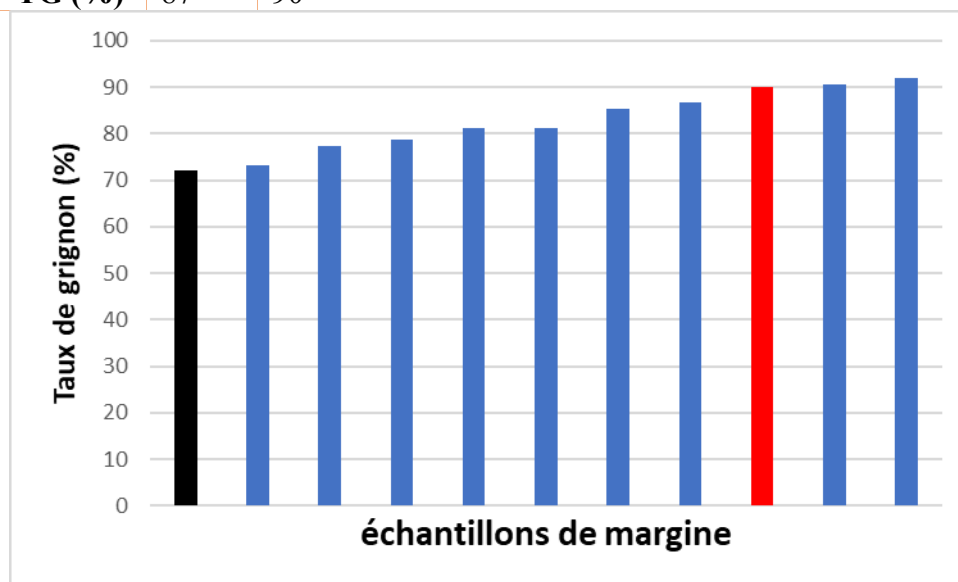


Figure 66: Le pourcentage de taux de germination Simeto traitées.

III.3.2 - traitement avec 100 % des margines

Les taux de germination de blé variété Amar et Simeto sont présentés dans les tableaux (14) et (15), les boîtes de pétri des graines des deux variétés de blé dur (Amar et Simeto), traitées avec 100% des margines présentent un taux de germination faible par rapport aux boîtes de pétri témoins que nous avons traité avec l'eau distillée. En comparant les deux variétés de blé dur, nous avons observé que leurs taux de germination sont presque similaires.

Les résultats de germination montrent que :

- Un taux de germination faible égale 4% de la variété Amar traité avec la margine C2, et pas de germination pour tout le reste des graines. Et pour la variété Simeto un taux de germination égale à 1% des graines traitées avec les margines C2 et C10.

Ce faible taux de germination peut être due à un pH élevé des margines, à des composés phénoliques qui inhibent la germination ou à la salinité. D'après **Rannalli, 1999 et Tsagariki et al., (2007)**, les margines refferment des quantités importantes de sels minéraux, avec 80% d'entre eux étant solubles (tels que les phosphates, sulfates et chlorures) et 20% insolubles (comme les carbonates et silicates). Les éléments plus présents sont le potassium (47%), les carbonates (21%), les phosphates (14%) et le sodium. Selon **Morillo et al., (2009)** les margines peuvent agir comme des composants phytotoxique, inhibant la croissance et la germination des plantes et la croissance végétative.

Tableau 14: Taux de germination (%) des variétés Amar avec 100% des margines

Margine	C1	C2	C13	C4	C5	C6	C18	C9	C10	Témoin
TG (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87

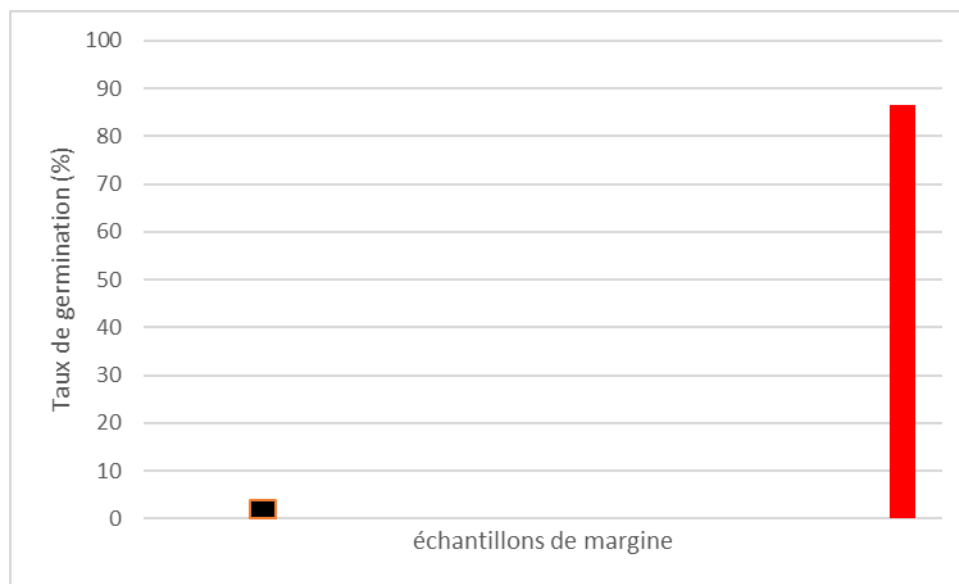


Figure 67: Le pourcentage de taux de germination de la variété Amar traité avec 100% des margines.

Tableau 15: Taux de germination (%) de la variété Simeto avec 100% des margines

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C8	C9	C10	Témoin
TG (%)	0	1	0	0	0	0	0	0	1	82

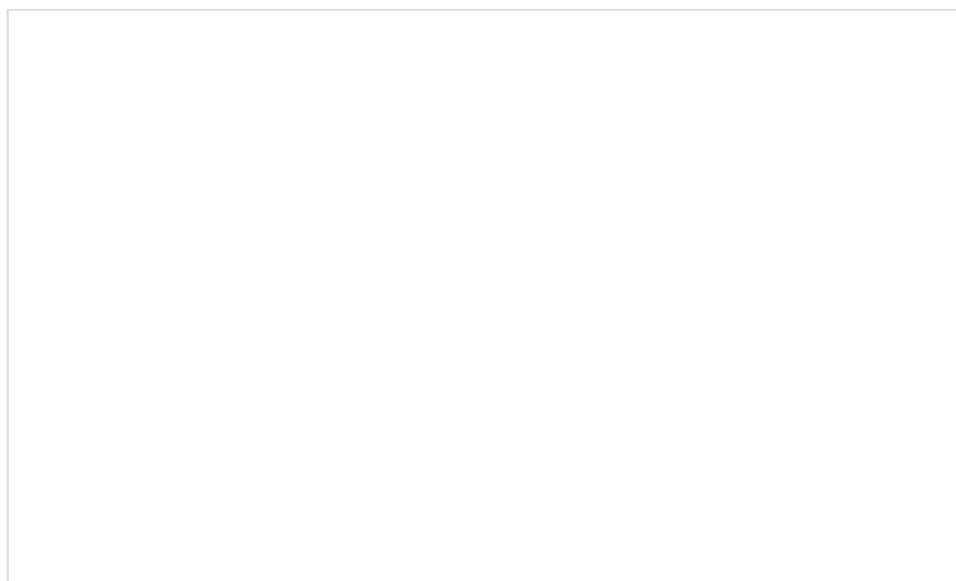


Figure 68: Le pourcentage de taux de germination de la variété Simeto traité avec 100% des margines.

Figure 69: Le pourcentage de taux de germination de la variété Simeto traité avec 100% des margines.

III.3.3 – Traitement avec une dilution de 50% des margines

Les résultats de taux de germination des deux variétés de blé dur (Amar et Simeto) irriguées par une dilution de 50% des échantillons des margines des différentes huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou ont été présentés dans les tableaux (16) et (17), les analyses des résultats montrent une variation de taux de germination des graines de blé dur traité avec des margines d'une moyenne comprise entre 1 jusqu'à 10,3 avec un pourcentage varié entre 28% et 68% pour la variété Simeto, et de 3 jusqu'à 12,3 pour la variété Amar avec un pourcentage varié entre 40% et 72%. La germination a été observée uniquement pour les margines (C1, C2, C10) cela nous a conduit à affirmer qu'il y a une différence des échantillons de margine. Selon (Firentino et al., 2003) la qualité et la quantité des margines dépendent de l'opération d'extraction de l'huile d'olive, de la variété d'olives, la saison de cueillette et du degré de maturation des fruits. Tandis que les boîtes de pétri témoins des deux variétés traitées avec l'eau distillée ont montré un taux de germination plus élevé avec une moyenne de 21,7 et un pourcentage compris entre 80% et 96%.

En comparant le taux de germination des graines de blé dur traitées avec des margines à 100% et celles traitées avec des margines diluées à 50% on constate que les graines traitées avec la dilution des margines à 50% affichent un taux de germination plus élevé. Cela s'explique par le fait que la dilution des margines a réduit leurs concentrations, ce qui influence positivement le taux de germination.

Tableau 16: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 50% des margines.

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C8	C9	C10	Témoin
TG (%)	28	49	0	0	0	0	0	12	87

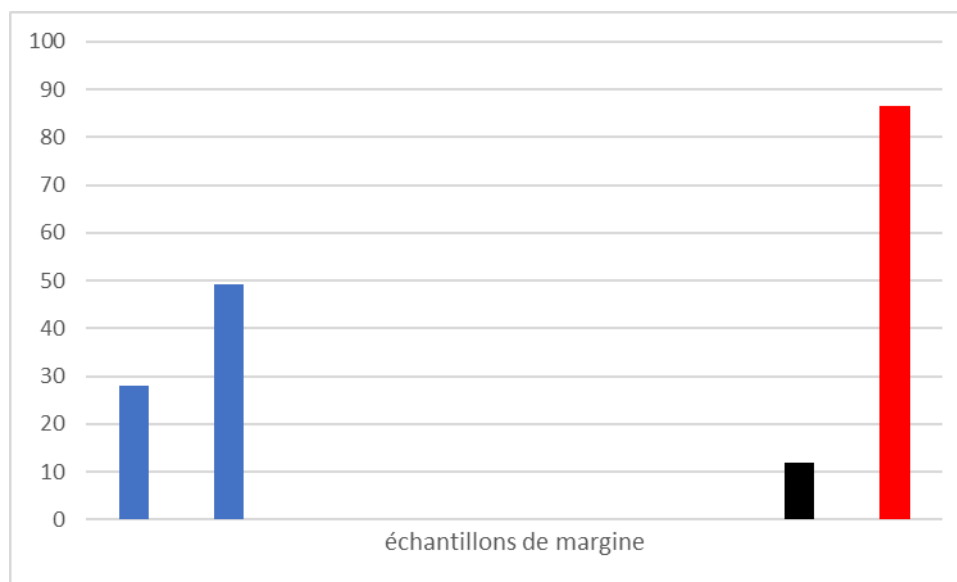


Figure 70: Taux de germination de blé dur variété Amar traitées par 50% des margines.

Tableau 17: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 50% des margines.

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C8	C9	C10	Témoin
TG (%)	4	37	0	0	0	0	0	41	47

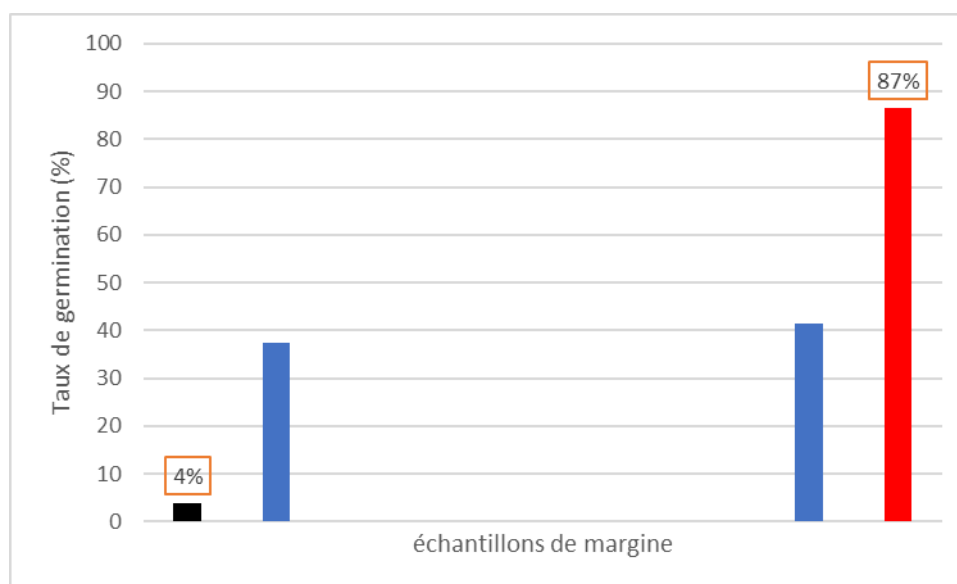


Figure 71: Taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées par 50% des margines.



Figure 72: Germination de quelques graines de blé dur variété Amar traitées par 50% des margines (C2)



Figure 73: Germinations de quelques graines de blé dur traitées par 50% des margines (C10)

III.3.4 – Traitement avec une dilution de 75 % des margines

Les résultats de taux de germination des graines de la variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines a été présenté dans le tableau (18) et la variété Simeto dans le tableau (19), les analyses des résultats montrent que y a une variation significative dans le taux de germination des graines de blé dur :

➤ **Variété Simeto**

- Un taux de germination élevé de 91%, compris les graines traitées avec les margines (C2).
- Un taux de germination moyenne compris entre 45% et 63%, pour les graines traitées avec les margines (C1, C4, C10).
- Un taux de germination faible varié entre 3% et 16%, compris les graines traitées avec les margines (C3, C8, C9).
- Pas de germination pour les graines traitées avec les margine (C5, C6).

➤ **Variété Amar**

- Un taux de germination plus élevé de 85% pour les graines traitées avec les margines (C2).
- Un taux de germination moyenne compris entre 37% et 47% pour les graines traitées avec les margines (C1, C3, C4, C10).
- Un taux de germination faible varié entre 1% et 7%, compris les graines traitées avec les margines (C8, C9).
- Pas de germination pour les graines traitées avec les margine (C5, C6)

Tableau 18: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines.

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C8	C9	C10
TG (%)	41	85	23	47	0	0	1	7	37

Témoin
87

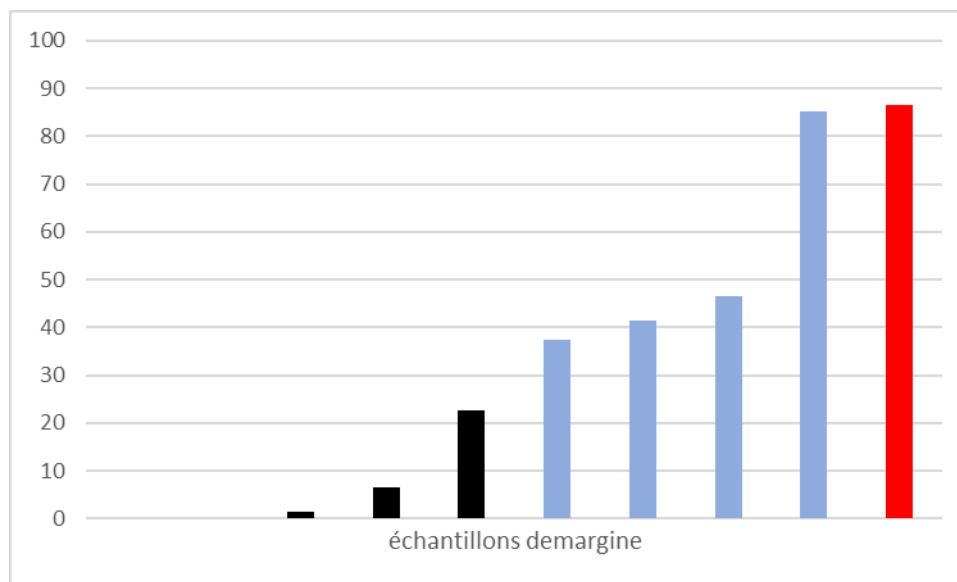


Figure 74: Taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines.

Tableau 19: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 75% des margines.

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C8	C9	C10	Témoin
TG (%)	51	91	8	63	0	3	16	47	87

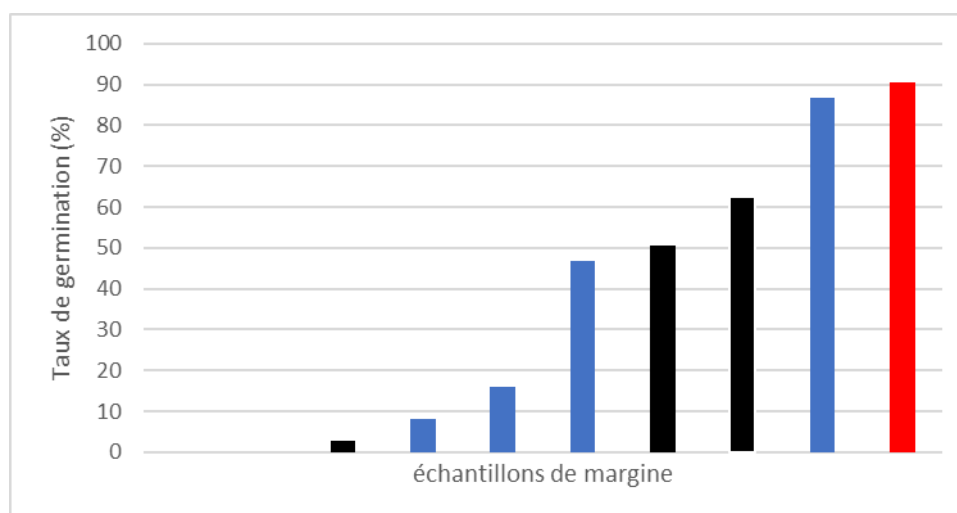


Figure 75: Taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 75% des margines.



Figure 76: La germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines (C1)



Figure 77: La germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 75% des margines (C10).

III.3.5 – Traitement avec une dilution à 90 % des margines

Les résultats statistiques de taux de germination des deux variétés de blé dur variété Simeto ont été présentés dans le tableau (20) et variété Amar dans le tableau (21), nous avons effectué une observation sur une période de 6 jours. La germination a été constatée dès le premier jour pour les deux variétés avec un pourcentage faible. À partir du troisième jour, la germination a commencé à augmenter, mais dès le quatrième jour, nous avons observé une diminution de taux de germination, accompagné d'une formation de moisissures blanches et grises sur les graines de blé.

L'analyse des résultats de taux de germination montrent :

➤ **Variété Simeto**

- Un taux de germination élevé de 89% pour les graines traitées avec les margines (C2).
- Un taux de germination moyenne compris entre 40% et 61% pour les graines traitées par les margines (C1, C3, C4).
- Un taux de germination faible de compris les graines traitées avec les margines (C10).
- Pas de germination pour les graines traitées avec les margines (C5, C8, C9).

➤ **Variété Amar**

- Un taux de germination maximal égale à pour les graines traitées avec les margines (C2).
- Un taux de germination minimal égale à pour les graines traitées avec les margines (C3).
- Pas de germination pour les graines traitées avec les margines (C5, C8, C9).

Nous avons observé qu'à partir du cinquième jour jusqu'au sixième jour, le taux de germination est devenu stable, sans augmentation supplémentaire, et que des moisissures se sont formées sur presque toutes les graines, y compris celles déjà germées.

Sur le plan expérimental, la formation de moisissures sur les graines peut être due à plusieurs facteurs selon (Vaquez et al, 1974) la richesse des margines en substances phénoliques entraîne l'inhibition et le développement des micro-organismes, notamment des bactéries et des champignons on peut affirmer que la dilution des margines à 10% a créé un milieu favorable pour le développement des champignons

Tableau 20: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Simeto traitées avec une dilution de 90% des margines

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C8	C9	C10	Témoin
TG (%)	61	89	40	51	0	0	0	25	43

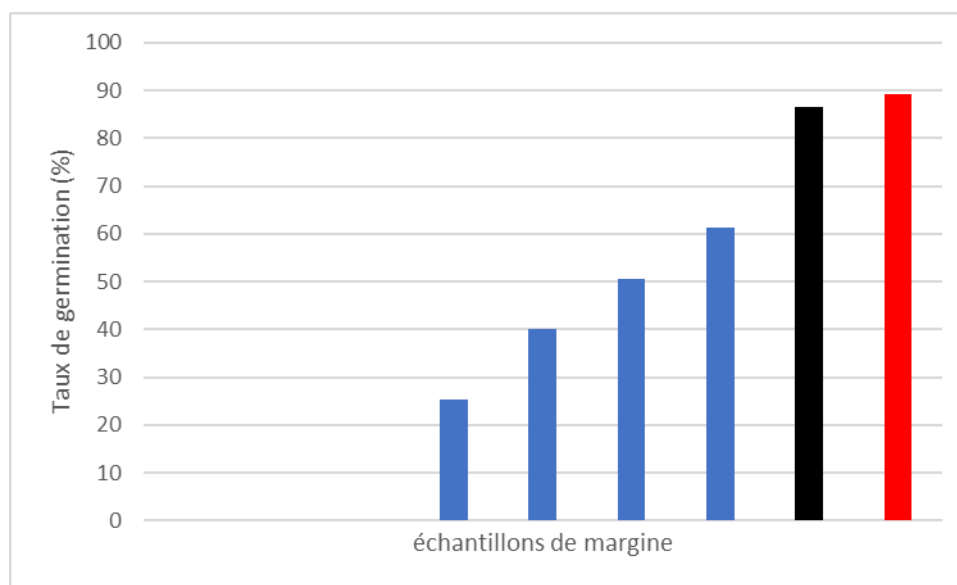


Figure 78: Taux de germination des graines de la variété Simeto traitées avec une dilution de 90% des margines.

Tableau 21: Pourcentage de taux de germination des graines de blé dur variété Amar traitées avec une dilution de 90% des margines

Margine	C1	C2	C3	C4	C5	C8	C9	C10	Témoin
TG (%)	29	61	28	29	0	0	0	41	57

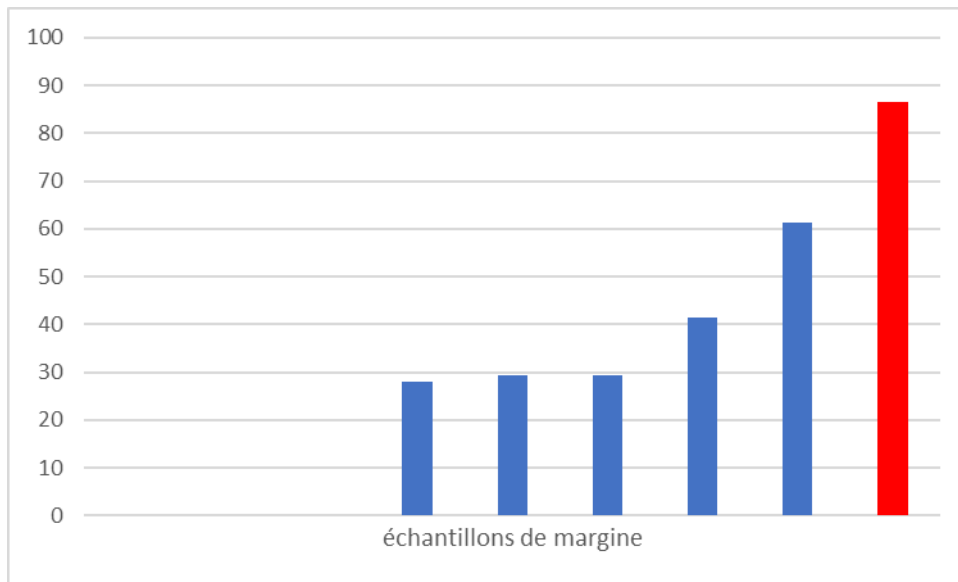


Figure 79: Taux de germination des graines de la variété Amar traitées avec une dilution de 90% des margine.



Figure 80: La germination des graines de blé dur traitées avec la dilution des margines à 90%

Figure 81: L'apparition de l'activité fongique sur les graines de blé dur variété Simeto

III.4 – Observations microscopiques des Champignons

Les résultats d'identification des champignons des boites de pétri contenant des graines de blé dur variété (Amar et Simeto) traitées avec la dilution des margines à 90% ont été présenté dans le tableau (). Parmi toutes les boites de pétri nous avons sélectionné 19 boites ou la contamination fongique était plus visible. L'analyse des résultats ont permis de :

- 47,4% des boîtes de pétri ont une contamination de champignon de type *Alternaria*, représentant celle traitées avec les margines (C4, C5, C9, C3, C10).
- 36,8% des boîtes de pétri ont une contamination de champignon de type *Penicillium*, représentant celle traitées avec les margines (C4, C5, C8, C3).
- 15,78% des boîtes de pétri ont une contamination de champignon de type *Aspergillus*, représentant celle traitées avec les margines (C9, C8, C3).

Tableau 22 : Natures des champignon identifiées dans des boîtes de pétri contenant des graines de blé dur variété Amar et Simeto traitées avec une dilution des margines à 10%.

A: *Alternaria*, **P:** *Penicillium*, **As:** *Aspergillus*

Boîtes de pétri	C4(1)	C5(1)	C5(3)	C9(3)	C3(2)	C3(1)
Champignon	A - P	A	P	As - A	P - A - P	A
Boîtes de pétri	C3(3)	C8(3)	C5(1)	C10(2)	C5(2)	C4(2)
Champignon						
Boîtes de pétri	C8(2)					
Champignon	P					

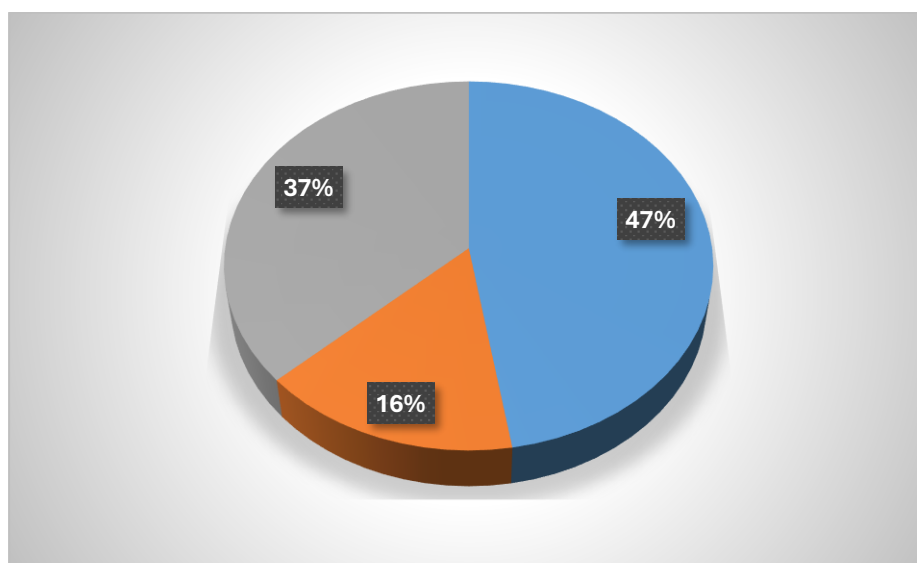


Figure 82: L'apparition de l'activité fongique sur les graines de blé dur

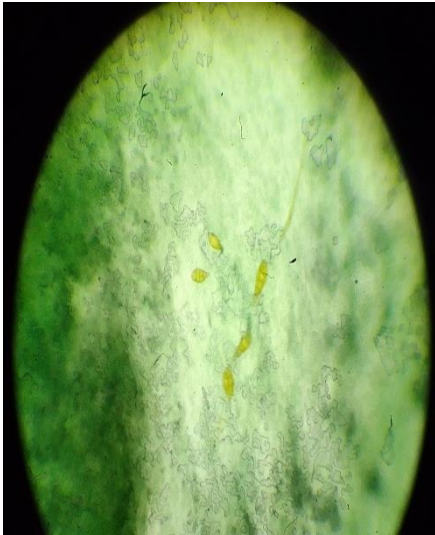


Figure 83: Observation microscopique de champignon Alternaria.

Figure 84: Observation microscopique de champignon Aspergillus.

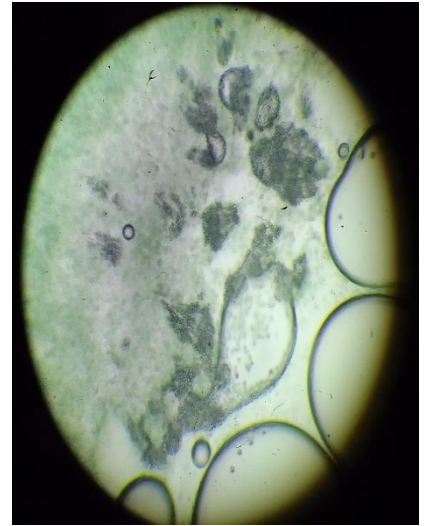
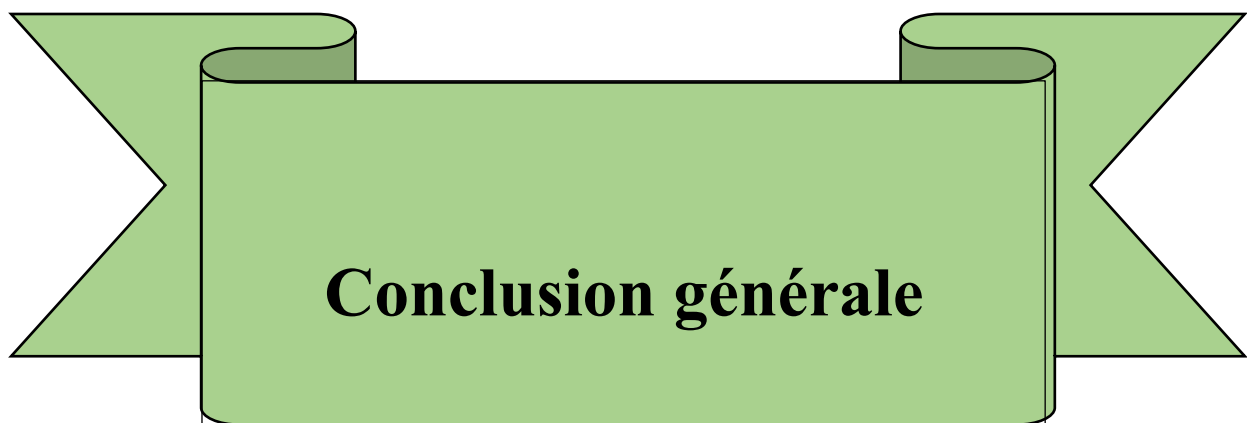


Figure 85: Observation microscopique de champignon Penicillium.



Conclusion générale

Conclusion générale

Notre expérimentation a pour objectif d'établir une caractérisation des sous-produits oléicoles grignons et margines provenant de différentes huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou en vue de leur valorisation, et étudier leurs effets sur la germination de blé dur. Les résultats obtenus ont révélé des informations significatives sur diverses caractéristiques des grignons et des margines.

Le taux d'humidité des grignons, avec des valeurs faibles allant de % à %, ainsi qu'un pH acide. Par ailleurs, 70% des grignons présentent une conductivité électrique (CE) faible (60 à 29,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$), tandis que 30% affichent une CE allant de 26,7 à 48,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les analyses des margines confirment la tendance acide et salée des grignons. Une variation des valeurs de pH des margines entre 7,4 et 9. Une conductivité électrique comprise entre 3,16 mS/cm jusqu'à 7,23 mS/cm. Ceci confirme, une forte concentration des sels solubles des margines et leur utilisation risque d'engendrer la salinisation des sols. Le résidu sec présent dans les margines est évalué en moyenne à 33,493 g/litre. Cependant une forte variation de PRS compris entre , cette variation peut être attribué à des déférentes facteurs tels que le mode d'extraction d'huile d'olive, la qualité des oliviers, le mode de stockage et les erreurs au cours de prélèvement de l'échantillon.

Dans le cadre de la mesure des effets des margines et des grignons, nous avons entrepris une expérimentation pour évaluer l'impact sur la germination des graines de blé dur.

Le premier test a mesuré les effets de l'extrait 1/5 de différents grignons sur les graines de deux variétés de blé dur **Amar** et **Simeto**. La variété Amar montre un taux de germination allant de % à 88%. La variété Simeto enregistre une moyenne de %. Nous relevons de cet essai que le taux de germination est lié à la nature du grignon et la variété.

L'approche méthodologique adoptée pour mesurer l'effet des margines sur la germination des graines de blé dur a pris en compte l'utilisation des margines brutes et aussi les margines après dilution. Ainsi, nous avons constaté que les margines brutes un taux de germination très faible pour les deux variétés variées entre % et %.

Les dilutions des margines effectuées entraînent automatiquement une amélioration du taux de germination, ainsi nous relevons qu'avec une dilution à 50% les taux de germination varient entre 28% et 68% pour la variété Simeto et entre 40% et 72% pour la variété Amar.

Une dilution à 75% la variété Simeto montre un taux de germination maximal égale à 91%, et un taux de germination minimal égale à 3%. Pour la variété Amar égale 85% et la minimale égale 1%.

Une dilution à 90% les résultats de traitement de la variété Simeto montrent un taux de germination élevé de 89%, et un taux de germination faible 25%. Le taux de germination le plus élevé de la variété Amar et de 61%, et le plus faible égal à 28%.

Nous avons observé durant notre expérimentation que la dilution des margines à 90% a créé un milieu favorable pour le développement des champignons. Nous avons sélectionné 19 boîtes où la contamination fongique était plus visible. Les observations au microscope révèlent que 47,4% des boîtes de pétri ont une contamination de champignon de type *Alternaria*, 36,8% de type *Penicillium* et 15,78% de type *Aspergillus*.

Pour la suite de ce travail, il serait pertinent d'élargir les analyses en allant au-delà des mesures de pH, de conductivité électrique, d'humidité et de point sec. Par exemple, il serait intéressant de mesurer la teneur en composés phénoliques présents dans les margines. Il est également essentiel d'analyser soigneusement les graines avant leur utilisation.

De plus, il serait recommandé de semer des graines déjà germées afin d'obtenir des résultats plus précis, et d'envisager l'utilisation d'autres variétés de blé pour comparer les effets.

Annexe 01 : Caractéristiques et origine des principales variétés de blé dur en Algérie

(Boufenar-Zaghouane & Zaghouane, 2006).

Variétés	Origine	Principales caractéristiques
Waha	Algérie	<p>Caractéristiques variétales :</p> <p>Paille courte et demi pleine, précoce,</p> <p>Résistante à l'oïdium et au piétin verse,</p> <p>Mieux adaptée aux régions arides et semi-arides, bonne productivité</p>
Vitron	Espagne	<p>Caractéristiques variétales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Semi-précoce de type hiver à tallage moyen avec un rendement en grain optimal de 60qx/ha et de poids de mille grains élève <input type="checkbox"/> Résistante au froid et sensible à la sécheresse <input type="checkbox"/> Tolérante à la verse <p>Caractéristiques technologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Assez résistante à la moucheture et au mitadinage.
Simeto	Italie	<p>Caractéristiques variétales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Semi-précoce de type hiver à tallage fort avec un rendement en grain optimal de 50qx/ha et de poids de mille grains moyens. <input type="checkbox"/> Tolérante au froid et sensible à la sécheresse. <input type="checkbox"/> Tolérante à la verse. <p>Caractéristiques technologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Assez résistante à la moucheture et de qualité très bonne.
GTA dur	Mexique	<p>Caractéristiques variétales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Précoce de type hiver à tallage fort avec un rendement en grain optimal de 50qx/ha et de poids de mille grains moyens, <input type="checkbox"/> Résistante au froid et à la sécheresse <input type="checkbox"/> Moyennement résistante à la verse. <p>Caractéristiques technologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Assez sensible à la moucheture et de qualité bonne.
Ammar 6	Algérie	<p>Caractéristiques variétales :</p>

		<input type="checkbox"/> Précoce de type hiver à tallage fort avec un rendement en grain optimal de 50qx/ha et un poids de mille grains élevés, <input type="checkbox"/> Résistante au mitadinage. Caractéristiques technologiques : <input type="checkbox"/> La qualité de la semoule est bonne
Oued elBared	Algérie	Caractéristiques variétales : <input type="checkbox"/> Précoce de type hiver à tallage fort avec un rendement en grain optimal : 52,83 qx /ha et de poids de mille grains élevés, <input type="checkbox"/> Tolérante au froid et à la sécheresse, <input type="checkbox"/> Résistante à la verse. Caractéristiques technologiques : <input type="checkbox"/> La qualité de la semoule est bonne.
Mohamed Ben Bachir	Algérie	Caractéristiques variétales : <input type="checkbox"/> Résistante au stress hydrique (système racinaire bien développé). <input type="checkbox"/> Rendement stable. <input type="checkbox"/> Paille haute. <input type="checkbox"/> Faible rendement.

Résumé

Cette étude évalue les caractéristiques des **margines** et des **grignons** d'olives échantillonnés des huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou et étudie leur impact sur la **germination** de deux variétés de **blé dur** (Amar 6 et Simeto). La méthodologie adoptée englobe trois volets : une enquête de terrain, des analyses de laboratoire et un **test de germination**.

La gestion des huileries présente plusieurs caractéristiques avec des risques d'impacts néfastes à l'environnement. Les analyses indiquent que le grignons et les margines ont des caractéristiques de Ph, de CE, l'humidité et des résidus sec assez variables d'une huilerie à une autre. Au stade de germination, la réponse des variétés de blé est influencée par la nature (pH, CE) des **grignons**, la nature des margines et des taux de dilution des margines. Le suivi de la germination révèle que les margines brutes (non diluées) induisent une très forte inhibition de la germination des deux variétés, tandis qu'une forte dilution (90%) favorise le développement de champignons pathogènes (*Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*).

Bien que ces sous-produits présentent un potentiel comme amendement organique riche en matière nutritive, leur utilisation agricole nécessiterait des tests de terrain avant application et probablement un prétraitement adapté et des dilutions contrôlées pour limiter leurs effets phytotoxiques et fongiques, particulièrement sur ces variétés cultivées en Algérie.

Mots clés : Grignons, margines, propriétés, blé dur, test de germination

Abstract

This study assesses the characteristics of olive pomace sampled in oil mills in the Tizi-Ouzou district and examines its impact on the germination of two durum wheat varieties: Amar 6 and Simeto. The adopted methodology is threefold: a field survey, laboratory analyses, and a germination test.

Oil mills management has a number of characteristics that are likely to negatively impact the environment. Analyses show that the pH, electrical conductivity (EC), humidity and dry residues of olive pomace and olive mill wastewater vary considerably from one oil mills to another. At the germination stage, wheat variety response is influenced by pomace characteristics (pH, EC), mill wastewater characteristics and dilution rates. Monitoring of germination shows that undiluted mill wastewater induces very strong inhibition of germination in both varieties, while high dilution (90%) favours the development of pathogenic fungi (*Alternaria*, *Penicillium* and *Aspergillus*).

While these by-products have the potential to be used as nutrient-rich organic amendments, their agricultural use would require field trials prior to application, as well as appropriate pre-treatment and controlled dilution to minimise their phytotoxic and fungal effects, particularly on these varieties grown in Algeria.

Keywords: olive mill wastewater, olive pomace, properties, durum wheat, germination test

Références bibliographiques

- **Abbassenne, H., Belhouchette, H., & Benmahammed, A. (1997).** Étude du remplissage du grain chez le blé dur. Institut Technique des Grandes Cultures.
- **Abida, A. (1999).** L'oléiculture dans le Maghreb : état des lieux et perspectives. Revue Maghrébine d'Agronomie.
- **Acevedo, E., Silva, P., & Silva, H. (1998).** Wheat growth and physiology. In B. C. Curtis, S. Rajaram, & H. Gómez Macpherson (Eds.), *Bread wheat : Improvement and production* (pp. 39–70). FAO.
- **Acevedo, E., Silva, P., & Silva, H. (2002).** Wheat growth and physiology. FAO.
- **AFIDOL, France, 2012** L'Association Française Interprofessionnelle de l'Olive (AFIDOL) publie régulièrement des documents techniques
- **Aissam H., Errachidi F., Merzouki M., Benlemlih M. 2002,** Identification des levures isolées des margines et étude de leur activité catalase, Cahiers de l'Association Scientifique Européenne pour l'Eau et la Santé, 7,23-30.
- **Aissam H., 2003** Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase, Thèse de doctorat national, Université sidi mohamed ben abdellah. Fes, 34.
- **Ait Slimane, A., & Ait Kaki, S. (2008).** Comportement de différentes variétés de blé dur vis-à-vis de la sécheresse [Mémoire de fin d'études, Université de Blida].
- **Ajmia Chouchene.** Etude expérimentale et théorique de procédés de valorisation de sous-produits oléicoles par voies thermique et physico-chimique. Alimentation et Nutrition. Université de Haute Alsace - Mulhouse, 2010. Français. ffNNT : 2010MULH4891ff. fftel-00703759f.
- **AKINSANMI, O.A., MITTER, V., SIMPFENDORFER, S., BACKHOUSE, D., ANDERSEN, B., KROGER, E., ROBERTS, R. G. (2002).** Chemical and morphological segregation of *Alternaria Arborescens*, *Alternaria Infectoria* and *Alternaria Tenuissima* species-groups. *Mycological Research*. Vol 16,170-180p.
- **Alloum D. (1974).** L'oléiculture Algérienne. Options méditerranéennes, n°24. pp :45-48.
- **Al-Malah K., Azzam M.O.J., Abu-Lail N.I. 2000.** Olive mills effluent (OME) wastewater posttreatment using activated clay. *Separation and Purification Technology*, 20, 225-234.
- **Amoretti, M. C., & Comet, G. (1985).** Le livre de l'olivier. Aix-en-Provence : Edisud.
- **Amrane T et Belkacemi T. 2017** Valorisation de résidus agricoles par la culture d'une souche locale d'un champignon comestible. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, P. 09.
- **Aouali S. et Douici-Khalfi A., 2013.** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC. P 8-36.
- **Aoukli M N et Chetouhe S, (2019).** Etude qualitative des huiles d'olives de la région de Djaafra. Mémoire de Master 2 : Qualité des produits et sécurité alimentaire. Univ B.B.A ; pp 11-22.
- **Aparicio R et Harwood J, (2013):** Handbook of olive oil, Analysis and properties 2 nd edition, Springer, New York, p774.
- **Arnold A., E. 2001.** Fungal endophyte in neotropical trees: abundance, diversity and ecological interactions. In *tropical ecosystems: structure, diversity and human welfare*, ed. K. N. Ganeshiah, R. Uma shaankeer and K.S. Bawa, pp.739_745. New Delhi: Oxford and IBH Publishing.

- **Atmane S., et Bareche R.** Elaboration et caractérisation d'un matériau composite à base de PVC et de grignon d'olive local. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou. 2017, p.14-15.
- **Bachir Bey, M., Aissani, N., & Toumi, K. (2015).** Effet de la contrainte hydrique sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Revue Agriculture*, 6(2), 45–54.
- **Baldy, C. (1984).** Phytotechnie générale : bases scientifiques et techniques de la production végétale. Tec & Doc Lavoisier.
- **Bartolozzi F., Fontanazza G., 1999** ; Assessment of frost tolerance in olive (*Olea europaea* L.).*Sci. Hort.*, 81 : 309319.
- **Bebba, Z. (2011).** Comportement phénologique de quelques variétés de blé dur sous stress hydrique [Mémoire de Master, Université de Batna].
- **BELAID D., 2015.**Cultures des céréales en Algérie : aspects techniques et économiques pp24-394 .
- **Belaid, A. (1987).** Le blé dur dans les régions semi-arides. CIHEAM.
- **BELKEBIR Z ;(2007)** : Valorisation des déchets agro-alimentaires, cas des grignons d'olives. Mémoire de Magister. Université de Boumerdes
- **BEN BELKACEM., 1993.**La recherche variétale sur le blé en Algérie, revue céréalier N°26, ITGC, Alger ,28 p.
- **Benchikh, K. (2015).** Influence des facteurs climatiques sur les stades phénologiques du blé tendre dans la région de Sétif [Mémoire de Master, Université Ferhat Abbas Sétif 1].
- **Benderradji L., Bouzerzour H., Ykhlef N., Djekoun A., Kellou K., Bensemmane A., 2009.** L'oléiculture Développons le secteur de l'Huile d'Olive.
- **Benhassen, M. (2018).** Le rôle stratégique du blé dans la sécurité alimentaire en Algérie. *Revue de l'Agriculture*, 15(2), 56-69.
- **Benhayoum, A., & Lazzeri, A. (2007).** Étude sur la filière oléicole en Méditerranée. Institut Agronomique Méditerranéen.
- **Benhayoun G, LAZZERI Y. 2007.** L'olivier en méditerranée du symbole à l'économie. Paris : L'HARNATTAN, 135p.
- **Benhayoun G, LAZZERI Y.** L'olivier en méditerranée du symbole à l'économie. Paris : L'HARNATTAN, 2007, 135p.
- **Bouajila K., Ellefi K., Taamallah H., 2015.** Valorisation des margines pour améliorer la qualité des sols dans les zones arides Tunisiennes. *Algerian Journal of AridEnvironment*, 5, 92-105.
- **Bouamra, M., et al. (2021).** Les nouvelles technologies agricoles et leur impact sur la production de blé en Algérie. *Journal of Agricultural Science*, 19(4), 120-132.
- **Boudoukhana H, 2008.**Impacts des margines sur les eaux de Oued BOUCHTATA (wilaya de Skikda). Mémoire de Magister, département des sciences
- **Boufnar-Zaghouane, F., Zaghouane, O. (2006).** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC, ICARDA, 154 p.
- **Boukhari R, 2014.** Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Magister, U.A.B.B. Tlemcen.188 pages
- **Boulal H ,Zaghouane O, EL Mourid M, Rezgui S. (2007)** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie ;Tunisie , Maroc), 176p.

- **Boulal, A., Bouaziz, A., & Haddad, A. (2007).** Développement et croissance du système racinaire chez le blé dur en conditions semi-arides. *Revue Agronomie & Développement Durable*, 3(1), 41–48.
- **Boulal, H., et al. (2007).** Étude morphologique et agronomique du blé dur au Maroc.
- **Boulal, H., Karrou, M., & Mrabet, R. (2007).** Gestion de la fertilité des sols dans les systèmes céréaliers au Maroc [Monographie INRA]. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Rabat.
- **BOUZERZOUR H., ABBAS K., BENMAHAMME., D A., 2003.** Evaluation des besoins de la biodiversité importante pour l’agriculture. Cas des céréales, des légumes secs, et des en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l’utilisation durable plantes fourragères et pastorales’. *Projet ALG/97/G31 PNUD, Alger* p42.
- **Bozzini, A. (1988).** Origin, diffusion and improvement of cultivated wheats. In: E. Porceddu, A. Damania (Eds.), *Wheat Breeding at CIMMYT, Mexico*.
- **Breton, C. (2006).** Reconstruction de l’histoire de l’olivier et de son processus de domestication en région méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, 32(1), 92–94.
- **Breton, C. (2010).** De l’olivier sauvage à l’olivier cultivé : Adaptation et amélioration de l’olivier. *Innovations Agronomiques*, 9, 1–14.
- **Breton, C., & Bervillé, A. (2015).** Histoire de l’olivier. Éditions Quae.
- **Cabrera, F. et al. (2014).** "Impact of olive mill wastewater on soil properties." *Journal of Environmental Quality*.
- **CAMPS-FARBER H., 1974.** L’olivier et son importance économique dans l’ Afrique antique. L’olivier. Paris : CIHEAM (Options méditerranéennes n°24). Pp : 21-28.
- **CAVAILLES H., 1938.** L’olivier dans le bassin méditerranéen. In : *Annales de Géographie.*, t. 47, n°270. pp. 617-620.
- **Celine I., Justino L., Pereira R., Ana C. Freitas Teresa A. P. Rocha-Santos, Teresa S. L, 2012.** Panteleitchouk Armando C. Duarte, Olive oil mill wastewaters before and after treatment: a critical review from the ecotoxicological point of view. *Ecotoxicology*, 21, 615-629.
- **Chaari, L., Elloumi, N., Mseddi, K., Rouina, B. B., & Mechichi, T. (2015).** "Effects of olive mill wastewater on soil nutrients availability." *Journal of Environmental Management*, 161, 308-315.
- **Chimi H, (1997) :** Sous-produits de la transformation et de traitement des margines, Cours international sur l’amélioration de la qualité de l’huile. pp11-30.
- **Clarke, J.M., DePauw, R.M., & Fernandez, M.R. (2002).** Durum wheat improvement in Canada. *Cereal Research Communications*, 30(3-4), 257–264.
- **COI (14-10-2013).**
- **Conseil Oléicole International (C.O.I) (1998).** L’Olivier, l’huile, l’olive - Madrid / Espagne
- **Conseil Oléicole International (COI), (2020).** Production mondiale d’huile d’olive
- **Conseil Oléicole International (COI). (2000).** Le marché mondial de l’huile d’olive. *Olivae*, 102, 14–16.
- **Conseil Oléicole International (COI). (2015).** Norme commerciale applicable aux huiles d’olive et aux huiles de grignons d’olive.
- **Conseil Oléicole International (COI), 1998.** L’olivier, l’olive, l’huile. Pp : 1-18.

- **Cresti M., Linskens H. F., Mulcahy D. L., Bush S., Di Stilio V., Xu M.Y., Vignani R., Cimato A., 1996.** Preliminary communication about the identification of DNA in leaves and olive oil of *Olea europaea*. *Adv. Hort. Sci.*, 10: 105-107.
- **Culot M., Lebeau S., 2000.** Compostage, une gestion inconnue des déchets, FUSAGx, Coopération Régionale pour le développement des productions horticoles en Afrique, Bulletin de liaison numéro 17.52-66.
- **DERMECHE S., NADOUR M., LARROCHE C., MOULTI-MATI F. and MICHAUD P. (2013).** Olive mill wastes: biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochem.*, 48, 1532-
- **Diaz A., Rallo P., De la Rosa R., 2006.** Self- and cross-incompatibility mechanism: a strategy to ensure high variability in olive populations. *Olea*, 25: 29-35.
- **Domarkienė R., Šarkinas A., Butkutė B. (2023).** Endophytic fungi in cereal seeds: Diversity, vertical transmission and potential role. *Agronomy*, 13(1): 117.
- **El Abdouni, A., Haboubi, C., El Bastrioui, M., El Ahmadi, K., El ALaoui, H., Achoukhi, I., El Hammoudani, Y., Dimane, F., & Haboubi, K. (2024).** Valorizing Olive Oil Mill Wastewater: Transforming Waste into Natural Soaps.
- **El Alami B. (2000).** Contribution à l'étude de l'activité anti-oxydante de la fraction phénolique des margines. Mémoire de 3ème cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. p 93
- **El Hajjouji, H. et al. (2008).** "Olive mill wastewater discharge in rivers: Impact on benthic macroinvertebrates." *Water Research*.
- **Erraki, S., El Mourid, M., & Karrou, M. (2005).** Exigences hydriques et nutritionnelles de l'olivier en climat semi-aride. *Projet INRA*.
- **Fabbri A., Benelli C., 2000.** Flower bud induction and differentiation in olive. *J. Hort. Sci. Biotech.*, 75: 131-141.
- **Fakherdine N, El Hajjouji H, Ait Baddi G, Revel J.C, Hafidi (2006).** Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformation during aerobic digestion of olive mill waste-waters. *Journal processus Biochemistry*, 41 :398-404.
- **FAO. (2012).** Stratégie et politique agricole, l'olivier : Contraintes et potentialités. FAO.
- **FAO. (2023).** Rapport sur la production et la consommation de blé dans le monde. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- **FAO. (2023).** Rapport sur la production et la consommation de blé en Afrique du Nord. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
- **Faostat-FOO. (2001).** Base de données agricoles. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **Fedeli, E., & Camurati, F. (1981).** Valorisation des margines et des grignons épuisés par récupération de quelques composants. In : Séminaire International sur la Valorisation des Sous-Produits de l'Olivier. PNUD/FAO/COI, Monastir, Tunisie, décembre 1981, pp. 34–37.
- **FEILLET, P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation: Mieux comprendre. Paris, France : Edition INRA, 308p.
- **Fouin J., Sarfati C. (2002).** Le guide des huiles d'olive. Editions du Rouergue. 335p.
- **Fritas, M. (2012).** Étude de la maturation du blé dans différentes conditions agro-climatiques. *Cahiers Agricultures*, 21(3), 155–162.
- **Gallais, A., & Bannerot, H. (1992).** Amélioration des plantes. INRA.

- **Gallery R. E., Dalling J. W. and Arnold A. E. 2007.** Diversity, host affinity, and distribution of seed-infecting fungi: a case study with *Cecropia*. *Ecology*. 88: 582-5.
- **Galli E, Pasetti L, Volterra E, Tomati U. (1994).** Compost from olive processing industry waste waters. *Congresso Internazionale, L'apporoccio Integrato della Moderna Biologia: Uomo, Territorio, Ambiente*, 1, 22-25. Vieste (FG). 22-25 Settembre Italia.
- **Gate, P. (1995).** *Ecophysiologie du blé*. Lavoisier.
- **Gernjak, W. et al. (2004).** "Toxicity of olive mill wastewater to biological treatment processes." *Journal of Hazardous Materials*.
- **Giancarlo R.(2002)** :identification des solitionséco-compatible et ècononiqment soutenables pour la volorisation des rèsidus de l'huile d'olive et laruduction de l'enpactenvivental dans les règions de Fès /Mekhnès et marakache . 38p.
- **GODON, B., LOISEL, W. (1997).** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Edition Technique et Documentation Lavoisier. Paris, 819 p.
- **GOUCEM., 1997 ;** La diversité oléicole algérienne, Edit Maison de livre, Algérie. PP : 100.
- **Hacini N, 2014 :** Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de adaptatives et qualitatives"" , Thèses de doctorat, département de biologie, Université l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur les aptitudes BADJI Mokhtar de Annaba.
- **Hamadache, R. (2013).** Contribution à l'étude des potentialités agronomiques de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en région semi-aride. Thèse de doctorat, Université de Tiaret, Algérie.
- **Hamadache, R. (2013).** *Physiologie du blé dur*. Université de Constantine.
- **Hamdi M, Ellouz P. (1993).** Treatment of detoxified olive mill wastewater by anaerobic fluidized bed process. *Journal Environmental Technology* .14 :183-188.
- **Hennouni, F. (2012).** Effet de la densité de semis sur le développement du blé dur en conditions semi-arides [Mémoire de Master, Université de Tiaret].
- **Henrys, 2003 ;** L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Diplôme d'état de docteur en pharmacie, faculté de pharmacie, université HENRI POINCAR-NANCY 1, 82 p.
- **Herbek, J. H., & Lee, C. D. (2009).** *Wheat growth and development*. University of Kentucky Cooperative Extension.
- **Himour S., 2006.** Etude comparée de régénération de plants par voie végétative en culture in vitro.Mémoire de Magister en en biologie et physiologie végétale, Univ. Mentouri, Constantine, 92p.
- **ITAF. (2013).** Monographie technique de l'olivier. Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière, Algérie
- **Jail A., Boukhoubza F., Nejmeddine A., Sayadi S., Hassani L, 2010.** Co-treatment of olive-mill and urban wastewaters by experimental stabilization ponds. *Journal of Hazardous Materials* 176, 893-900.
- **Jones, R. (2021).** L'économie mondiale du blé : défis et opportunités. *Agricultural Economics Review*, 45(1), 78-92.
- **JOUANY, J. P., YIANNIKOURIS, A. (2002).** Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *INRA Productions Animales*, 3-16p.

- **Kalogirou, E., & Birba, A. (2014).** Olive mill wastewater treatment: à critical review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 89(2), 155-189.)
- **Karrou, M., Boutfirass, M., & Benjelloun, S. (1998).** Réponses des cultures aux stress hydriques. INRA Maroc.
- **Knupp G, Rücker G, Ramos-Cormenzana A, Garrido Hoyos S, Neugebauer M, OssenkopT. (1996).** Problems of identifying phenolic compounds during the microbial degradation of olive mill waste water. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 38, 277-282
- **La Dépêche de Kabylie** le journal des homme libres, Sidi Aïch, 2020
- **Labdaoui djamel ; 2017.Impacts** socio-économique et environnemental du modele d'extraction des huiles d'olives à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie). Thèse de doctorat : Technologie agro-alimentaire .Université de Mostaganem, pp 22-31.
- **Lahouar A. (2016).**- Mycotoxines et champignons mycotoxinogènes dans les grains de sorgho commercialisé en Tunisie : Incidence et profils écophysiologicals. Thèse de Doctorat, 225p. ISBM, Tunisie.
- **Leva A., Petruccelli R., Montagni G., Muleo R., 2002.** Field performance of micropropagatedolive plants (cv. Maurino): morphological and molecular features. *Acta. Hort.*, 586: 891-893.
- **Lipshitz N., Gophna R., Hartman M., Biger G. (1991).** The beginning of olive (*Olea europaea*) cultivation in the old world : a reassessment. *J. Arch. Sci.* 18, 441453.
- **Liu-Ji, H. 2016.** Bioherbicides fongiques : recherche de champignons telluriques à action pathogène sur les semences d'adventices. *Sciences agricoles*. Dumas-01405164.
- **Longnecker, N., Kirby, E., & Robson, A. (1993).** Leaf emergence and tillering in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 44(5), 1185–1201.
- **Loulan py, Thelier Y, 1987.**Procédé et dispositif de traitement par fermentation méthanique des eaux résiduares lipidiques, Brevet français, 2620439
- **Luc, G. (1996).** L'huile d'olive : composés phénoliques et propriétés biologiques. *Revue Française des Corps Gras*, 43(2), 107–114.
- **MADR. (2022).** Plan national de développement de la culture de blé en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- **MAGAN, N., HOPE, C.V., ALDRED, D. (2003).** Post – harvest fungal ecology: Impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *Euro. J. Plant. Pathol* 109, 723-730p.
- **MATHEW, S., THOMAS, G., TUFAIL, A. (2011).** An Evaluation of the fungi isolated from sub-epidermal region of post-harvested stored wheat grains. *Nepal Journal of Biotechnology*.,Vol 1, 9-13p.
- **Meddad A., 2010.** Les mycorhizes de l'olivier (*Olea europa L.*) Aspect écologiques, effet sur Mokhtar, Annaba, 116p.Mediterranean". *Agriculture and Human Values* ; 20 :87- la croissance et exploitation en pépinière. Thèse Doct. En biologie végétale. Univ Badji 95.méditerranéenne. Ed.G.P. Maisoneuve et larose. 437p.
- **Mekki, A., Dhouib, A., & Sayadi, S. (2013).** "Review: Effects of olive mill wastewater application on soil properties and plants growth." *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1), 15.

- **Mendil M ; Sebai A ; 2006.** Catalogue des variétés Algériennes de l'olivier. Observatoire national de la filière oléicole. Institut technique de l'arboriculture et de la vigne,92p
- **Mendil M. (2009).** L'oléiculture : Expériences algériennes. Filaha Innove, 1111, 4762, p 06.
- **MINER J.M.M., 1995.** L'huile d'olive, un luxe quasi éternel. Revue Olivae N°59 décembre 1995. Pp36-37.
- **Morillo J. A., Antizar-Ladislao B., Monteoliva-Sánchez M., Ramos-Cormenzana A., Russell N. J. 2009.** Bioremediation and biovalorisation of olive-millwastes. Applied Microbiology Biotechnology,82 : 25–39p.
- **Moule, J. (1971).** Développement végétatif et reproducteur chez les céréales.
- **Nadour M, (2015).** Extraction, caractérisation des polysaccharides et des polyphénols issus des sous-produits oléicoles, valorisation des polysaccharides à visée alimentaire. Thèse de doctorat : Biochimie appliquée et Biotechnologie. Univ de Tizi-Ouzou, pp 17-20.
- **Nasini, L. et al. (2013).** "Olive mill waste effects on soil carbon sequestration." *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
- **NEERGAARD, P. (1977).** Seed pathology.Vol1. MacMillan, 1187p
- **Nefzaoui A., 1991.** Valorisation des sous-produits de l'olivier, CIHEAM-Options
- **Nefzaoui A, 1991** « Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits option méditerranéennes série séminaire N° 16, P101-108, Ecole supérieure d'horticulture Sousse, Tunisie
- **Nefzaoui A. 1984.** Importance de la production oléicole et des sous-produits de l'olivier. Etude de l'utilisation des sous-produits de l'olivier en alimentation animale en Tunisie. Étude FAO production et santé animales, 43.
- **Nefzaoui, A. (1991).** Valorisation des sous-produits de l'olivier. Options Méditerranéennes. Série A. Séminaires Méditerranéens, p ; 101-108.
- **Newcombe G., Harding A., Ridout M., Busby P.E. (2014).** A Hypothetical Bottleneck in the Plant Microbiome. *Frontiers in Microbiology*, 5: 242.
- **Obeid H, Allen M, Bedgood D, Prenzler P, Robards K, Stockman R. (2005).** Bioactivity and analysis of biophenols recovered from olive mill waste. *Journal of agricultural Food Chemistry*. 53 : 823-837.
- **ONS. (2024).** Statistiques de la production agricole en Algérie. Office National des Statistiques.
- **Ouanzar S. (2012)** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Magistère, Université Ferhat Abbas Setif, 70p.
- **Ouanzar, R. (2012).** Étude de la croissance et du développement de variétés locales de blé [Mémoire de Master, Université de Mostaganem].
- **Pagnol J., 1975.-** L'olivier. Ed. Aubbanel, 95p.
- **Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., & Bernal, M. P. (1999).** "Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes." *Bioresource Technology*, 67(2), 111-115.
- **Piacquadria P., De Stefano G. et Sciancalepore V. 1998.** Quality of virgin olive oil extracted with the new centrifugation system using a two-phase decanter. *Lipids*, 100: 472-74.

- **Porter, J., et al. (2022).** Les effets du changement climatique sur la production mondiale de blé. *Environmental Agriculture Journal*, 12(3), 201-215.
- **Ranalli A. (1991).** L'effluent des huileries d'olive : propositions en vue de son utilisation et de son épuration. Références aux normes italiennes en la matière. *Journal Sciences et Techniques*.37 :30-39
- **Rémi, Ch. 1997.** Identifier les champignons transmis par les semences. INRA. Technique et pratique : 400p.
- **Repussard C., Zbib N., Tardieu D., Guerre P.(2013).** Les champignons endophytes du genre *Neotyphodium* et leurs toxines : généralités et problématique française. *Revue Méd. Vét.* 164, 12, 583-606.
- **Robert, P. H., Lecomte, C., & Bouchet, A. (1993).** Le blé dur et sa culture. Edition Quae.
- **Roig, A., Cayuela, M. L., & Sánchez-Monedero, M. A. (2006).** "An overview on olive mill wastes and their valorisation methods." *Waste Management*, 26(9), 960-969.
- **Rugini E., Gutierrez-Pesce P., Spampinato P. L., Ciarmiello A., D'Ambrosio C., 1999.** Newperspective for biotechnologies in olive breeding: morphogenesis, in vitro selection and genetransformation. *Acta. Hort.*, 474: 107110.
- **RuginiE., Guti´errez-Resce P., Muleo R., 2006.** Overview in the olive biotechnologies. Proc. 2ndInt. Seminar Olivebioteq 2006, Special Seminars and Invited Lectures. Marsala -Mazara del Vallo,Italy, pp. 317329.
- **Saad D., 2009.** Etude des endomycorhizes de la variété Sigoise d'olivier (*Olea europa L.*) et essai de leur application à des boutures semiligneuses multipliées sous nébulisation. Mémoire de Magister, Univ. D'Oran, Es -Sénia, 124p.
- **Saadi, I. et al. (2007).** "Land spreading of olive mill wastewater: Impacts on soil microbial activity." *Environmental Pollution*.
- **SADOUDI M., 1996 ;** Production et commercialisation de l'huile d'olive en Algérie,Ministère de l'agriculture et de la pêche, 13p, 24p.
- **Sahraoui H., Jard A., Melloul H.J. 2012.** Epandage des margines sur les sols agricoles, impacts environnementaux microbiologiques. *Afrique science* ,08(1) 97- 106
- **Saikkonen K., Helander M. and Faeth S. H. 2004.** Fungal endophytes: hichhikers of the green world. In : Gillings M. and Holmes A. J.(eds). *Plant microbiology*. Garland Science. pp. 81-101.
- **Saikkonen K., Wali P. R. and Helander M. 2010.** Genetic compatibility determines endophyte-grass combinations. doi:10.1371/journal.pone.0011395.
- **SEKOUR B. (2012).** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge par ajout des plantes végétales Université MHAMED BOUGARA BOUMERDES.
- **Senequier A., Canard B. 2016.** les champignons endophytes : impact sur les ecosystemes et production de molecules d'interet therapeutique.HAL.
- **Sicuro, B., Addis, P., Cossu, R., Lai, A., Maccioni, A., Melis, R., & Pagnozzi, D. (2010).** Effects of olive mill wastewater (OMW) polyphenols on growth, digestibility, haematology and endocrine parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 16(4), 407–416
- **Smith, A., et al. (2019).** L'importance du blé dans l'industrie alimentaire mondiale. *Food Industry Quarterly*, 18(4), 130-142

- **Soltner, D. (1999).** Les grandes productions végétales. Tome 1. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 17e édition. Angers : Sciences et Techniques Agricoles.
- **Tabuc C. (2007).**- Flore Fongique de Différents Substrats et Conditions Optimales de Production des Mycotoxines. Thèse de Doctorat, 190p. INPT-UB, France.
- **Tchouar A et Selka S, (2014).**Contribution à l'étude physico-chimique et organoleptique de deux huiles d'olive d'extraction traditionnelle et industrielle de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de master : Amélioration de la production végétale et biodiversité. Univ Tlemcen, pp32-45.
- **Terral, J.-F., Ivorra, S., & Sauvage, C. (2014).** On the origins and spread of *Olea europaea* L. (olive) domestication. *Vegetation History and Archaeobotany*, 23(6), 567–575.
- **Tomati U, Galli E. (1992).** In *Humus, its structure and role in agriculture and environment*, Kubat J. Ed. Elsevier, London. 117-126
- **TSIMOGIANNINS,D.I.,OREOPOULOU,V.(2006).** THE CONTRIBUTION OF FLAVONOID FOR THE 3',4'-HYDROXY SUBSTITUTED MEMBERS.INNOVAT FOOD SCI EMERG C-RING ON DPPHFREE RADICAL SCAVENGING EFFICIENCY.AKINETIC APPROACH TECH,7:140-146.
- **USDA (United States Department of Agriculture). (2024).** EU Olive Oil Production Update 2024. GAIN Report Number PO2024-0004. Foreign Agricultural Service.
- **Vazequez R.A. (1978)** Les polyphénols de l'huile d'olive et leur influence sur les caractéristiques de l'huile, *Revue française des corps gras*, 25 (1), 21-26.
- **Villa, P. (2003).** L'huile d'olive : du fruit à la santé. Éditions Quae.
- **Walid, M., El Antari, A., Msatef, Y., & Bouaziz, A. (2003).** Phénologie de l'olivier et conduite de la culture. INRA Maroc.
- **Wardlow, I. F. (2002).** Environmental and physiological determinants of grain yield in wheat. *Field Crops Research*, 32(3), 347–357.
- **Yaakoubi A., Chahlaoui M., Rahmani M., Elyachioui et Y. Oulhote. 2009.** Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. *Agrosolutions*, 20(1) 20 -43.
- **Zghari B., Benyoucef F., Boukir A. 2018.** Impact environnemental des margines sur les eaux d'Oued Oussefrou : caractérisation physico-chimique et évaluation par chromatographie gazeuse couplée a la spectrométrie de masse (CPG-SM) *Am. J. innov. res. appl. sci.*7(4) 276-291.
- **Zillinsky F.J., (1983):** les maladies des céréales à paille. Guide d'identification. Eds. CIMMYT. Mexico. 142