



REPUBLIQUE ALGERIENNE DE MOCRATIQUE ET POPULAIRE



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté Des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département Des Sciences Agronomiques

MEMOIRE

Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme de Master académique

Spécialité : Production végétale

Thème

**Effets des sous-produits oléicoles
sur la culture du maïs.**

Présente par : M^{elle} kessi Aldjia et M^{elle} kichou Lilia.

Devant le jury composé de

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

Date de soutenance : ... / ... / ...

2024/2025

Remerciement

Louange à Dieu, Le Très-Haut, Le Tout-Puissant, qui nous a offert la patience, la force et la santé nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur, Monsieur CHERFOUH R., pour son encadrement précieux, sa disponibilité constante, ses conseils éclairés et sa rigueur scientifique, qui ont grandement contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent également à Monsieur MERROUKI K., président du jury, pour l'intérêt qu'il a porté à notre travail, ainsi qu'à Monsieur DAOUDI L., examinateur, pour ses remarques pertinentes et enrichissantes.

Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements à nos familles, KICHOU, KESSI pour leur amour, leur soutien moral et leurs encouragements constants tout au long de notre parcours universitaire.

À toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail, nous disons merci.

Dédicaces

À ma famille, qui représente tout pour moi. Merci d'avoir été cette base solide, ce repère dans les moments d'incertitude.

À ma mère et à mon père, pour leur amour sans condition, leur patience, leurs prières silencieuses et leur force transmise sans un mot.

À mes frères Amine et Nourdine, ainsi qu'à leurs familles respectives, pour leur présence constante, leur soutien sincère, et leurs mots d'encouragement qui ont toujours compte.

À ma Wissem sœur et son mari Hicham, pour leur tendresse et leur bienveillance, et leur soutien affectueux.

À notre petit Rymi, véritable rayon de la lumière dans notre quotidien.

Mes pensées chaleureuses vont à Melissa, ma meilleure amie, pour sa présence fidèle, son soutien moral et la valeur précieuse de son amitié.

Ma binôme KESSI Aldjia pour son engagement sans faille tout au long de cette aventure, ainsi qu'à sa famille pour son soutien.

Je n'oublie pas mes amis du groupe, avec qui j'ai partagé cette belle aventure universitaire.

Merci à Djazira, Dehbia, Ismail et Moussa pour votre entraide, vos éclats de rire, votre bienveillance et tous les moments inoubliables que nous avons vécus ensemble. Vous avez rendu ce parcours plus doux et bien plus beau.

Lilia

Dédicaces

*Louange à ALLAH le tout puissant qui m'a permis de voir ce jour tant attendu.
A mes très chers parents, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

A ma mère

*Comment te dire en quelques lignes tout l'amour, toute la reconnaissance et toute l'estime que j'ai pour toi ? Ta tendresse, ta présence et ton soutien inconditionnel demeurent pour nous tous une source de quiétude et de motivation.
Votre calme, votre patience dont j'ai hérité une modeste partie ont été pour moi le phare pour l'aboutissement de ce travail, merci pour les nuits où tu es resté éveillé avec moi, les sacrifices que tu as consentis pour le bien être de chacun d'entre nous et certainement pour beaucoup dans ce que nous sommes devenus aujourd'hui. Puisse le bon Dieu t'accorder tout le bonheur et la sérénité que l'on te souhaite et que tu mérites.*

A mon père

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

A mes frères et mes sœurs

Qui m'ont tant donné de courage pour accomplir cette mission. J'espère que vous soyez aujourd'hui fiers de moi.

A mes anges Thanina et Gaya

Que dieu les protège inshallah

A ma binôme KICHOU Lilia

Pour son implication constante, sa motivation et sa présence tout au long de cette aventure universitaire. Je remercie également sa famille pour le soutien et la bienveillance qui ont accompagné notre travail commun.

A mes amis

Je tiens aussi à remercier de tout cœur mes compagnons de route durant cette aventure universitaire. Feryel, Faroudja (copines de chambre), Djazira, Dehbia, Ismail et Moussa merci pour votre présence, votre soutien sans faille et votre bienveillance constante. Chaque moment passe à vos cotes, qu'il soit simple ou marquant, a donné à ce parcours une couleur particulière et inoubliable.

Aldjia

Table des matières

Introduction	2
Chapitre I : Synthèse Bibliographique	
I.1 Présentation du secteur oléicole	3
1.1.1 Dans le monde.....	3
1.1.2 En Algérie :	5
I.2 L'olivier (Olea europaea L.)	7
I.2.1 Aspects historiques	7
I.2.1.1 Généralités	7
I.2.1.2 Classification botanique :	9
I.2.2 Cycle de développement de l'olivier	9
I.2.2.1 Phases de développement de l'olivier :	9
I.2.2.2 Cycle végétatif annuel :.....	11
I.2.3 Description morphologique :	12
I.3 Systèmes d'extraction de l'huile d'olive	16
I.3.1 Processus général d'extraction.....	16
I.3.2 Méthodes d'extraction :	17
I.3.2.1 Méthode traditionnelle : système discontinu à presses.	17
I.3.2.2 Méthodes modernes : systèmes continus à centrifugation.....	17
I.3.3 Comparaison des méthodes :	20
I.4 Les sous-produits d'olivier :	21
I.4.1 Huile d'olive :.....	21
I.4.2 Les Grignons d'olives.....	22
I.4.2.1 Les caractéristiques du grignon :.....	22
I.4.2.2 Composition chimique du grignon :	23
I.4.2.3 Valorisation de grignons :	24
I.4.3.1 Compositions chimiques des margines :.....	28

I.4.3.2	Valorisation et traitement des margines :	28
I.5	Le maïs (<i>Zea mays</i>) :	31
I.5.1	Importances taxonomiques :	32
I.5.1.1	Taxonomie du maïs :	32
I.5.1.2	Composition chimique du grain.....	32
I.5.2	Description du maïs (<i>Zea mays</i>)	32
I.5.2.1	Morphologie.....	32
I.5.2.2	Composants de la plante :.....	33
I.5.2.3	Structure du grain de maïs (Boukar, 2017) :	34
I.5.3	Cycle végétatif du maïs :.....	35
I.5.4	Les différentes vérités du maïs (<i>Zea mays</i>).....	36
I.6	Effets agronomiques bénéfiques des grignons et des margines :	37
I.6.1	Effets des Grignons d'olive (tourteaux) :	37
I.6.1.1	Sur le sol :.....	37
I.6.1.2	Sur les plantes :.....	37
I.6.2	Effets des Margines (eaux résiduaires des moulins à huile) :.....	38
I.6.2.1	Sur le sol :.....	38
I.6.2.2	Sur les plantes :.....	38
I.6.3	Effets combinés (Grignons + Margines) :	38
I.7	Les risques environnementaux.....	38
I.7.1	Impacts des margines :	38
I.7.1.1	Impacts sur les milieux aquatiques :.....	38
Pollution des eaux souterraines :		39
I.7.1.2	Impacts sur les sols :.....	39
I.7.1.3	Impacts sur les plantes :.....	40
I.7.2	Impact des grignons :	41
I.7.2.1	Sur les sols :.....	41

I.7.2.2	Sur les plantes	42
Chapitre II matériels et méthodes		
II.1	Présentation des échantillons	42
II.1.1	Origines d'échantillonnages :.....	42
II.1.2	Méthodologie de Collecte :	42
II.2	Paramètres analytiques.....	43
I.2.1	Caractérisation des margines	43
II.1.1	La conductivité électrique :	43
II.1.3	Le pH :.....	44
II.1.4	Détermination des résidus secs des margines :	45
II.2	Caractérisation des grignons :	46
II.2.1	Taux d'humidité :	46
II.2.2	Détermination de Conductivité électrique :.....	48
II.2.3	Détermination du pH	48
II.3	Tests de germination.....	49
II.3.1	Préparation de graines	49
II.3.2	Irrigation avec les extraits de grignon	50
II.3.3	Irrigation avec les différentes dilutions de margine :	51
Chapitre III Résultats et discussion		
III	Enquêtent de terrain	52
III.1	Localisation des huileries :	52
III.1.1	Année de mise en service des huileries	52
III.1.2	Type de projet	53
III.1.3	Nature de l'huilerie	54
III.2	Paramètres analytiques.....	54
III.2.1	Paramètres des margines	54
III.2.2	Paramètre de grignon	59

III.2.3	Taux d'humidité du grignon.....	61
III.3	Résultats des tests de germinations :	63
III.3.1	Les différents stades de germination des deux variétés utiliser :.....	63
III.3.2	Test de germination :.....	65
III.3.3	Résultats de la germination du maïs irriguer par différentes dilutions des margines	69

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

Liste des figures

Figure 1:les trois zones principales du verger oléicole algérien	6
Figure 2: Arbre de l'olivier	8
Figure 3: cycle de développement de l'olivier	10
Figure 4: cycle de croissance de l'olivier	11
Figure 5:Cycle de l'arbre de l'olivier	12
Figure 6: Le système racinaire de l'olivier cultivé.....	13
Figure 7: feuille de l'olivier	14
Figure 8:Fleur de l'olivier	15
Figure 9: fruit de l'olivier	15
Figure 10: les composants de l'olivier cultivé	16
Figure 12:huile d'olive	18
Figure 13: margine	18
Figure 14: Grignon d'olivier.....	19
Figure 15: systèmes d'extractions modernes.....	20
Figure 16: synthèses d'extraction.....	21
Figure 17: extraction de l'huile de grignon	25
Figure 18: grignon en alimentation du bétail	25
Figure 19: utilisation des grignons comme engrais organique.....	26
Figure 20: grignon comme combustible	27
Figure 21: exemple de bassin d'évaporation des margines.....	29
Figure 22: épandage comme fertilisant	30
Figure 23:plante du maïs	33
Figure 24: La Plante de maïs et Structure et composition du grain.....	35
Figure 25: cycle de développement du maïs.....	36
Figure 26: l'impact des margine sur le sol	40
Figure 27: impacts sur les plantes	40
Figure 28:communes d'échantillonnages.	43
Figure 29:conductivité des margines.	44
Figure 30: pH des margines.....	45
Figure 31: résidu sec des margines	46
Figure 32: différentes étapes du séchage du grignon.	47
Figure 33:preparation des extrais 1/5 du grignon.....	49

Figure 34: mesure de la conductivité et le pH des extrais 1/5 du grignons	49
Figure 35: préparations des graines de maïs.	50
Figure 36: irrigations des deux variétés avec différents échantillons des extrais 1/5 du grignon.	50
Figure 37: préparations des différentes dilutions de margines.	51
Figure 38: irrigations des deux variétés avec différents dilutions de margines	51
Figure 39: les communes d'échantillonnages à Tizi Ouzou en %	52
Figure 40: Années de mise en service des huileries	53
Figure 41: types de projet des huileries des échantillons utiliser	53
Figure 42: nature des huileries	54
Figure 43: Distribution des valeurs conductivité des échantillons de margines.	55
Figure 44: histogrammes des résultats du pH des échantillons de margine.	57
Figure 45: histogrammes des résultats du poids de résidu sec des margine.	59
Figure 46: histogrammes des résultats de la conductivité des échantillons des extrais de 1/5 du grignon	60
Figure 47: histogrammes des résultats du pH des échantillons de grignon	61
Figure 48: histogrammes des résultats des taux d'humidités des échantillons du grignon	63
Figure 49: différentes phases de germinations de la variété 1 (SRONG Boy USA) du maïs	64
Figure 50: différentes phases de germination de la variété 2 (MAS73E France) du maïs	65
Figure 51: taux de germinations de la variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par les différents extrais du 1/5 di grignon	66
Figure 52: germination du maïs variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par extrait 1/5 de grignon	67
Figure 53: Taux de germination de la variété 2 (MAS72, France) du maïs irriguer par les différents extrais du 1/5 de grignon	68
Figure 54: taux de germination du maïs variété 2 (MAS72, France) irriguer par 1/5 du grignon	69
Figure 55: Taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec 100% de margines	71
Figure 56: différentes germinations du maïs variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par 100% du margine.	71

Figure 57: taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs avec une dilution de 50% de margine.....	72
Figure 58: germinations du maïs variétél (Strog Boy, USA) irriguer par des margines diluées à 50%	73
Figure 59: taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec une dilution du 25% de margine	74
Figure 60: germination du maïs variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par 25% du margine.	74
Figure 61:taus de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec une dilution du 00% de margine.....	76
Figure 62: Germination du maïs 2^{eme} variété (MAS 72, France) irriguer par 100% du margine.....	76
Figure 63 : taux de germination (%) de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec les margines diluées à 50%.	77
Figure 64: germination de 2^{eme} variété du maïs (MAS72, France) irriguer par 50% de margine.....	78
Figure 65: taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer par des margines diluées à 75%.	79
Figure 66: taux de germination du 2^{eme} variété irriguer par des margines diluées à 75%.	79
Figure 67: taux de germination des deux variétés du maïs sou l’effet des dilutions de margines	82

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition de la production mondiale de l'huile d'olive pour la campagne oléicole 2018-2019 (COI, 2019)	4
Tableau 2: Consommation mondiale d'huile d'olive Conseil Oléicole International (COI) pour la période 2019-2024.....	4
Tableau 3: Les principales variétés d'olivier à l'huile en Algérie.....	6
Tableau 4: classification botanique de l'olivier (GHEDIRA, 2008)	9
Tableau 5: Cycle annuel de développement de l'olivier (Wallali et al., 2003)	11
Tableau 6: comparaison des différents systèmes d'extractions	20
Tableau 7: composition chimique indicative des différents types de grignons (www.fao.org.) ...	23
Tableau 8: caractéristiques du grignon (Derriche et Berrahmoune, 2007).....	24
Tableau 9: compositions des margines (Paraskeva et al., 2007); (Khoufi et al., 2015)	28
Tableau 10: Conductivité électrique (CE mS/cm) des margines.	55
Tableau 11: moyennes du pH des échantillons de margines	57
Tableau 12: moyennes du poids du résidu sec des margines	58
Tableau 13: moyennes de CE des extrais du 1/5 de grignon.....	60
Tableau 14: pH des extrais 1/5 du grignons	61
Tableau 15: Taux d'humidité de grignon.....	62
Tableau 16: taux finaux de germination du maïs (variété 1 Strog Boy, USA) irriguer par les extrais de 1/5 du grignon.....	66
Tableau 17: taux de germination du maïs (variété 2 MAS72, France) irriguer par les extrais 1/5 du grignon	68
Tableau 18: moyenne taux de germination : de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec 100% de margines.....	70
Tableau 19: moyennes de taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs avec une dilution de 50% de margine.	72
Tableau 20: moyennes de taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec une dilution du 75% de margine	74
Tableau 21: moyennes de taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec une dilution du 00% de margine.	75
Tableau 22: moyennes de taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec une dilution de 50% de margine.....	77
Tableau 23: moyennes de taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer par une dilution de 25% de margine.	78

Abréviations:

Agriculture Organization Of The United Nations).

C/N : Carbone/ azote.

CD : Conductivité Electrique.

COI : Conseil Oléicole International.

DBO : Demande Biochimique En Oxygène.

DCO : Demande Chimique En Oxygène.

FAO : Organisation Des Nations Unies Pour l'Alimentation Et l'Agriculture. (Food And

MES : Matière En Suspension.

PNDA : Plan National De Développement Agricole.

ROS : Espèces Réactives De l'Oxygène. (Reactive Oxygen Species).

L'olivier, arbre emblématique du bassin méditerranéen, occupe une place centrale dans l'histoire, l'économie et la culture de cette région depuis des millénaires. Symbole de paix et de longévité, il s'est imposé comme une espèce privilégiée, façonnant les paysages et le mode de vie des populations riveraines.

L'oléiculture, considérée comme l'une des plus anciennes activités agricoles du monde, constitue un véritable pilier économique, notamment pour les pays méditerranéens qui assurent aujourd'hui plus de 95 % de la production mondiale d'huile d'olive et près de 90 % de sa consommation. (Dupont, 2019)

À l'échelle mondiale, le patrimoine oléicole compte près de 930 millions d'arbres répartis sur environ 10 millions d'hectares, avec une densité moyenne de 80 oliviers par hectare, bien que cette valeur varie selon les conditions climatiques, topographiques et les objectifs de production. Les progrès récents dans les pratiques culturales et la sélection variétale ont permis d'augmenter la productivité, comme en témoigne le record historique de la campagne 2018/2019, où la production mondiale d'huile d'olive a dépassé les 3,4 millions de tonnes, principalement grâce à une récolte exceptionnelle en Espagne et à de bonnes performances dans les autres grands pays producteurs européens et méditerranéens. (Martinez, Benali, 2020)

En Algérie, l'olivier trouve un terrain d'expansion privilégié, occupant environ 45 % de la surface cultivée en arbres fruitiers, soit près de 443 000 hectares répartis dans 48 wilayas. L'oléiculture algérienne, longtemps dominée par des pratiques traditionnelles sur des terres marginales et à faible pluviométrie, connaît depuis 2000 un essor remarquable grâce au Plan National de Développement Agricole (PNDA), qui a permis de tripler la superficie oléicole en moins de deux décennies. Les autorités visent désormais un million d'hectares plantés d'ici 2030, avec une production annuelle de 100 millions de litres d'huile. (Khelifa, et al., 2021)

Dans cette dynamique, 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. 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).

Le rejet direct des margines dans l'environnement par les huileries pose des risques importants pour les écosystèmes. Leur pH acide (autour de 5), leur teneur élevée en composés polyphénoliques et en solides totaux les rendent polluants et dangereux pour la vie aquatique et la qualité des sols. (Nadour, 2015).

Dans la majorité des situations, les effluents ne subissent aucun traitement et sont souvent déversés dans les égouts d'assainissement, stockés dans des bassins d'évaporation où épanchés directement sur le sol. Il en résulte un impact négatif sur l'environnement qui se traduit par le colmatage des sols, la pollution des eaux superficielles et souterraines et le dégagement d'odeurs nauséabondes. Les volumes importants des margines produites durant une brève période, entre Novembre et Mars, de production d'huile d'olive aggravent ces dommages environnementaux dans les pays oléicoles méditerranéens. (Dermeche, et al., 2013).

Les margines et les grignons d'olive posent des défis environnementaux, mais leur valorisation agricole offre des solutions durables. Ces sous-produits riches en composés phénoliques et en matière organique, peuvent être utilisés après traitement (compostage, épandage contrôlé) comme amendement organique, améliorant la fertilité des sols. (Mekki, et al., 2013) Cependant, leur forte charge polluante nécessite une gestion rigoureuse pour éviter la toxicité pour les plantes et la pollution des nappes phréatiques (Roig et al., 2006. Leur application en agriculture permet de recycler les nutriments (azote, potassium) et de réduire l'utilisation d'engrais chimiques. (Paredes, et al., 2002). Des études montrent que le compostage des grignons avec d'autres déchets organiques atténue leur acidité et améliore leur qualité agronomique. (Hachicha, et al., 2009) Ces pratiques contribuent à l'économie circulaire en transformant des déchets en ressources, tout en limitant l'impact environnemental de l'industrie oléicole.

L'objectif de notre étude est d'établir une caractérisation des margines et des grignons et d'étudier les effets la culture de maïs. En Algérie, le maïs occupe une place stratégique dans la politique agricole nationale, principalement destiné à l'alimentation animale, en particulier pour les filières avicole et laitière. La production nationale reste cependant insuffisante pour couvrir les besoins du pays, ce qui conduit à une forte dépendance aux importations de maïs grain et de tourteaux pour l'alimentation du bétail. Cette dépendance représente un enjeu économique

majeur, car le maïs figure parmi les principaux postes d'importation agricole du pays. (Encyclopædia, Universalis, 2017)

Le présent manuscrit est divisé en trois parties, la première partie est une revue bibliographique subdivisée en plusieurs chapitres ; le premier représente le secteur oléicole à l'échelle mondiale et nationale, le deuxième récapitule une généralité sur l'olivier, suivi par le troisième et le quatrième qui parlent sur l'extraction d'huile et les sous-produits oléicoles (les margines et les grignons, leur composition, leur impact et leur valorisation), le cinquième aborde la présentation de la culture de maïs, et le dernier résume les risques environnementaux des sous-produits oléicoles sur les plantes et le sol.

La deuxième partie met en évidence le matériel et les protocoles expérimentaux utilisés durant notre étude. La troisième partie est consacrée à la présentation et la discussion des résultats obtenus. Une conclusion générale revient sur les points essentiels et enseignements tirés de cette initiation à la recherche et qui aborde aussi un ensemble de recommandations et de perspectives envisagées pour une meilleure prise en charge des sous-produits de l'oléiculture dans notre wilaya.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1 Présentation du secteur oléicole

1.1.1 Dans le monde

L'olivier est un arbre mythique, symbole de paix et de pérennité, l'olivier s'inscrit comme espèce privilégiée dans le paysage méditerranéen. L'oléiculture représente une des plus anciennes activités agricoles dans le bassin méditerranéen. Pour ces pays, la production d'huile d'olive est une fortune économique transmise sur plusieurs générations. (Boualili, Saidi, & 2009).

Le patrimoine oléicole mondial compte environ 750 millions d'oliviers cultivés sur la superficie de 9,23 millions d'hectares. L'olivier connaît une extension à travers le monde pour la production d'olives, les pays méditerranéens restent dominants avec plus de 95% de la production d'huile d'olive et avec environ 90% de sa consommation. (Fiorentino, et al., 2003). (Tsagariki, 2007). Des variétés et des pratiques adaptées à une culture intensive à productivité élevée, commencent à prendre place. La production mondiale de l'huile d'olive connaît de grandes variations et se situe en moyenne aux environs de deux millions de tonnes. Le niveau de la production a évolué en moyenne de 2.2% par année pendant les deux dernières décennies, alors que la consommation connaît un taux d'évolution légèrement moins important (1,7% par année). Cette tendance, si elle se confirme, risque d'amplifier le déséquilibre entre l'offre et la demande. ((Sadou & 2018).)

Les dernières statistique connues (FAO, 2012) indiquent que le patrimoine oléicole mondial est composé environ de 930 millions de pieds d'arbres, dont 840 sont localisés en méditerranée, ce qui représente plus de 90% de l'ensemble du verger oléicole mondial. Les superficies occupées par ce verger sont de l'ordre de 10 millions d'hectares, ce qui représente une densité moyenne de 80 oliviers/ha, ce chiffre ne peut effectivement être considéré que comme une moyenne car les variations observées dans les densités de plantations sont liées aux conditions climatiques et topographiques et aux objectifs de productions recherchés. (FAO, 2013)

Basé sur les données consolidées des organisations internationales clés ((COI, FAO, USDA, 2019), l'année agricole 2018/2019 est unanimement reconnue comme l'année de la production mondiale d'huile d'olive la plus élevée jamais enregistrée, avec un volume estimé dépassant 3.4 millions de tonnes. Ce record est principalement dû à une récolte exceptionnelle en Espagne, combinée à de très bonnes performances dans les autres grands pays producteurs de l'UE et du bassin méditerranéen. (Tableau 1)

Tableau 1: Répartition de la production mondiale de l'huile d'olive pour la campagne oléicole 2018-2019

Pays	Production (tonne)	Production %
Espagne	1789500	55,6
Italie	365000	11,4
Grèce	245000	7,6
Portugal	140000	4,4
Syrie	120000	3,
Turquie	263000	8,2
Tunisie	130000	4,1
Maroc	145000	4,5
Algérie	97000	3
Egypte	65000	2
Autres	46500	1,3

(COI, 2019)

Tableau 2: Consommation mondiale d'huile d'olive Conseil Oléicole International (COI) pour la période 2019-2024

Année	Consommation mondial (×1000 t)
2019-2020	3269
2020-2021	3176
2021-2022	3329
2022-2023	2855
2023-2024	2780

I.1.2 En Algérie

L'Algérie compte parmi les pays de bassin méditerranéen où l'olivier trouve son aire d'extension. Elle se place après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie qui sont par ordre d'importance, ce qui représente 4,26% du patrimoine mondiale. (Bouabida., 2020)

La plupart des oliveraies sont plantées dans des zones de montagne, sur des terres accidentées et marginales, pauvres et caractérisées par une faible pluviométrie annuelle comprise entre 450 et 750mm. L'oléiculture en Algérie est de type traditionnel dans laquelle l'olivier est considéré comme un arbre rustique qui nécessite peu de moyen pour subvenir à son entretien.

Depuis la mise en place de plan national de développement agricole (PNDA) en 2000, l'oléiculture est prise en considération en tant que filière à valoriser, ce plan de développement a permis à des milliers d'agriculteurs de lancer dans la plantation de l'olivier faisant ainsi augmentation la superficie consacrée à cette culture, qui est passer de 168 080ha en 2000 à près de 500 000 ha en 2017. (Sadou., 2018)

Dans ce pays du Maghreb, l'olivier représente environ 45% de la surface cultivée en arbres fruitiers, avec une superficie totale estimée à 443 000 ha selon les données du ministre de l'agriculture, contre 160 000ha au début du millénaire répartis dans 48 des 58 wilayas. Les autorités algériennes prévoient d'atteindre 1million d'hectares d'oliviers d'ici 2030, et de produire 100 millions de litres d'huile par an. Le nombre total d'oliviers est actuellement estimé à plus de 65 millions, dont 48 millions sont productifs. (kapitalis, 2025)

L'olivier en Algérie est dispersé sur trois zones significatives. (Boussenadji, 2005)

- Zone OUEST : englobe cinq wilayas : TLEMCEN ; AIN TEMOUCHENT ; SIDIBELEABBES ; MASCARA ET RELIZAN. Avec un pourcentage 16,40% du verger oléicole National.
- Le centre : représente le pourcentage le plus grand avec une moyenne de 57,5% ; elle couvre les wilayas suivantes : AIN DELFA ; BOUMERDES ; TIZI OUZOU ; BOUIRA ET BEJAIA.
- Zone l'EST : occupe 26,1 % du verger oléicole national. Avec ces différentes wilayas : JIJEL ; SKIKDA ; MILA ; GULMA.

verger oleicole

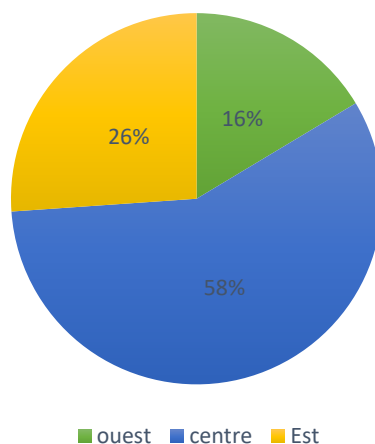





Figure 1: les trois zones principales du verger oléicole algérien

Le verger oléicole national algérien contient une grande diversité variétale de l'olivier. Les principales variétés d'olivier à l'huile en Algérie sont : chamlal, limli, azeradj. (Tableau 3).

Tableau 3: Les principales variétés d'olivier à l'huile en Algérie

<p>Chamlal</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Représente 40% de l'oléiveraie algériennes (Gharbi ;2018). -Forme vigoureuse. -Adaptation aux milieux arides. -Rendement de 18 à 22 % d'huile. -Variété à maturité tardive. -Une l'huile de bonne qualité. <p>(Gharbi & 2018, COI ;2015)</p>
<p>Limli</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Couvert 8%de la surface oléicole de l'Algérie. Située dans la vallée de L'Oued Soummam. -Un petit fruit de 1 à 2g. -Une teneur en l'huile de 15%. -Une l'huile avec une acidité légère. <p>(Abdessemed, 2017)</p>
<p>Azeradj</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Occupe 10% de la surface oléicole national. Localisée en Kabylie. -Variété autoproductrice. -Un fruit de 3a 5 g. -Productions de l'huile de 24 à 28 %. <p>(Abdessemed, 2017)</p>

I.2 L'olivier (*Olea europaea* L.)

I.2.1 Aspects historiques

L'olivier cultivé (*Olea europaea subsp. europaea var. europaea*), symbole méditerranéen, trouve son origine il y a cinq ou six millénaires, ayant la trace de domestication d'au moins 6000 ans avant. J.-C. en Asie Mineure et au Levant (Loumou & Giourga, 2003 ; Zohary, 2000). Sa diffusion vers le pourtour méditerranéen s'est faite grâce aux Phéniciens et aux Grecs, qui ont diffusé en Crète, en Égypte et dans d'autres régions méditerranéennes, avant que les Romains ne perfectionnent les techniques de culture et de production en huile (Pliny the Elder, 1854). Génétiquement, les recherches indiquent que l'oléastre, une variété spontanée d'olivier, fut la végétale base d'origine sur laquelle se sont sélectionnés les cultivars domestiques (Besnard & Bervillé, 2000). C'est en réalité le processus de domestication qui aurait démarré en nord-est du Levant, pour ensuite s'étendre à tout le Levant, à Chypre, et vers la Méditerranée occidentale et l'Afrique du Nord. (Besnard et al., 2013)

En Afrique du Nord, notamment en Algérie, les Berbères ont adopté la culture de l'olivier grâce à l'influence des Phéniciens, tandis que les Romains ont transformé les pratiques agricoles locales en améliorant les techniques et en sédentarisant les populations nomades. (Camps-Fabrer, 1953)

Aujourd'hui, l'olivier demeure un pilier économique et culturel essentiel dans la région méditerranéenne, symbolisant paix, sagesse et prospérité. (Loumou & Giourga, 2010) Appartenant au genre Oléacées (Rdoulet, 2005), l'espèce remarquable par ses capacités à vivre centaines d'années (300-400 ans) constitue un principe essentiel de l'arboriculture méditerranéenne (Ahmim, 2008). Récolté uniquement pour que ses fruits donnent de l'huile d'olive, base alimentaire du lipide au régime méditerranéen. (Loumou & Giourga, 2003).

I.2.1.1 Généralités

Au niveau génétique, l'olivier cultivé (*Olea europaea subsp. europaea var. europaea*) est diploïde en constitution ($2n = 46$ chromosomes) et appartient à la famille des Oléacées, un clade monophylle du clade des astérides (Rdoulet, 2005). Le genre *Olea* se compose de près de 30 espèces, et les ressources génétiques originales de l'olivier sont classé sous le complexe d'*Olea europaea* composé de six sous-espèces différentes (Chiappetta et Muzzalupo, 2012).

Cette espèce cultivée est définie par :

- Une variabilité génétique remarquable.
- La plupart des cultivars adaptés à différentes situations agro climatiques (Barazzouk et al., 2019)
- Des gènes spécifiques à la résistance au stress hydrique.
- Des marques génétiques qui sont associées à la qualité des fruits (Trigui & Msallem, 2002).
- Les progrès récents en génomique ont permis d'identifier et de caractériser ces marqueurs génétiques, ouvrant ainsi des perspectives pour l'amélioration variétale et l'adaptation aux changements climatiques.



Figure 2: Arbre de l'olivier

I.2.1.2 Classification botanique

Classification botanique de l'arbre de l'olivier (GHEDIRA, 2008) (Tableau4) :

Tableau 4:classification botanique de l'olivier

Règne	Plantae
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Scrophulariales
Famille	Oleaceae
Genre	Olea
Espèce	<i>Olea europaea L.</i>

(GHEDIRA,2008)

I.2.2 Cycle de développement de l'olivier

I.2.2.1 Phases de développement de l'olivier

D'après Loussert et Brousse (1978) l'olivier possède quatre périodes principaux au cours de sa vie :

. Phase juvénile (Croissance végétative)

Cette période correspond à l'élevage et à la croissance du jeune olivier, depuis la pépinière jusqu'à la production de fruits. Elle se distingue par une croissance vigoureuse, marquée par une forte activité cellulaire, en particulier au niveau des racines. Cette phase dure en général de la première à la septième année.

. Phase d'initiation à la production (Transition vers la maturité)

Il s'agit d'un stade intermédiaire dans lequel l'olivier se met à produire ses premiers fruits, sans cesser son développement végétatif. Ce stade se déroule des premiers indices de fructification à ce que l'arbre atteigne une production stable et abondante.

. Phase adulte (Pleine production)

L'olivier est à sa taille maximale et en optimum développement. Un équilibre est rétabli entre la fructification et le développement végétatif, autorisant une production régulière et importante.

. Phase de sénescence (Déclin progressif)

C'est cette dernière phase qui constitue le vieillissement de l'arbre se manifestant par la forme d'un déclin progressif de la production et de la perte de son énergie.

Les durées de toutes les phases sont imprévisibles en fonction des conditions cultures (climat, terre, soins) ainsi que de l'espèce de l'olivier.

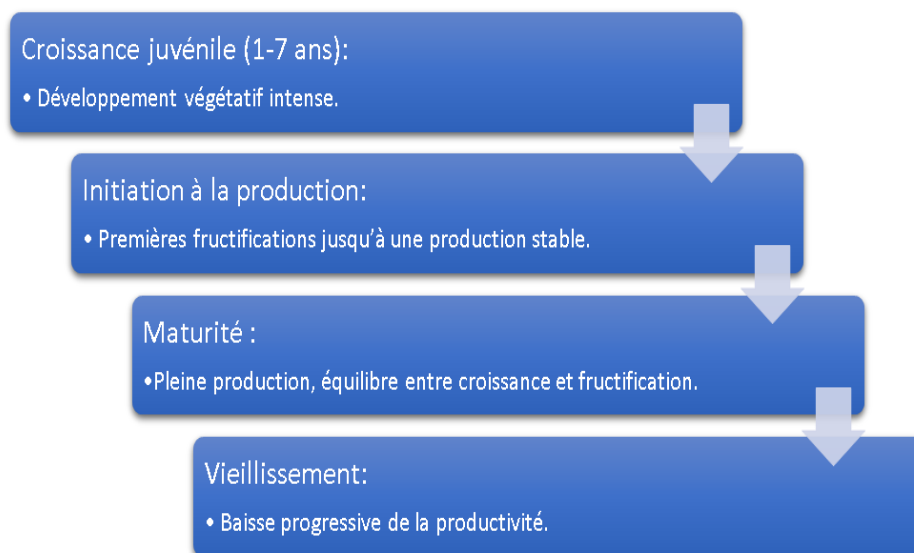


Figure 3: cycle de développement de l'olivier

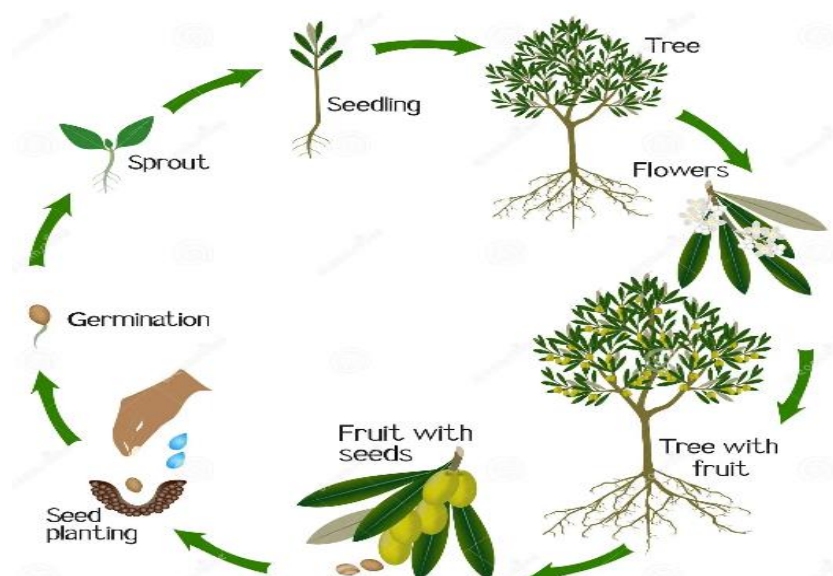


Figure 4: cycle de croissance de l'olivier

I.2.2.2 Cycle végétatif annuel

Le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est en relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation.

Au cours de son cycle annuel de développement, l'olivier passe par les phases suivantes

(Wallali, et al 2003) (Tableau5) :

Tableau 5: Cycle annuel de développement de l'olivier

Mois	Stade
Janvier, février	Induction, initiation et différenciation florale.
Courant Mars	Croissance et développement des inflorescences à l'aisselle des feuilles que portent les rameaux de l'année précédente.
Avril	Pleine floraison
Fin- début Mai	Fécondation et nouaison des fruits.
Juin	Début de développement et grossissement des fruits.
Septembre	Début de la maturité des fruits.
Octobre	Maturité du fruit et son engraissement en huile.
Novembre à janvier	Récolte des fruits

(Wallali et al., 2003)

La période la plus intense du cycle végétatif annuel s'étend de mars à juin.

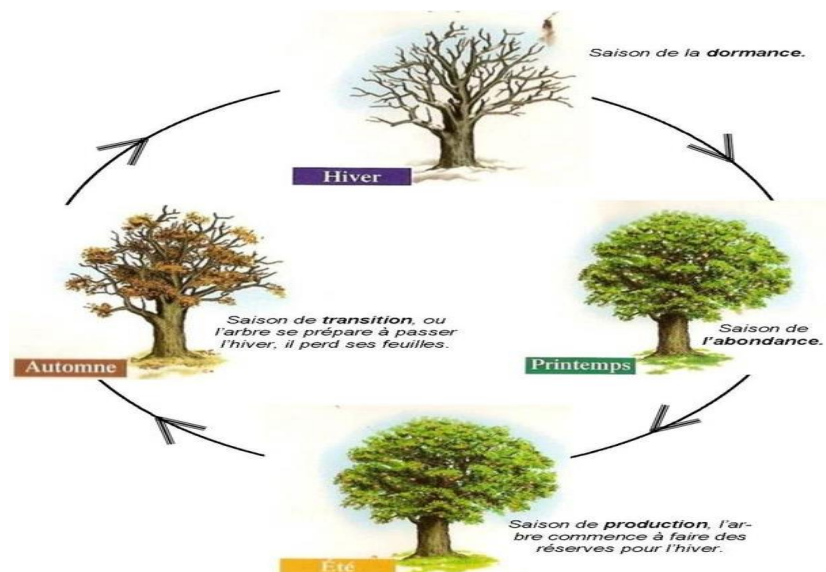


Figure 5: Cycle de l'arbre de l'olivier

I.2.3 Description morphologique

Système racinaire de l'olivier

L'olivier développe un système racinaire complexe et adaptatif, présentant des caractéristiques remarquables :

- Structure et développement :

-Chez le jeune plant issu de semis, on observe une racine pivotante dominante.

-À l'état adulte, l'arbre développe 2-3 racines pivotantes principales.

-Ces racines profondes donnent naissance à un réseau latéral de racines secondaires et radicelles (Kasraoui, 2010).

- Profondeur et extension :

-Capacité d'extension verticale jusqu'à 6 mètres dans des conditions optimales. (Gómez et al., 2014)

-Système principalement superficiel avec 80% des racines actives concentrées dans les 60 premiers cm. (Fernández, et al., 1991)

-En culture, la majorité du système racinaire évolue entre 0,9-1,2 m de profondeur (Chiappetta & Muzzalupo, 2012) Capacités adaptatives :

- Adaptation remarquable aux sols pauvres et secs. (Bardoulat, 2005)
- Grande plasticité en fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol.
- Capacité à explorer une surface de sol considérable grâce à son développement latéral. (Kasraoui, 2010).
- Régénération possible après dommages aériens. (Chiappetta & Muzzalupo, 2012)

Cette architecture racinaire particulière explique la grande résistance de l'olivier aux conditions arides et sa capacité à prospérer dans des sols marginaux.

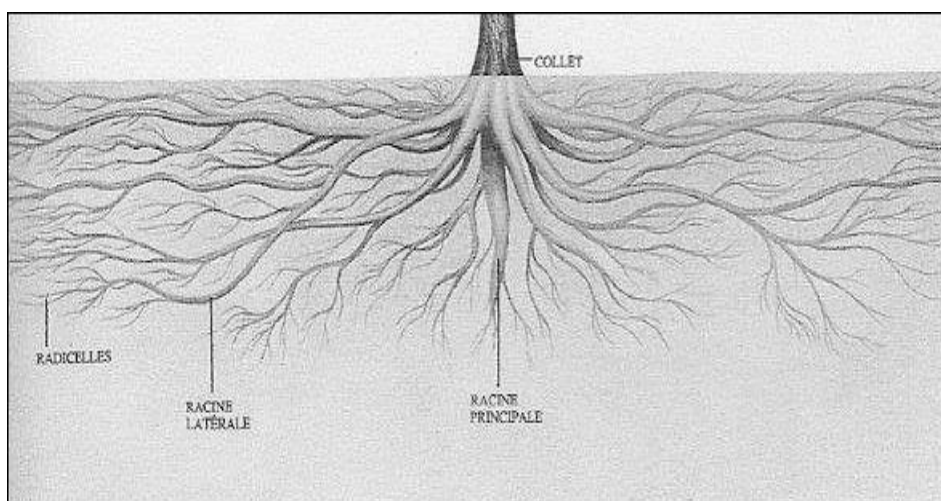


Figure 6: Le système racinaire de l'olivier cultivé

La partie aérienne de l'olivier cultivé (*Olea europaea* L.)

- La partie aérienne présente une structure dense et compacte caractérisée par :
 - Un assemblage de membres aux entre-nœuds courts.
 - Un feuillage dense limitant la pénétration lumineuse.
 - Des branches à port retombant en l'absence de taille, supportant d'importantes charges fruitières (Chiappetta & Muzzalupo, 2012)
- Tronc et rameaux :
 - Tronc noueux et crevassé avec l'âge, atteignant 2m de diamètre chez les vieux sujets. (Verdie, 1990)
 - Écorce jaunâtre devenant brun clair, dure et compacte. (Beck & Danks, 1983)

-Jeunes rameaux anguleux et grisâtres, s'affinant avec le temps. (Loummou, et al.,2000)

- Feuilles :

-Persistantes, opposées, coriaces et lancéolées. (Bardoulat, 2005)

-Dimensions : 3-5 cm de long × 1-1.5 cm de large. (Polese, 2009)

-Face supérieure vert foncé luisante, face inférieure argentée. (Rombi, et al.,2015)

-Renouvellement par tiers tous les 3 ans. (Anginot & Isler, 2003)

-Adaptation xérophytique : stomates protégés par des trichomes peltés limitant la transpiration. (Bolmont, et al.,2015)

-Composition riche en métabolites secondaires. (Amouretti, 1985)



Figure 7: feuille de l'olivier

Floraison :

-Inflorescences en panicules axillaires de 15-40 fleurs. (Cruezé, 1984)

-Fleurs hermaphrodites ou staminées. (Loussert & Brousse, 1978)

-Petites fleurs blanc-jaunâtre à calice réduit et 4 pétales. (Chiappetta & Muzzalupo, 2012)

-Pollinisation principalement anémophile. (Seifi et al., 2011)

-Taux de nouaison de 5-10%. (Lamarca et al., 2013)



Figure 8:Fleur de l'olivier

- Fruits :

-Drupes ovoïdes de 1.5-2 cm. (Rol & Jacamon, 1988)

-Évolution chromatique : vert → violet → noir à maturité. (Gigon & Le Jeune, 2010)

-Pulpe charnue huileuse entourant un noyau lignifié. (Polese, 2009)



Figure 9: fruit de l'olivier

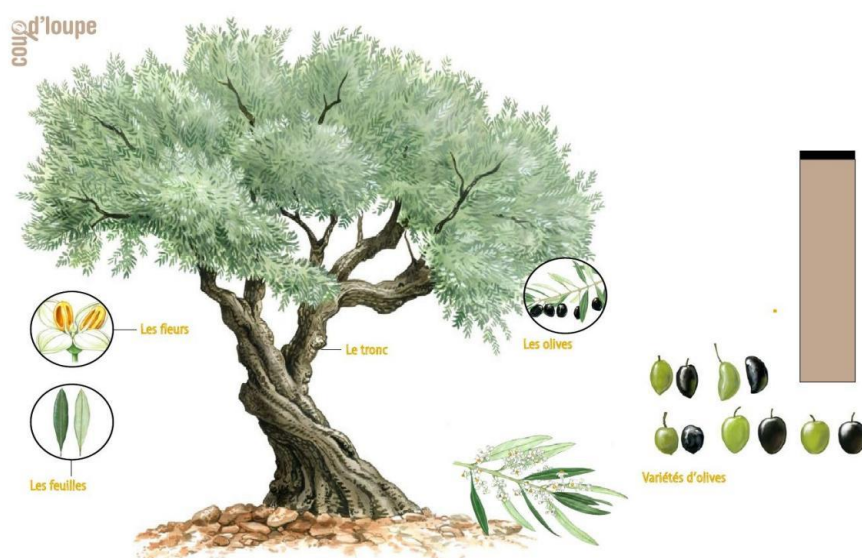


Figure 10: les composants de l'olivier cultivé

I.3 Systèmes d'extraction de l'huile d'olive

Les systèmes d'extraction de l'huile d'olive ont connu une évolution significative, passant des méthodes traditionnelles aux procédés modernes continus, améliorant ainsi l'efficacité, la qualité de l'huile produite et réduisant l'impact environnemental (Bouabida, 2020); (Tsagariki et al., 2007) Opérations préliminaires.

La récolte peut être manuelle (gaulage, peignage) ou mécanique (vibreurs pour grandes exploitations). Le transport et stockage doivent se faire en caisses aérées pour éviter la détérioration, avec une conservation de courte durée recommandée. (Aoukli & Chetouhe, 2019); (Benariba, 2017); (Tchouar & Selka, 2014); (Aparicio & Harwood, 2013).

I.3.1 Processus général d'extraction

Le processus fondamental d'extraction d'huile d'olive reste composé de quatre étapes essentielles : le nettoyage, le broyage, le malaxage et la séparation des phases liquides (Bouabida, 2020).

Nettoyage : Il comprend l'effeuillage, souvent manuel ou mécanique, qui élimine feuilles, brindilles, petits cailloux et terre afin d'éviter une coloration trop verdâtre et un goût amer de l'huile. (Bouabida & Chimi, 2006)

Le lavage à l'eau froide élimine les impuretés telles que saletés et moisissures, préservant la couleur, l'odeur et le goût de l'huile. (Bouabida, 2020)

Broyage : Cette étape consiste à dilacérer les tissus des olives pour libérer les gouttelettes d'huile contenues dans les cellules. Le produit obtenu est une pâte semi-fluide composée d'une fraction solide (noyaux, peaux, pulpes) et d'une fraction liquide (émulsion d'eau et d'huile) (Bouabida ,2020).

Malaxage : Il a pour but de libérer un maximum d'huile en brisant les vacuoles restantes et en regroupant les gouttelettes d'huile en gouttes plus grosses. Les conditions idéales sont 30 à 40 minutes à 30°C. (Guendouz Aouichat, 2020); (Sifoun, 2008).

I.3.2 Méthodes d'extraction

I.3.2.1 Méthode traditionnelle : système discontinu à presses

L'extraction de l'huile s'effectue à l'aide de presses hydrauliques : la pâte est déposée dans des doubles disques appelés scourtins, puis pressée. La séparation des phases huileuse et aqueuse se fait ensuite par simple décantation. (Bouabida 2020 ; (Benyahia et Zein, 2003).

Les sous-produits, grignon brut et mout, sont souvent rejetés sans traitement, bien que certains industriels valorisent les grignons pour extraire l'huile par solvant ou comme combustible (Bouabida ;2020).

Avantages : Huile riche en polyphénols, faible coût énergétique. (Hamadi, 2006); (Veillet, 2010).

Inconvénients : Rendement faible avec environ 4% d'huile résiduelle dans les grignons, production abondante de margines polluantes (60–70 L/100 kg d'olives), et risque d'oxydation dû à l'exposition à l'air (Veillet, 2010 ; (Benlemlih & Ghanam, 2012)

I.3.2.2 Méthodes modernes : systèmes continus à centrifugation

Ces procédés se déroulent en plusieurs étapes successives, permettant une extraction plus efficace.

I.3.2.2.A Procédé à trois phases

L'extraction d'huile d'olive s'effectue par des étapes successives, contrairement au procédé discontinu. Les olives sont d'abord lavées, broyées, puis mélangées avec de l'eau chaude avant d'être malaxer pour obtenir une pâte d'olive, qui est ensuite diluée. La séparation des phases liquides et solides se fait par centrifugation, produisant les grignons et le mout. Ce dernier est à son tour centrifugé afin d'isoler l'huile des effluents issus de l'huilerie.

Ce procédé d'extraction se déroule en deux temps, une première centrifugation à axe horizontal sépare les phases solides/liquide (grignon, huile et margine), suivie d'une seconde centrifugation à axe vertical qui sépare les phases liquide/liquide (huile, margine). (Bouabida, 2020); (Nefzaoui, 1987).

Inconvénients : Consommation élevée d'eau chaude, huile appauvrie en polyphénols car ceux-ci passent dans les margines. (Chimi, 2006)

Produits obtenus :

Huile : 93% huile, 6% eau, 1% solide



Figure 11:huile d'olive

Margine : 89% eau, 10% solide, 1% huile



Figure 12: margine

Grignon : 58% eau, 3% huile, 44% solide



Figure 13: Grignon d'olivier

I.3.2.2.B Procédé à deux phases (écologique)

L'extraction s'effectue en une seule étape grâce à un décanteur sépare l'huile tout en combinant le grignon et les eaux de végétation en une seule phase à la consistance pâteuse, appelée grignon humide ou grignon à deux phases. (Bouabida, 2020, & COI, 1997).

Ce procédé, introduit en Espagne en 1992 et adopté dans plusieurs pays européens.

Le gouvernement espagnol subventionne uniquement les huileries adoptant ce procédé écologique, qui représente environ 50% du traitement des olives destinées à l'huile depuis 1995 (Bouabida ,2020).

Avantages : Réduction significative des margines polluantes, huile plus stable et riche en antioxydants. (Balice et al. & Benyahia et Zein, 2003)

Inconvénients : Production de grignon humide contenant 8 à 10% d'eau de plus que le procédé à trois phases, nécessitant une installation de séchage (Bouabida ,2020).

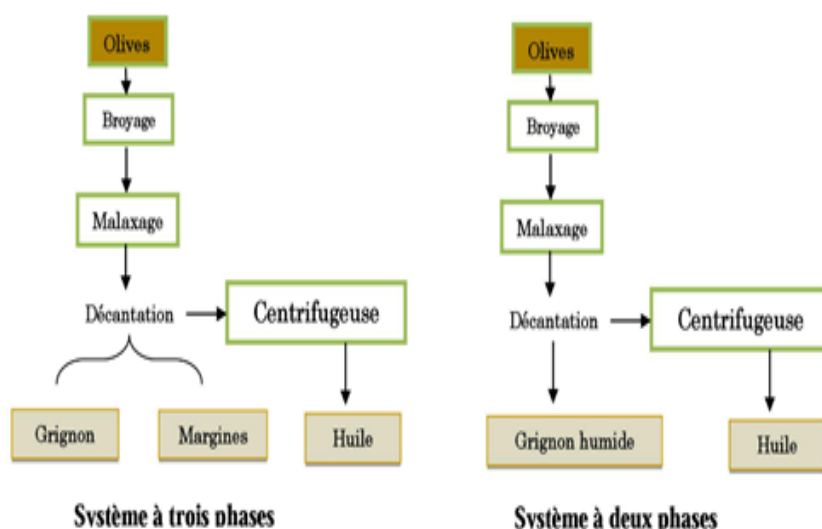


Figure 14: systèmes d'extractions modernes

I.3.3 Comparaison des méthodes

Les méthodes traditionnelles offrent une huile de qualité supérieure mais avec un rendement faible et un impact environnemental significatif. Les procédés modernes à trois phases sont plus efficaces mais gourmands en eau et moins qualitatifs. Le procédé écologique à deux phases représente un compromis intéressant entre qualité et durabilité, malgré un coût initial plus élevé lié au séchage des grignons (Bouabida & Tsagariki et al., 2007). (Tableau 6).

Tableau 6: comparaison des différents systèmes d'extractions

Critère	Presses (discontinu).	Centrifugation 3 phases.	Centrifugation 2 phases (écologique).
Rendement	Faible	Élevé	Élevé
Qualité de l'huile	Riche en polyphénols	Moins stade	Riche en antioxydants
Impact écologique	Margine polluantes, abondantes.	Consommation élevée d'eau minimale.	Reduction des margines.
Coût	Faible	Modéré	Elevé (séchage nécessaire).

(Bouabida & Tsagariki et al., 2007).

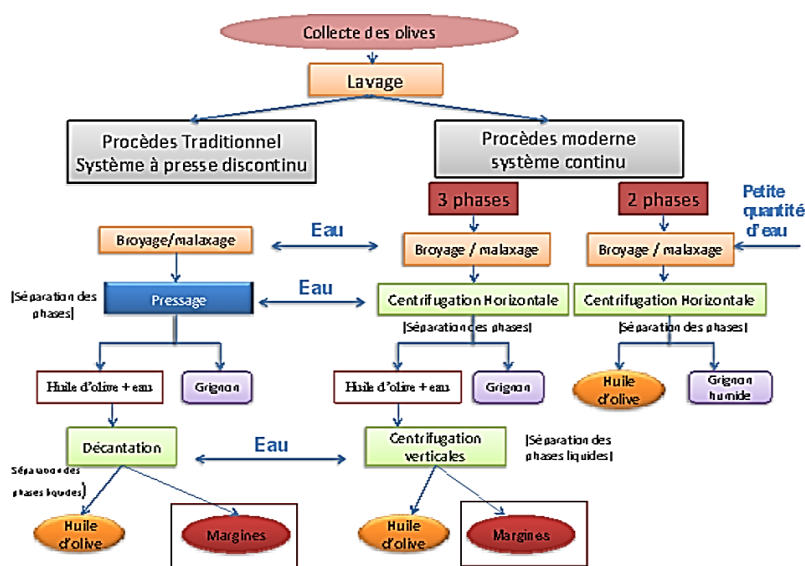


Figure 15: synthèses d'extraction

I.4 Les sous-produits d'olivier

I.4.1 Huile d'olive

L'industrie oléicole en plus produit d'huile d'olive, génère deux types de sous-produits : un liquide constitué des eaux de végétation, également appelées les margines, et l'autre solide composé des noyaux d'olives, aussi appelés les grignons. Par ailleurs, la taille des olives produits des feuilles, des petites branches ainsi que du bois plus épais.

Les olives sont constituées d'environ 20% d'huile, 30% de grignon, 50% des margines. (Digiovacchino et al., 1989). Ce sous-produit provient de l'eau naturel et l'eau ajoutée lors du processus trituration.

L'huile d'olive pure désigne toute huile extraite exclusivement du fruit d'olive *olea europaea* L. par des procédés mécanique ou physique, réaliser dans des conditions notamment thermiques, qui préservent ses propriétés sans provoquer d'altération. Cela exclut les huiles obtenues par l'utilisation des solvants, par des procédés de ré-estérification ou par mélange avec des huile d'une autre nature. Quant à l'huile d'olive vierge, elle ne doit subir que des traitements simples tels que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. (COI, 2003). L'huile d'olive vierge comprend diverses désignations : vierge extra, vierge fine, vierge courante et vierge lampante.

L'appartenance à une catégorie est définie en fonction de l'évaluation de quelques paramètres de qualités de l'huile d'olive à savoir : l'acidité, l'indice de peroxyde, l'absorbance dans l'UV et les caractéristiques organoleptiques. (Fedeli, 1999).

L'attention portée sur l'huile d'olive s'est intensifiée grâce à la mise en évidence de sa forte teneur en vitamines liposolubles et polyphénols, reconnus pour leurs propriétés antioxydantes. Elle possède une source majeure d'acides gras polyinsaturés essentiels, que l'organisme humain ne peut synthétiser seul.

I.4.2 Les Grignons d'olives

L'essor des activités agro-industrielles a entraîné une production massive de déchets, principalement générés lors de la transformation des matières premières agricoles. Le processus d'extraction nécessite d'importantes quantités d'eau, ce qui produit parallèlement des résidus solides et liquide qui sont les margines et les grignons.

I.4.2.1 Les caractéristiques du grignon

L'origine du grignon

Il s'agit d'un sous-produit solide issu de l'extraction de l'huile d'olive lors de la première pression ou centrifugation. Ce résidu est de : peaux, pulpe résiduelle et de fragments de noyaux. Sa composition se divise en deux parties : une riche en lignine (provenant des noyaux) et une autre contenant principalement des glucides (cellulose, hémicellulose). (Derriche & Berrahmoune, 2007). Ainsi que des protéines et une quantité variable d'huile résiduelle selon la méthode d'extraction.

Ce résidu représente environ un tiers du poids des olives fraîches broyées. Il peut être transformé en aliments pour les animaux, en engrais, en savon, ou servir à la production d'huile de grignon d'olive via une extraction chimique.

Types de grignon

On désigne quatre types de grignon : (Boudissa, 2012) (tableau 7)

- Grignon brut : c'est le résidu de la première extraction d'olive.
- Grignon épuisé : produit après une seconde extraction avec un solvant chimique tel l'hexane. Il est caractérisé par une faible teneur en huile et teneur en eau réduite de fait qu'il a été déshydraté pour permettre le processus de l'extraction.

- Grignon partiellement dénoyauté : produit après dénoyauté du grignon brut.
- Grignon épuisé et partiellement dénoyauté : sont du grignon constitué essentiellement par la pulpe (mésocarpe) et contiennent encore une petite proportion de coques qui ne peuvent pas être séparé complètement par les procédés de tamisage ou de ventilation utilisées.

Tableau 7: composition chimique indicative des différents types de grignons

Type	Matière sèche (%)	Matière minérales (%)	Matière Azote totale (%)	Cellulose brute	Matière grasses (%)
Grignon brut	75-80	3-5	5-10	35-50	8-15
Grignon partiellement 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 partiellement dénoyauté	85-90	6-8	9-14	15-35	4-6

(www.fao.org)

I.4.2.2 Composition chimique du grignon

La composition chimique du grignon d'olive présente une grande variabilité, non seulement d'un produit à l'autre, mais aussi entre différents échantillons d'un même sous-produit. Cette variabilité dépend de plusieurs facteurs liés au fruit lui-même, tels que la variété, le stade de maturité, le procédé d'extraction de l'huile, ainsi que le degré d'épuisement par solvant.

Les procédés technologiques influencent la répartition des différents constituants du grignon (épicarpe, mésocarpe, endocarpe et amandon), chacun ayant une composition chimique spécifique.

On a longtemps attribué la faible valeur nutritive des grignons à la présence de substances phénoliques. Cependant, les analyses ont révélé que leur teneur ne dépasse généralement pas 1 % de la matière sèche. Les polyphénols de l'olive sont principalement éliminés dans les margines, qui se distinguent par leur forte coloration due à une concentration élevée en

polyphénols (de 4 à 12 g/l). Ainsi, les grignons contiennent peu de composés phénoliques, contrairement aux margines et à l'huile qui en renferment des quantités notables. Selon (Trigui, 2008), le grignon d'olive peut contenir jusqu'à 2,5 % de polyphénol. (Tableau8)

Comparés aux autres tourteaux oléagineux, les grignons bruts sont pauvres en matières azotées mais riches en cellulose brute, tout en conservant une teneur relativement élevée en matières grasses. L'extraction par solvants réduit la teneur en matières grasses et augmente proportionnellement celle des autres composants. Le dénoyautage partiel, réalisé par tamisage ou ventilation, diminue la teneur en cellulose brute. Enfin, les pulpes, issues de la séparation complète du noyau avant la pression, présentent la plus faible teneur en cellulose brute. (Boualili, 2009)

Tableau 8: caractéristiques du grignon

Matière organique (%)	Humidité (%)	Hémicellulose (%)	Cellulose (%)	Lignine (%)
2,6	4,8	30,7	36,9	18,5

(Derriche et Berrahmoune, 2007)

I.4.2.3 Valorisation de grignons

Plusieurs méthodes sont employées pour la valorisation des grignons d'olive, permettant ainsi de tirer profit de ce sous-produit de l'industrie oléicole.

➤ **Extraction de l'huile de grignon**

L'huile contenue dans les grignons est extraite à l'aide de solvants. Cette huile, appelée huile de grignon, est utilisée tant pour la consommation humaine que dans l'industrie, notamment pour la fabrication de savon. Cette technique permet de récupérer une fraction huileuse qui autrement serait perdue (Boudissa, 2012).

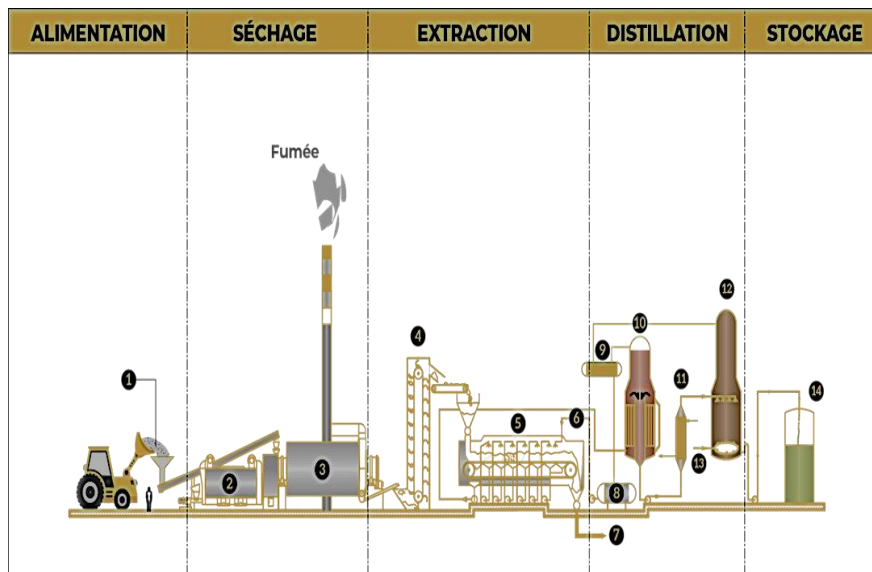


Figure 16: extraction de l'huile de grignon

➤ **Alimentation animale**

Les grignons d'olive, étant non toxiques, peuvent être valorisés comme aliment pour le bétail. Leur incorporation dans les rations animales constitue une solution économique et écologique pour recycler ce déchet agro-industriel (Boudissa, 2012)



Figure 17: grignon en alimentation du bétail

➤ **Utilisation comme engrais**

Les cendres issues de la combustion des grignons sont riches en oxyde de potassium et en phosphore, deux éléments nutritifs essentiels pour les plantes. Ces cendres peuvent donc être

utilisées comme engrais naturel, contribuant à la fertilisation des sols agricoles (Boudissa, 2012).



Figure 18: utilisation des grignons comme engrais organique

➤ **Milieu de culture pour levures**

Grâce à leur richesse en éléments minéraux, en sulfate d'ammonium et en oligo-éléments, les grignons d'olive constituent un excellent milieu de culture pour diverses levures. Cette utilisation biotechnologique permet d'exploiter les ressources nutritives du grignon pour la production de biomasse ou de métabolites spécifiques (Boudissa, 2012).

➤ **Combustible**

L'usage le plus répandu des grignons d'olive dans les pays producteurs d'huile est leur valorisation comme combustible. Ils sont utilisés directement ou transformés en briquettes pour alimenter des chaudières, ce qui constitue une source d'énergie renouvelable et locale (Boudissa, 2012).



Figure 19: grignon comme combustible

➤ **Autres utilisations de la coque**

Après séparation des composantes du grignon, la coque peut également être valorisée comme combustible dans l'industrie du bois. Par ailleurs, elle sert de matière première pour la production de furfural, un composé chimique utilisé comme solvant dans le raffinage pétrochimique. Cette valorisation chimique ouvre de nouvelles perspectives industrielles pour les résidus oléicoles. (Benhayoun et al., 2007)

I.4.3 Les margines

L'origine des margines

Les margines sont des eaux de végétation produites lors de l'extraction de l'huile d'olive vierge. Il s'agit d'effluent riches en matière organique, comprenant des composés phénoliques, des lipides, des sucres, des protéines, ainsi qu'en sels minéraux, tels que le potassium, le sodium et le magnésium. Ces margines sont souvent déversées de manière non contrôlée sur les sols agricoles ou stockées dans des cuvettes, ce qui entraîne une pollution inévitable des écosystème eau-sol-plante.

Ce résidu liquide aqueux, de couleur brune, se sépare de l'huile par centrifugation ou sédimentation après le pressage. Les margines représente entre 40 à 50% du poids du fruit, le reste provenant de l'eau utilisée lors de la trituration. (Bourbia., 2016)

I.4.3.1 Compositions chimiques des margines

La composition chimique des margines est très variable et dépend de multiples facteurs, notamment le mode d'extraction de l'huile (presse ou centrifugation), les conditions climatiques, la situation géographique, la variété et le stade de maturation des olives, ainsi que la durée, les techniques et le lieu de stockage des olives avant leur trituration. (Aissam, 2003); (Hanafi et al., 2009)

Les margines ont une acidité qui varie de 4 à 5,5 due à leur richesse en acides organiques. Elles présentent une conductivité enlevée typiquement entre 4,8 à 10 mS/cm provenant des chlorures de sodium utilisés pour la conservation des olives avant trituration. (Rodis, 2002). La demande chimique en oxygène (DCO) moyenne des margines se situe entre 30 et 150g/L, reflétant la quantité de matière organique oxydable, notamment les composés phénoliques qui contribuent à leur toxicité. Les margines sont également chargées en matières en suspension (MES) issues des matières organiques et minérales libérées lors du lavage et de la trituration des olives.

Les margines contiennent des matières volatiles liées à leur forte teneur en matière organique. Les composés phénoliques provenant de l'hydrolyse enzymatique des glucides et esters de la pulpe d'olive durant l'extraction, varient de 3 à 5g/L et pouvant dépasser 9g/L. (tableau 9)

La concentration d'huile résiduelle varie entre 0,02 et 1% (v/v) selon le procédé d'extraction avec un pourcentage de 65% de l'acide oléique, de la totalité de l'huile.

Tableau 9: compositions des margines

pH	CD	DCO	DBO	Phénol
4-5,5	4,8-10 mS	30-150g/L	13,4-37,5	3-9g/L

(Paraskeva et al., 2007); (Khoufi et al., 2015)

I.4.3.2 Valorisation et traitement des margines

Les margines sont des effluents acides issus de la production d'huile d'olive, se caractérisent par une charge organique élevée (notamment en polyphénols) et un potentiel polluant important. Leur traitement et leur valorisation sont essentiels pour limiter leur impact environnemental tout en exploitant leurs propriétés fertilisantes et énergétiques.

1. Méthodes biologiques de traitement

a. Bassins d'évaporation

Les margines sont stockées dans des bassins où l'eau s'évapore naturellement. Une biodégradation partielle de la matière organique est assurée par des bactéries et levures en conditions aérobies ou anaérobies. Bien que simple, cette méthode est lente et peut générer des nuisances olfactives. (Tomati et al., 1992)



Figure 20: exemple de bassin d'évaporation des margines.

b. Biodégradation aérobie

Des micro-organismes dégradent la matière organique en présence d'oxygène (bassins d'aération, biofiltres). Efficace pour réduire la charge polluante, cette méthode nécessite un contrôle rigoureux de l'apport en oxygène.

c. Digestion anaérobie

Des bactéries acidogènes et méthanogènes transforment jusqu'à 80 % des substances organiques en biogaz (mélange de 65-70 % de méthane), tout en générant des boues stabilisées. Cependant, les composés phénoliques peuvent inhiber le processus. (Loulan et al., 1987)

2. Valorisation agricole

a. Épandage direct comme fertilisant

Les margines contiennent des nutriments clés : potassium (3,5–11 kg K_2O/m^3), phosphore (0,6–2 kg P_2O_5/m^3) et magnésium (0,15–0,5 kg MgO/m^3) . (Sierra, et al. 2007). Un épandage modéré ($\leq 100 m^3/ha/an$) améliore la fertilité des sols, notamment pour les oliviers (Mekki M. , Dhouib., & Sayadi, .2013) Les polyphénols, initialement phytotoxiques, sont dégradés en deux mois par la microflore du sol. Des précautions sont nécessaires (analyse préalable, neutralisation au besoin) pour éviter la pollution des nappes phréatiques. (Galli et Pasetti, 1999)



Figure 21: épandage comme fertilisant

b. Production de compost

Le compostage des margines génère un fertilisant riche en phosphore et potassium, exempt de pathogènes, idéal pour l'amendement des sols (Tomati et al., 1992 ; Galli . et al., 1999).

3. Valorisation industrielle et énergétique

a. Récupération des composés phénoliques

Les polyphénols des margines, extraits via des procédés chimiques ou biologiques, sont utilisés dans les industries pharmaceutique et cosmétique. (Knupp, et al., 1996)

b. Production de protéines unicellulaires

La culture de levures *Candida sp.* sur des margines réduit la DBO de 60 à 70 % et produit 13 kg de levures/m³. Ces levures absorbent également le colorant brun des effluents, facilitant leur épuration. Les protéines obtenues servent en alimentation animale. (Alami, 2000)

c. Biogaz comme source d'énergie

La digestion anaérobie valorise la matière organique en biogaz, une source d'énergie renouvelable. (Loulan, et al., 1987)

4. Prérequis environnementaux

Épandage : Adaptation aux types de sols (éviter les sols sableux/hydromorphes).

Neutralisation : Ajout de chaux si pH trop acide.

Surveillance : Contrôle de la conductivité et de l'azote total avant application.

Les margines offrent des opportunités de valorisation multiples (énergie, agriculture, industrie), mais leur gestion doit intégrer des précautions environnementales. Les méthodes biologiques (digestion anaérobie, compostage) et les applications agricoles (épandage modéré) se distinguent par leur durabilité, tandis que la récupération des polyphénols ouvre des perspectives économiques innovantes.

I.5 Le maïs (*Zea mays*)**Aspects généraux**

L'origine du maïs remonte à environ 9 000 ans dans les vallées montagneuses du Mexique, où les populations néolithiques consommaient une plante sauvage appelée téosinte. Après sa domestication, cette plante a évolué pour devenir le maïs que nous connaissons aujourd'hui.

La culture du maïs aurait débuté en Amérique centrale, principalement au Mexique. Ce n'est qu'après la découverte de l'Amérique, au XVI^e siècle, que le maïs fut introduit en Europe, puis diffusé en Afrique et en Asie. Depuis l'Espagne, il s'est progressivement propagé en Europe du Sud, au Proche-Orient et en Afrique du Nord, pour finalement s'implanter, au XVII^e siècle, dans toutes les zones de cultures traditionnelles. (Benosmane, et Gharbi, 2017)

I.5.1 Importances taxonomiques

Le maïs (*Zea mays*), appelé « blé d'Inde » au Canada, est une plante herbacée annuelle de la famille des Poacées (graminées). Cultivé pour ses grains riches en amidon et comme plante fourragère, il est botaniquement un fruit, bien que souvent considéré comme un légume (Doe, 2010). Sa morphologie comprend une tige robuste (40 cm à 6 m de haut), des feuilles arquées et des fleurs mâles (panicules) et femelles (épis) distinctes, ces dernières étant pollinisées par le vent. (Smith, et al., 2015)

I.5.1.1 Taxonomie du maïs

Le maïs appartient à la classification Suivant (Benosmane et Gharbi, 2017) :

Règne : Planta

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Cyperales

Famille : Poaceae

Genre : *Zea*

Espèce : *Zea mays*

I.5.1.2 Composition chimique du grain

Le maïs présente une composition chimique principalement dominée par l'amidon (environ 70 %), qui constitue son principal glucide et réserve énergétique. Viennent ensuite les fibres (10 %), contribuant à la santé digestive, suivies des protéines (8 %), essentielles à la croissance et au métabolisme. Les lipides représentent environ 7 %, jouant un rôle dans le stockage d'énergie, tandis que les 5 % restants incluent divers sels minéraux (tels que le potassium, le magnésium et le phosphore) ainsi que des vitamines et d'autres composés mineurs. (FAO, 2022 ; Watson, 2003)

I.5.2 Description du maïs (*Zea mays*)**I.5.2.1 Morphologie**

D'après (Boukar, 2017) ; La tige de structure rigide, présente de nombreux entre-nœuds, À chaque nœud s'insère une feuille alternée, de grande taille, pouvant atteindre 10 cm de largeur et 1 m de longueur. La gaine foliaire est relativement mince, tandis que le limbe (partie principale de la feuille) adopte une forme rectangulaire.

La plante développe parfois des talles (tiges secondaires) à sa base, issus de la tige principale. Le système racinaire se compose de racines adventives densément regroupées, formant une couronne autour de la base de la tige. Ces racines, très ramifiées, peuvent s'enfoncer jusqu'à 1 m de profondeur.

Sur le plan reproductif, le maïs est une plante monoïque : les fleurs mâles sont regroupées en panicules terminales (à l'extrémité de la tige), tandis que les fleurs femelles forment des épis (ou "oreilles"), situés à l'aisselle des feuilles (Boukar, 2017).



Figure 22: plante du maïs

I.5.2.2 Composants de la plante

I.5.2.2.A Système racinaire

Le maïs développe un système racinaire fasciculé (racines fines et ramifiées formant un réseau dense), principalement superficiel (ne dépassant pas 50 cm de profondeur). Des racines adventives, dites crampons, émergent également au niveau des nœuds basaux de la tige pour stabiliser la plante. (TenHoopen, & Maïga, 2012)

I.5.2.2.B Morphologie de la tige

La tige, robuste et lignifiée, mesure 1,5 à 3,5 m de hauteur pour un diamètre de 5 à 6 cm. Composée de nœuds et entre-nœuds (environ 20 cm chacun), elle contient une moelle spongieuse et sucrée. Chaque nœud porte une feuille disposée de façon alterne le long de la tige (TenHoopen & Maïga, 2012).

I.5.2.2.C Structure des feuilles

Les feuilles, de grande taille (jusqu'à 1 m de long et 10 cm de large), présentent une base engainante (enveloppant la tige) et un limbe rubané à nervures parallèles. À la jonction entre le limbe et la gaine se trouve une ligule membraneuse, caractéristique des Poacées (TenHooopen & Maïga, 2012).

I.5.2.2.D La fleur femelle (pistillée)

Les fleurs femelles sont regroupées en épis, situés à l'aisselle des feuilles. Chaque épi porte 10 à 20 rangées de fleurs, formant des grains après fécondation. L'épi est constitué d'un axe central fertile entouré de bractées foliacées (feuilles modifiées). À maturité, les soies (stigmates allongés) se dessèchent, et chaque épi peut contenir entre 500 et 1000 grains, selon les variétés et les conditions de croissance. (Autfray, et Raharison, 2020)

I.5.2.2.E La fleur mâle (staminée)

La fleur mâle, forme une panicule terminale (ou "panicule mâle") qui émerge après la dernière feuille. Cette structure est composée de spikelets floraux, généralement regroupés par deux ou trois sur des pédicelles courts. Chaque spikelet contient des étamines produisant du pollen (Autfray et Raharison, 2020).

I.5.2.3 Structure du grain de maïs (Boukar, 2017)

Le grain de maïs se divise en trois parties principales :

L'embryon (germe)

Appelé aussi gemmule, il résulte de la fusion des noyaux gamétiques mâle et femelle lors de la fécondation. Il contient le futur plant (radicule et plumule) et est riche en réserves lipidiques.

L'albumen (endosperme)

Principal réservoir nutritif du grain, il est majoritairement composé d'amidon. Une couche périphérique, appelée couche à aleurone, est riche en protéines et entoure l'endosperme.

Les enveloppes (téguments)

Une membrane fibreuse mince, issue du péricarpe de l'ovaire, protège le grain. Elle correspond aux tissus externes du fruit (caryopse).

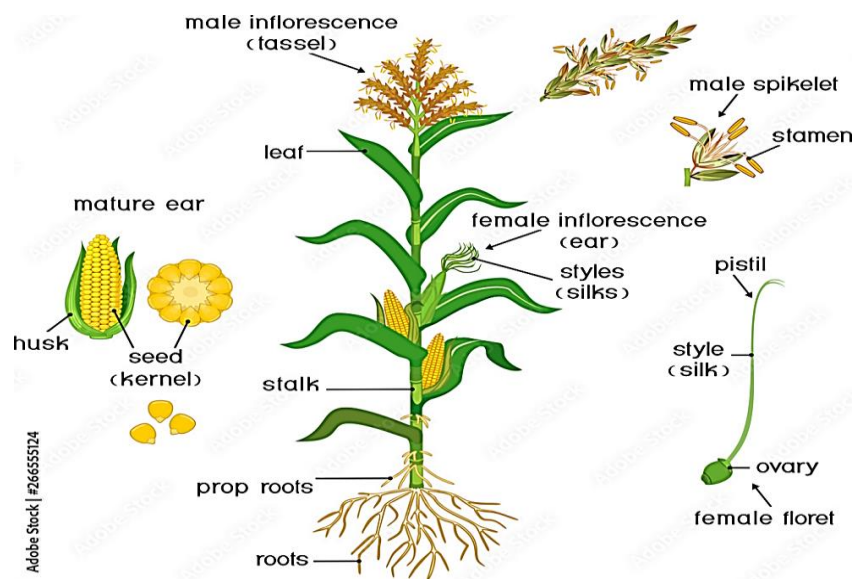


Figure 23: La Plante de maïs et Structure et composition du grain.

I.5.3 Cycle végétatif du maïs

Croissance et développement

Le cycle complet du maïs s'étend sur 90 à 180 jours, selon la variété et les conditions environnementales. Il comprend quatre phases distinctes : germination, croissance végétative, floraison/fécondation et maturation. (TenHoopen, et Maïga, 2012)

a) Phase de germination

Jours 0-2 : Absorption d'eau par le grain, déclenchant son gonflement.

Jours 2-3 : Émergence de la radicule (première racine).

Jours 3-4 : Apparition de la tigelle (jeune tige).

Jours 8-10 : Levée généralisée des plantules (sortie des jeunes plants du sol) (TenHoopen et Maïga, 2012).

b) Phase de croissance végétative

- Semaines 4-5 : La plante atteint 10-15 cm de hauteur. La croissance reste lente, influencée par la température, l'humidité du sol et la variété.
- Jours 60 : La hauteur moyenne est de 50-60 cm.

- Jours 70-95 : Apparition des inflorescences mâles (panicules terminales), marquant la fin de la phase végétative (TenHoopen et Maïga, 2012).

c) Phase de floraison et fécondation

- Jours 75-103 : Les inflorescences femelles (soies des épis) deviennent réceptives 5 à 8 jours après l'émission du pollen par les panicules mâles, permettant la fécondation (TenHoopen et Maïga, 2012).

c) Phase de maturation

Après fécondation, les grains traversent trois stades physiologiques successifs :

- Stade laiteux : Les grains contiennent un liquide laiteux.
- Stade pâteux : Le liquide s'épaissit en une consistance pâteuse.
- Stade sec : Les grains perdent leur humidité et durcissent, atteignant la maturité physiologique (TenHoopen et Maïga, 2012).

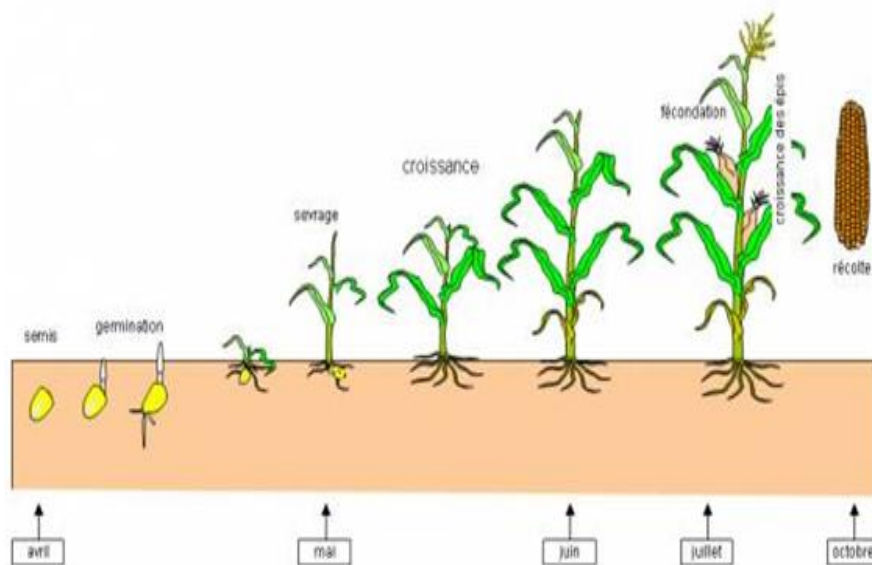


Figure 24: cycle de développement du maïs

I.5.4 Les différentes variétés du maïs (*Zea mays*)

La plupart des variétés cultivées sont des hybrides F1 qui sont moins nutritives que les variétés anciennes. De plus, il n'est pas possible de les reproduire.

Voici une sélection de variétés anciennes qui résistent à l'envahisseur :

Black Mexican : épis de 8 à 12 rangs de grains noirs à maturité. Variété au feuillage vert pâle et aux soies rose clair.

Candy Mountain : variété hâtive qui convient aux sols frais. Mais jaunes de 12 rangs à la saveur sucrée.

Arc ciel Inca : ses épis multicolores ne passent pas inaperçus, variété robuste de 3m de haut, avec des tiges et des feuilles qui tirent parfois sur le violet.

Glass Gem : encore une variété multicolore originale aux grains translucides. Mesurant 2m à 3m de haut, elle offre des épis de 10cm à 20cm de long.

Golden Bantam : une variété ancienne qui produit entre 1et 2 épis bien jaunes de 8 rangs de grains.

Oaxacan Green : grands épis verts de 20cm.

I.6 Effets agronomiques bénéfiques des grignons et des margines

I.6.1 Effets des Grignons d'olive (tourteaux)

I.6.1.1 Sur le sol

- Amélioration de la structure et de la matière organique : Les grignons compostés augmentent la teneur en carbone organique et améliorent la porosité du sol, favorisant la rétention d'eau et l'aération. (Alburquerque, et al., 2004)
- Stimulation de l'activité microbienne : Leur richesse en lignine et cellulose sert de substrat aux microorganismes bénéfiques, accélérant la décomposition des résidus organiques. (Roig, et al., 2006)

I.6.1.2 Sur les plantes

- Fertilisation organique : Les grignons apportent des nutriments (N, P, K) et oligo-éléments, stimulant la croissance végétative et les rendements. (Fernández-Hernández, et al., 2014)
- Réduction des stress abiotiques : Leur application améliore la résistance des plantes à la sécheresse grâce à une meilleure rétention hydrique du sol. (Kavvadias, et al., 2010)

I.6.2 Effets des Margines (eaux résiduaire des moulins à huile)

I.6.2.1 Sur le sol

- Valorisation après compostage : Les margines compostées enrichissent le sol en azote et potassium, sans risque de salinisation. (Paredes, et al., 2005)
- Suppression des pathogènes : Leurs composés phénoliques (ex. hydroxytyrosol) inhibent les champignons telluriques (ex. *Verticillium dahliae*). (Bonanomi, et al., 2006)

I.6.2.2 Sur les plantes

- Biostimulation : Les polyphénols des margines, à faible dose, agissent comme stimulateurs de croissance racinaire. (Chaari, et al., 2015)
- Alternative à l'irrigation : Diluées, les margines peuvent être utilisées pour l'irrigation en zones arides, réduisant le stress hydrique. (Mekki, et al., 2006)

I.6.3 Effets combinés (Grignons + Margines)

- Synergie dans le compostage : Le mélange grignons/margines accélère la maturation du compost et équilibre le rapport C/N, optimisant la biodisponibilité des nutriments. (Saadi, et al., 2007)
- Dépollution des sols contaminés : Leurs composés organiques fixent les métaux lourds (ex. plomb), réduisant leur toxicité pour les plantes. (García-Gómez, et al., 2020)

I.7 Les risques environnementaux

I.7.1 Impacts des margines

I.7.1.1 Impacts sur les milieux aquatiques

Pollution organique et déséquilibre des écosystèmes

La pollution organique des milieux aquatiques engendre un déséquilibre important des écosystèmes en raison de la forte demande biochimique en oxygène (DBO) et chimique en oxygène (DCO), qui épuise l'oxygène dissous dans l'eau. Cette diminution de l'oxygène provoque des conditions d'hypoxie, entraînant la mortalité de la faune aquatique, notamment des poissons. (Mébirouk, 2002 ; Kapellakis et Halvadakis, 2008). Par ailleurs, la présence de sucres réducteurs stimule la respiration microbienne, ce qui accentue encore la consommation d'oxygène dans le milieu (Kapellakis et al., 2008). De plus, les lipides présents dans l'eau

forment un film imperméable à la surface, bloquant la lumière nécessaire à la photosynthèse et perturbant les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère, ce qui aggrave davantage la dégradation des conditions de vie aquatiques. (Benyahia, et Zein, 2003); Kapellakis et al., 2008).

Toxicité et effets visibles

Les polyphénols et tannins présents dans les eaux contaminées colorent celles-ci en noir, réduisant ainsi leur capacité d'auto-épuration tout en se révélant toxiques pour la microflore aquatique. (Francesco, 1993); Kapellakis et al., 2008). Par ailleurs, la présence de phosphore favorise l'eutrophisation des milieux aquatiques, ce qui entraîne une prolifération excessive d'algues ainsi que de pathogènes, dégradant encore davantage la qualité de l'eau et perturbant l'équilibre écologique. (Lacomelli, 2000 ; McNamara et al., 2008)

Pollution des eaux souterraines

L'épandage non contrôlé libère des nitrates et substances phytotoxiques (phénols, pesticides), contaminant les nappes et compromettant l'eau potable. (Benyahia, et Zein, 2003 ; Fki et al., 2005)

I.7.1.2 Impacts sur les sols

-Dégradation physico-chimique

L'acidification et l'augmentation de la salinité entraînent une altération de la structure du sol, ce qui réduit significativement sa fertilité. (Fiestas, 1981 ; Iboukhoulef, 2014). Par ailleurs, la présence de lipides dans le sol provoque un colmatage qui limite sa perméabilité ainsi que son aération, compromettant ainsi les échanges gazeux et la circulation de l'eau indispensables à la vie microbienne et à la croissance des plantes. (Guendouz-Aouichat, 2020)

-Inhibition de l'activité biologique

Les phénols présents dans l'environnement inhibent l'activité de la microflore et perturbent les symbioses essentielles entre les plantes et les microorganismes, compromettant ainsi les processus biologiques indispensables à la santé des écosystèmes (Tournier, 1986 ; Benyahia et Zein, 2003). De plus, les résidus de pesticides contenus dans les marges sont toxiques pour les végétaux, aggravant encore les effets néfastes sur la biodiversité et la productivité des milieux naturels (Bourbia, Ferhat, 2016).



Figure 25: l'impact des margines sur le sol

I.7.1.3 Impacts sur les plantes

Les composés phénoliques présents dans les margines sont phytotoxiques, car ils inhibent la germination de diverses plantes telles que la tomate, le pin ou l'atriplex, tout en réduisant les rendements agricoles (Dellagrecia, et al., 2001 ; Muscolo et al., 2001 ; Sumperdo et al., 2004). L'utilisation directe des margines non traitées en agriculture aggrave ces effets néfastes, rendant indispensable un prétraitement préalable afin d'éliminer ces substances inhibitrices et protéger ainsi la croissance des cultures (Elhajjouji, 2007).



Figure 26: impacts sur les plantes

I.7.2 Impact des grignons**I.7.2.1 Sur les sols**

- **Phytotoxicité**

Les grignons contiennent une concentration élevée de composés phénoliques (comme l'oleuropéine), acides organiques (acide gallique, acide caféique) et lipides résiduels. Ces substances interfèrent avec la germination des graines et la croissance des plantes en inhibant l'activité enzymatique des cellules végétales et en perturbant les membranes cellulaires. Selon Mekki et al. (2006), ces composés réduisent la disponibilité des nutriments essentiels (azote, phosphore) en se liant aux minéraux du sol ou en altérant l'activité des microorganismes bénéfiques (ex : bactéries nitrifiantes). Par exemple, des expériences en laboratoire ont montré une réduction de 50 % de la germination de graines de blé en présence de grignons non compostés à des concentrations supérieures à 10 % du volume du sol.

- **Acidification du sol**

Le pH naturellement acide des grignons (entre 4 et 5) peut modifier le pH du sol, surtout dans les sols alcalins. Cette acidification entraîne une précipitation du phosphore, le rendant indisponible pour les plantes, et une réduction de la disponibilité du calcium, essentiel pour la structure des parois cellulaires. Parallèlement, l'acidité accroît la solubilité des métaux lourds (ex : aluminium, manganèse), qui deviennent toxiques pour les racines à des concentrations élevées. (Azbar, et al. 2004) ont observé une augmentation de 30 % de la concentration d'aluminium échangeable dans les sols traités avec des grignons, provoquant des nécroses racinaires chez les cultures sensibles comme la luzerne.

- **Salinisation**

Les grignons sont riches en sodium (Na^+) et potassium (K^+), avec des concentrations pouvant atteindre 5–10 g/kg pour le sodium. Leur accumulation dans le sol augmente la conductivité électrique (CE), déclenchant un stress salin. Sierra et al. (2001) ont démontré qu'une application non contrôlée de grignons élève la CE à des niveaux critiques (> 4 dS/m), provoquant une déshydratation osmotique des plantes et une dispersion des agrégats du sol. Cela réduit la stabilité structurale du sol, favorisant l'érosion et limitant la rétention d'eau. Les cultures sensibles à la salinité (ex : fraises, haricots) présentent alors un retard de croissance et une chlorose foliaire.

- **Accumulation de métaux lourds**

Les grignons peuvent contenir des traces de cuivre (Cu) et zinc (Zn), issus des pesticides utilisés dans les oliveraies ou des équipements métalliques lors de l'extraction de l'huile. (Roig, et al. 2006) ont signalé des concentrations allant jusqu'à 150 mg/kg de cuivre dans certains résidus, dépassant les seuils autorisés pour les sols agricoles. Ces métaux s'accumulent dans le sol et sont lentement absorbés par les plantes, risquant une bioaccumulation dans la chaîne alimentaire. À long terme, cela dégrade la fertilité du sol et peut rendre les cultures impropres à la consommation humaine.

- **Inhibition de l'activité microbienne**

Les polyphénols et les tanins des grignons ont des propriétés antimicrobiennes qui perturbent la diversité et la fonction des communautés microbiennes du sol. (Piotrowska, et al. 2006) ont observé une réduction de 40 % de l'activité des enzymes clés (déshydrogénases, uréases) et une baisse de la population de bactéries nitrifiantes, ralentissant la minéralisation de l'azote. Sans une décomposition efficace de la matière organique, le cycle des nutriments est bloqué, et les sols deviennent moins productifs. De plus, la diminution des champignons mycorhiziens limite l'accès des plantes à l'eau et au phosphore.

- **Compactage et réduction de la perméabilité**

L'application massive de grignons, surtout lorsqu'ils sont frais et fibreux, obstrue les macropores du sol, essentiels pour l'aération et le drainage. (Cabrera, et al. 1996) ont mesuré une diminution de 20 à 35 % de la conductivité hydraulique dans les sols amendés avec des grignons, augmentant les risques de stagnation d'eau et d'asphyxie racinaire. Ce compactage favorise également la formation de croûtes de surface, aggravant l'érosion et réduisant l'infiltration des pluies.

I.7.2.2 Sur les plantes

- **Inhibition de la croissance**

Les grignons d'olive contiennent des composés phénoliques, tels que l'hydroxytyrosol, le tyrosol et les acides phénoliques, qui sont connus pour leur activité antioxydante mais aussi pour leur phytotoxicité. Lorsqu'ils sont libérés dans le sol, ces composés induisent un stress oxydatif chez les plantes en générant des espèces réactives de l'oxygène (ROS). Ces molécules

oxydatives endommagent les membranes cellulaires, les protéines et l'ADN, perturbant ainsi des processus physiologiques clés comme la photosynthèse.

Une étude de (Kavvadias, et al. 2010) a montré que l'application de grignons sur des cultures de tomates et de céréales réduisait significativement la biomasse racinaire et la longueur des racines, limitant l'absorption d'eau et de nutriments. La photosynthèse est également affectée en raison de la dégradation des pigments chlorophylliens (chlorophylle a et b), ce qui ralentit la croissance des parties aériennes. Ces effets sont dose-dépendants : des concentrations élevées de phénols (> 5 % de grignons dans le sol) entraînent une inhibition totale de la germination des graines chez certaines espèces sensibles.

- **Déséquilibre nutritif**

Les grignons non compostés présentent un rapport carbone/azote (C/N) élevé (souvent > 40), bien supérieur au ratio idéal pour les sols agricoles. Ce déséquilibre stimule la croissance rapide des microorganismes du sol, qui consomment l'azote disponible (sous forme de nitrates ou d'ammonium) pour dégrader la matière organique riche en carbone. Ce processus, appelé immobilisation de l'azote, prive les plantes de cet élément essentiel, provoquant des carences visibles (jaunissement des feuilles, retard de croissance).

(Chaari, et al. 2015) ont démontré que l'incorporation de grignons non traités dans des sols cultivés réduisait de 30 à 50 % la disponibilité de l'azote pendant les premières semaines, impactant particulièrement les cultures exigeantes en azote (ex : blé, légumineuses). Ce blocage nutritif persiste tant que le rapport C/N reste élevé, nécessitant un compostage préalable pour stabiliser la matière organique et libérer progressivement l'azote.

- **Toxicité directe**

Les acides gras libres (ex. acide oléique, palmitique) et les tanins présents dans les grignons agissent comme des agents toxiques directs pour les plantes. Ces composés altèrent l'intégrité des membranes cellulaires en interagissant avec les phospholipides, ce qui augmente leur perméabilité et provoque une fuite d'électrolytes. Cette perturbation entraîne une déshydratation cellulaire et une inhibition des échanges ioniques, essentiels à la croissance.

Selon (Capasso, et al. 1992), les tanins, en particulier, forment des complexes insolubles avec les protéines et les enzymes végétales, bloquant des voies métaboliques critiques comme la synthèse d'auxines (hormones de croissance). Des expériences sur des plantules de maïs ont

révélé une réduction de 40 % de la germination et une nécrose racinaire précoce en présence de grignons non traités. Les jeunes plantes sont les plus vulnérables, car leurs tissus en développement sont moins capables de détoxifier ces composés.

Chapitre II : Matériel et méthode

II.1 Présentation des échantillons

II.1.1 Origines d'échantillonnages

L'étude a porté sur un ensemble d'échantillons de sous-produits oléicoles, margines et grignons d'olives, collectés au cours de la campagne oléicole 2024-2025 (novembre à janvier). Les échantillons proviennent de cinq régions différentes de Tizi Ouzou : Timizar, Tizi Rached, Ifigha, Azazga et Yakouren.

II.1.2 Méthodologie de Collecte

Échantillons

Dix échantillons de sous-produits oléicoles, dix échantillons de margines et dix échantillons de grignons ont été prélevés.

Huileries

Les échantillons ont été collectés à partir de dix huileries, réparties entre trois unités modernes utilisant un système de trituration continu à trois phases et sept unités traditionnelles fonctionnant avec un système discontinu.

Prélèvement

Les échantillons de margines ont été prélevés à partir des bassins et des places de stockage après un bon mélange. Tandis que les échantillons de grignons ont été pris des tas récents stockés dans les huileries.

Conservation et Transport

Les échantillons ont été transportés dans des bouteilles de 1,5 litre pour les liquides et des sacs de 3 kg pour les grignons. Ils ont été conservés à l'abri de la lumière au laboratoire jusqu'à leur utilisation.

Régions de Collecte

Les régions de collecte incluent : Timizar, Tizi Rached, Ifigha, Azazga, Yakouren. Cette distribution couvre les zones de plaines de pied mont et des reliefs montagneux.

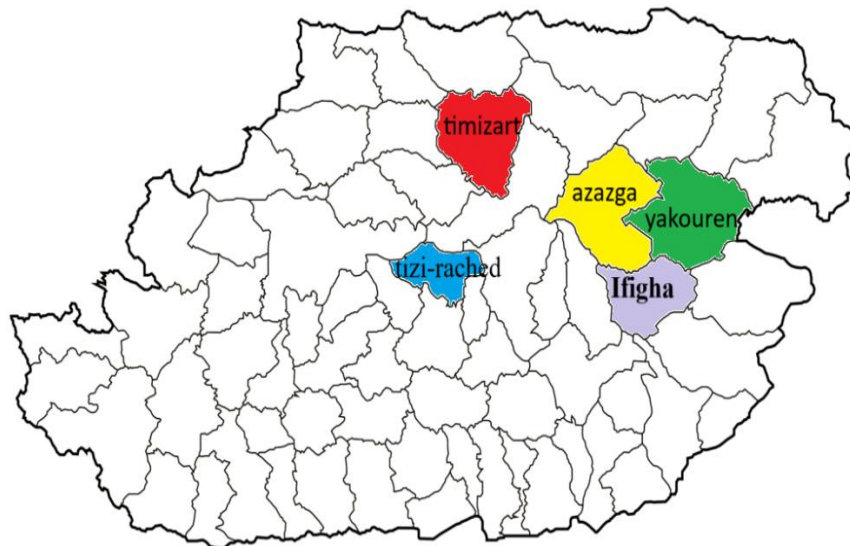


Figure 27: communes d'échantillonnages.

II.2 Paramètres analytiques

II.2.1 Caractérisation des margines

II.1.1 La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété physique qui caractérise la capacité d'une solution à laisser passer et conduire le courant électrique. Elle est l'inverse de la résistivité et est généralement notée par la lettre grecque σ (sigma). Les unités SI de la conductivité électrique sont les siemens par mètre ($S \cdot m^{-1}$) ou $(\Omega \cdot m)^{-1}$. (Mathieu et Pieltain 2003)

Matériels utilisés

- ✓ 10 échantillons de margines.
- ✓ Bêchers.
- ✓ Conductivimètre.
- ✓ L'eau distillée

Mode opératoire

- Déposer les bouteilles de margines sur la paillasse.
- Agiter chaque bouteille trois fois avant de verser un volume de l'échantillon dans le bécher.
- A l'aide d'un conductivimètre on mesure la conductivité, on insère la sonde dans le volume verser dans le bécher jusqu'à que la margine dépasse le trait noir marque sur la sonde.

- Lecture du résultat :

Les résultats affichés après que les chiffres se stabilisent. Chaque échantillon a trois répétitions, on refait la même étape a chaque répétition. Rincer la sonde et les bécgers d'un échantillon a un autre.



Figure 28:conductivité des margines.

II.1.3 Le pH

Le pH, ou potentiel hydrogène, est une mesure de l'acidité ou de la basicité d'une solution aqueuse. Il est défini par l'équation suivante :

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

Où $[\text{H}_3\text{O}^+]$ est la concentration en ions hydronium dans la solution, exprimée en moles par litre. Le pH varie entre 0 et 14, avec un pH de 7 indiquant une solution neutre, inférieur à 7 pour une solution acide, et supérieur à 7 pour une solution basique.

Matériels utilisés

- ✓ pH-mètre.
- ✓ 10 échantillons de margines.
- ✓ Bécgers.
- ✓ L'eau distillée.

Mode opératoire

- Préparer les bouteilles sur la paillasse.
- Agiter chaque bouteille trois fois avant de verser un volume de l'échantillon dans le bécher.
- A l'aide d'un pH-mètre, on insère la sonde dans le volume de l'échantillon, chronométrer 3 minutes, et lire les chiffres indiqués.
- Chaque échantillon a trois répétitions, d'une répétition à une autre et d'un échantillon à un autre on rince la sonde et le bécher avec de l'eau distillée.



Figure 29: pH des margines.

II.1.4 Détermination des résidus secs des margines

Matériels utilisés

- ✓ Echantillons de margine.
- ✓ Eprouvette graduée 100ml.
- ✓ Bouteilles en verts.
- ✓ Plaque chauffante.
- ✓ Balance de précision

Mode opératoire

- Peser les bouteilles en vers avec la balance de précision.

- A l'aide d'une éprouvette graduée. On mesure un volume de 100ml de margine, puis on verse le volume dans la bouteille en vert. On fait les mêmes étapes pour tous les échantillons et chaque échantillon aura trois répétitions.
- Déposer les échantillons sur la plaque chauffante, jusqu'à avoir un résidu sec, repeser les bouteilles pour pouvoir déterminer le poids sec du résidu.



Figure 30: résidu sec des margines

II.2 Caractérisation des grignons

II.2.1 Taux d'humidité

Matériels utilisés

- ✓ Balance de précision.
- ✓ Boîtes en aluminium.
- ✓ Une cuillère.
- ✓ 10 échantillons de grignon.
- ✓ Etuve.

Mode opératoire

Le poids frais des échantillons de grignon

- On pèse une boîte d'aluminium à l'aide d'une balance de précision et on mentionne le poids, puis on appuis sur tare, et on pèse 50g de grignon.

- On applique la même méthode pour tous les échantillons, et chaque échantillon est répéter trois fois.
- Après avoir pesé les échantillons on les met dans une Etuve pendant 48h, régler a 65 degré. (Met le 03/02/2025, récupérer le 05/02/2025).

Le poids sec des échantillons de grignon

- Après avoir récupérer les échantillons de l’Etuve, à l’aide de la balance de précision on refait les pesés de chaque échantillon.

Calcul de taux d’humidité

Poids frais=50g

Poids pesé après passage à l’étuve a 65⁰C pendant 48h

Le calcul : PF→100% ; PS→X □ $X=PS \times 100 / PF$;

L’humidité du grignon est $H\% = 100 - X$

A



Pesée de la boîte

B



Pesée de 50 g de grignon

C



Passage à l’étuve 48h

D



Pesé après séchage

Figure 31: différentes étapes du séchage du grignon.

II.2.2 Détermination de Conductivité électrique**Matériels utilisés**

- ✓ Bouteilles en verres.
- ✓ L'eau distillée.
- ✓ Balance de précision.
- ✓ Eprouvette graduée.
- ✓ 10 échantillons de grignon.
- ✓ Conductivimètre.
- ✓ Ph mètre.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette graduée de 50 ml, on remplit un volume de 50 ml, et le verser dans la bouteille en verre après avoir bien rincé.
- D'un autre côté, on pèse 10g du grignon à l'aide d'une balance de précision. On mélange les 10 g du grignon avec l'eau distillée, et on agite légèrement.
- On refait les mêmes étapes pour les 10 échantillons et chaque échantillon a trois répétitions. On laisse diluer pendant 24h.
- Après 24h :
 - À l'aide d'un conductimètre on insère la sonde dans la bouteille de l'extrait du grignon et on attend le chiffre se stabilise.

II.2.3 Détermination du pH

- On verse l'extrait du grignon dans une éprouvette graduée Et à l'aide d'un pH- mètre on insère la sonde dans l'extrait, et on chronomètre 3 min et on lit le chiffre afficher.



Figure 32: preparation des extrais 1/5 du grignon.



Figure 33: mesure de la conductivité et le pH des extrais 1/5du grignons

II.3 Tests de germination

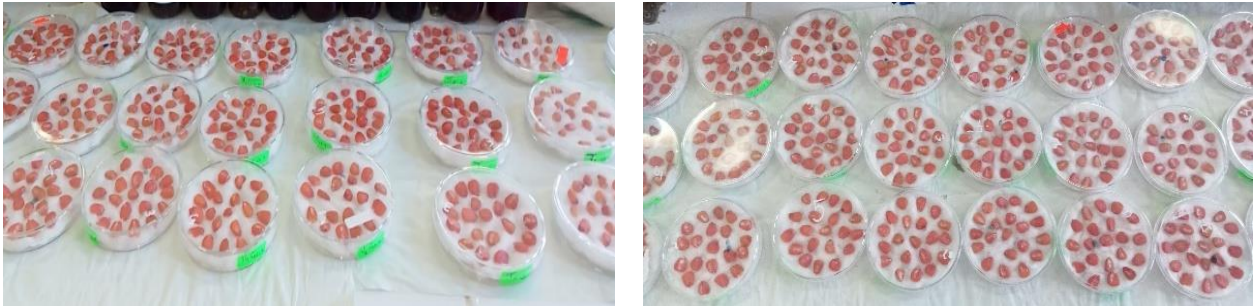
II.3.1 Préparation de graines

Matériels utilisés

- ✓ Variété 1 : SRONG Boy USA.
- ✓ Variété 2 : MAS73E France.
- ✓ Boîtes de pétri.
- ✓ Coton.
- ✓ Eprouvette graduée.
- ✓ L'eau distillée.
- ✓ 10 extrais 1/5 du grignon.
- ✓ 10 échantillons de margines.
- ✓ Béchers.
- ✓ Bouteilles en plastiques.
- ✓ Entons noir.

Mode opératoire

- Dans chaque boîte de pétri bien rincer et sécher on met une couche fine du coton. Et on dépose 20 graines de Maïs.
- On nomme les boîtes de selon l'ordre des échantillons qui les conviens.
- On fait la même opération pour chaque varier et boîte aura trois répétitions, plus trois témoins pour chaque variété.



Graines de maïs variété 1 : SRONG Boy USA

Graines de maïs variété 2 : MAS73E France.

Figure 34: préparations des graines de maïs.

II.3.2 Irrigation avec les extrais de grignon

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette graduée on pipete 20ml de chaque échantillon de l'extrait du grignon et on irrigue bien les trois bittes qui conviens selon l'ordre.
- Pour chaque variété et on irrigue les témoins avec de l'eau distiller.
- On fait le suivie de la germination pendant 10 jours.



Figure 35: irrigations des deux variétés avec différents échantillons des extrais 1/5 du grignon.

II.3.3 Irrigation avec les différentes dilutions de margine

Mode opératoire

- On prépare trois différentes dilutions de margine pour chaque échantillon de margines :
 - 100% de margine (500ml).
 - 50% margine et 50% l'eau distillée (250ml margine +250ml l'eau distillée).
 - 25% margine et 75%l'eau distillée (125ml margine +325ml l'eau distillée).
- On irrigue les boîtes de pétrie déjà préparer avec chaque type de dilutions et pour chaque type d'irrigation on fait trois répétitions.
- On fait les mêmes étapes pour chaque échantillon pour les deux variétés, plus trois témoins pour chaque variété irriguer avec de l'eau distillée.
- On fait le suivie de germination pendant 10 jours.



Figure 36: préparations des différentes dilutions de margines.



Figure 37: irrigations des deux variétés avec différents dilutions de margines

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1 Enquête de terrain

III.1.1 Localisation des huileries

Les enquêtes de terrain ont été réalisées auprès de 10 huileries. La figure 38 illustre la répartition proportionnelle des sites d'échantillonnages au sein de cinq communes de la wilaya de Tizi-Ouzou. La commune Tizi Rached présente la contribution la plus élevée, représentant 40% des échantillons collectés. Ifigha constitue le second site majeur avec 30% des prélèvements. Les communes de Yakouren, Azazga et Timizart affichent une fréquence identique, chacune contribuant à hauteur de 10% du totale des échantillons.

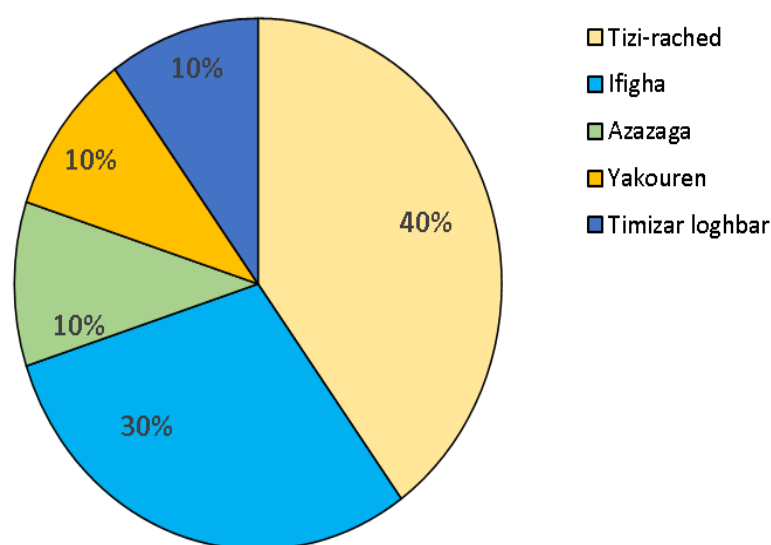


Figure 38: les communes d'échantillonnages à Tizi Ouzou en %

III.1.2 Année de mise en service des huileries

Le diagramme circulaire (figure 390 illustre l'année de mise en service. Les résultats sont catégorisés selon trois périodes : anciennes, récentes et très récentes. 40% des unités sont des anciennes huileries car elles font partie des huileries mise en service dans la période de 1944 jusqu'à 1967. 20% font parties de la période de 2000 jusqu'à 2006 sont donc récentes et 40% des huileries sont très récentes, elles correspondent à la période 2017-2019.

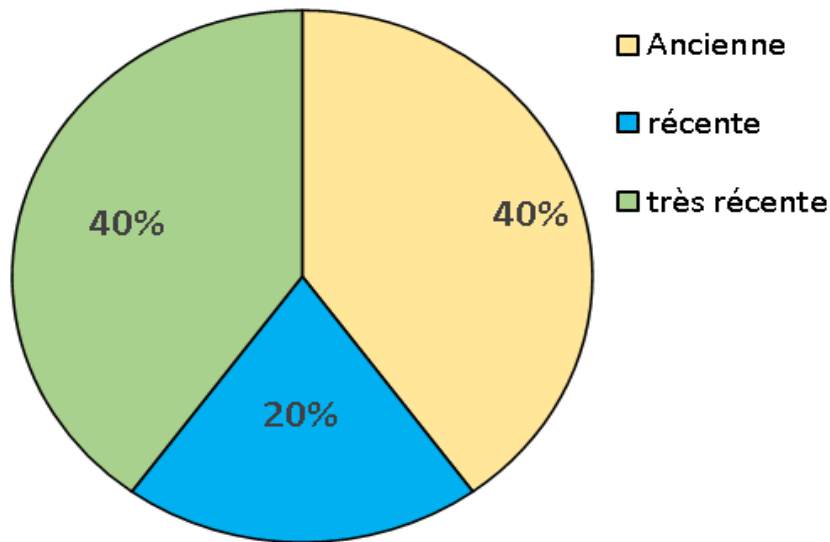


Figure 39: Années de mise en service des huileries

III.1.3 Type de projet

Le paramètre type de projet illustre la nature de l’huilerie et le type de gestion qu’elle utilise. La figure 40 présente les deux modèles de propriété dans un échantillon de dix unités de production huilières. Cet histogramme révèle une distribution significativement asymétrique, projets d’héritage familiale avec un pourcentage de 60% qui correspond à 7 huileries et projets individuels avec un pourcentage de 45% qui représente 5 huileries sur 10. Cette dominance du domaine familiale induit généralement une rigidité dans la gestion des huileries et les possibilités de développement.

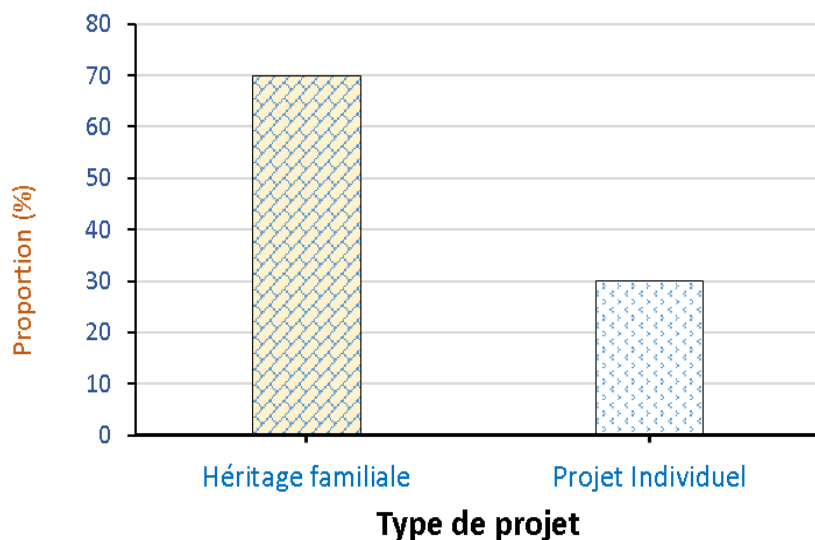


Figure 40: types de projet des huileries des échantillons utiliser

III.1.4 Nature de l'huilerie

Les huileries visitées utilisent différents systèmes d'extraction. Le modèle d'extraction à presse est très répandu dans notre wilaya au point qu'il est considéré traditionnel.

La figure 41 illustre la nature des unités de productions de l'huile des échantillons, l'histogramme relève deux natures de projets : traditionnelles et modernes. La nature traditionnelle domine avec une fréquence de 60%, qui correspond que 7 unités de production de l'huile sur 10 sont des huileries a système discontinu à presses, et 5 de 11 sont des unités a système modernes (continus à centrifugation) avec un pourcentage de 43%.

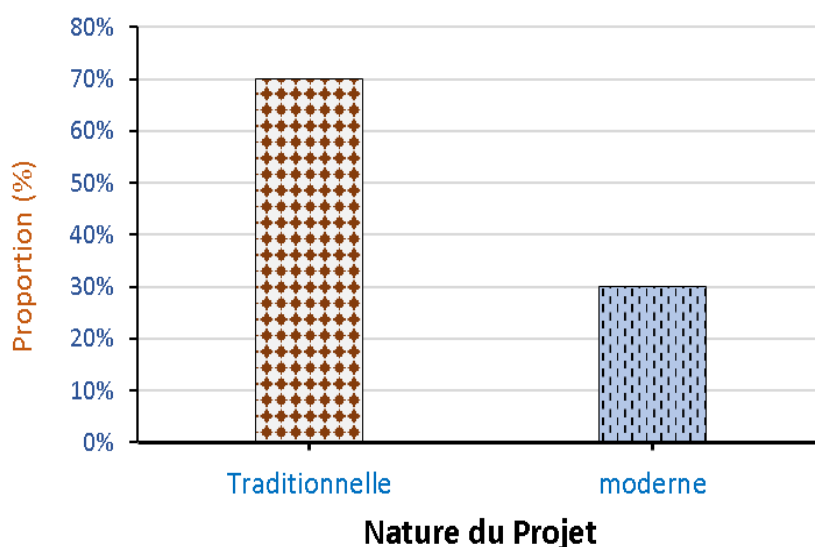


Figure 41: nature des huileries

III.2 Paramètres analytiques

III.2.1 Paramètres des margines

III.2.1.1 Conductivité électrique

La conductivité électrique CE des margines (tableau10) mesure la concentration des sels dissous (ions comme Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , etc.) elle est un indicateur direct de la salinité un facteur clé qui influence la qualité de l'eau ou du sol pour l'usage agricole.

La figure 42 : représente les résultats de la conductivité des échantillons de margines récoltes des différentes l'huileries de Tizi-Ouzou.

salinité, qui est typiquement due à : une forte teneur en sels minéraux dans les margines brutes, surtout dans les margines issues des procédés traditionnels. Une forte conductivité électrique

peut avoir un impact négatif sur les cultures ont provoquant un stress osmotique où les racines ont du mal à absorber l'eau qui cause un retard de croissance. L'excès de Na⁺, Cl⁻ peut causer une toxicité et une altération de structure du sol. (Ayers, et Westcot.1985).

leurs margines montrent une salinité modérée, cela peut être du a : un mélange partiel avec des eaux usées ou propres, ou à une sédimentation naturelle. La conductivité électrique modérée peut affecte les cultures sensibles (laitue, fraise, haricot) verront une chute du rendement tolérantes (Maiis, tournesol, betterave) peuvent encore se développer avec un léger stress. (Bernstien., 1975).

C14(2,50 mS/cm), C13(2,33 mS/cm) probablement des margines diluées ont une faible charge pour l'enivrement ou les plantes. Les margines faibles de conductivité électrique ont aucun effet notable sur les cultures même sensibles. (Rhoades, et al .1992).

Tableau 10 : Conductivité électrique (CE mS/cm) des margines.

Margines	C1	C12	C9	C14	C15	C16	C17	C18	C9	C20
MOY	5,57	6,67	2,33	12,50	6,37	6,30	0,20	4,40	4,57	5,20

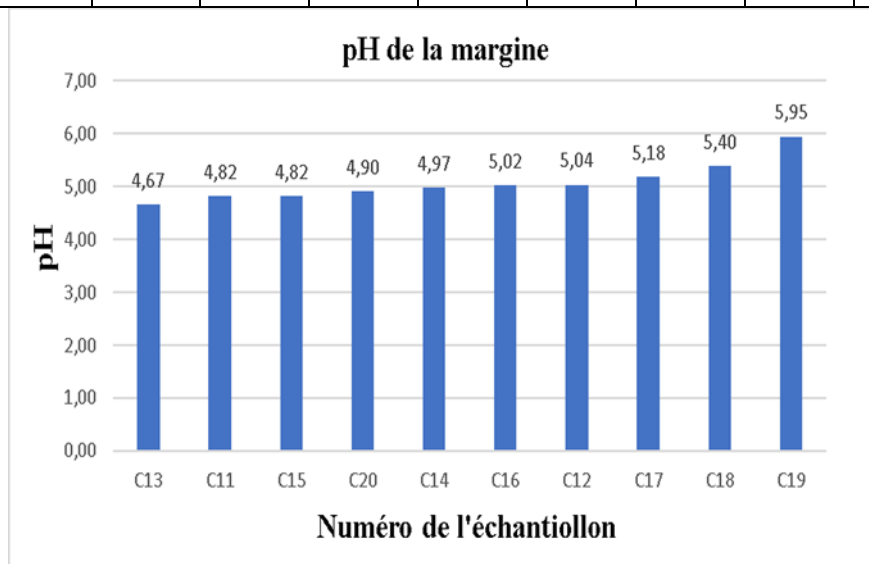


Figure 42: Distribution des valeurs conductivité des échantillons de margines.

III.2.1.2 pH des margines

Le pH est un paramètre fondamental pour évaluer la réaction chimique d'un effluent. Dans le cas des margines (tableau 11), un pH acide (< 7) est fréquent en raison de leur teneur élevée en composés organiques phénoliques, acides gras et autres substances issues du processus d'extraction de l'huile d'olive.

La figure 43 : représente les résultats du pH des échantillons de margines récoltes des différentes huileries de Tizi-Ouzou.

Échantillons C13, C11, C15, C20, C14 ont un pH très acide $\text{pH} < 5$ qui varie de 4,67 à 4,97. Cette acidité est principalement due à :

La fermentation anaérobie rapide des composés organiques (polyphénols, acides gras volatils), une absence de traitement ou de dilution après extraction, une accumulation prolongée dans des conditions fermées, favorisant l'acidification. (Sassi, et al., 2009).

Les margines très acides ont été associées à une germination inhibée, une croissance ralentie, voire une nécrose racinaire chez certaines cultures (oliviers jeunes, céréales, légumes sensibles...) et un risque d'acidification du sol, surtout en sols neutres ou légèrement basiques.

Echantillons C16, C12, C17, C18, C19 ont un pH modérément acide à légèrement acide ($\text{pH} > 5$) qui varie de 5,02 à 5,95. Qui peut être du à :

La composition chimique initiale des olives ou du sol (Roig et al., 2006). Une fermentation moins poussée, ou stockage plus court, un début de traitement ou dilution.

Un pH entre 5 et 6 permet Une dégradation plus rapide des composés toxiques (comme les polyphénols), une tolérance plus élevée par les plantes, surtout si le sol est bien tamponné. (Capasso, et al., 1999)

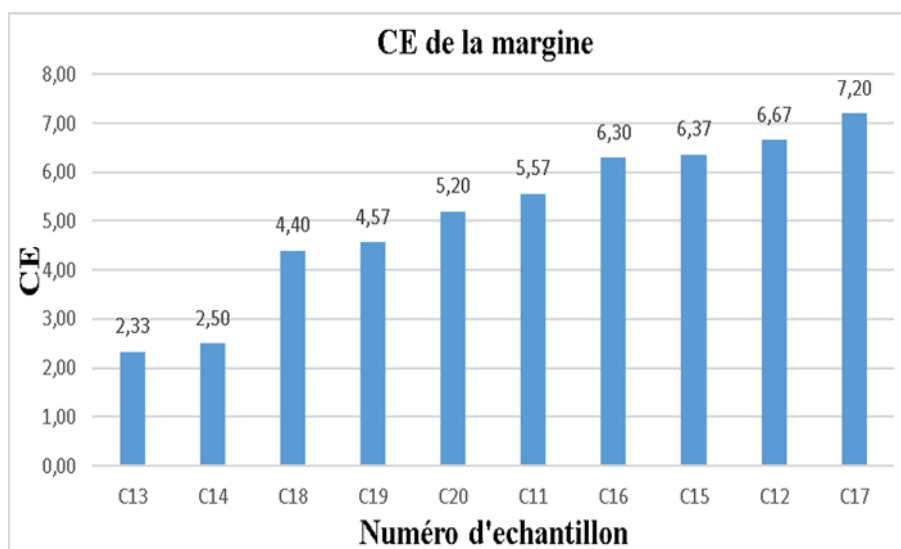


Tableau 10: moyennes du pH des échantillons de margines.

Margines	C1	C12	C9	C14	C15	C16	C17	C18	C9	C20
Moy	4,82	5,008	4,65	5,012	4,805	5,049	5,146	5,448	6,24	4,86

Figure 43: histogrammes des résultats du pH des échantillons de marge.

III.2.1.3 Résidu sec des margines

Le poids sec, correspondant au résidu solide après évaporation de l'eau, est un indicateur clé de la concentration en matières solides des margines (composés organiques, minéraux, phénols et fibres). Ce paramètre détermine directement la charge polluante et la viscosité de l'effluent . (Roig, et al., 2006.)

Le tableau 12 présentes la moyenne du résidu sec de chaque échantillon de margines récolter.

La figure 44 représente des histogrammes des résultats du poids de résidu sec de différents échantillons de marge en gramme. L'échantillon C18 (36,28 g) est une marge à poids sec très faible pauvre en matières organiques et particules solides. Cela peut être du a : trop d'apports hydriques externes (eaux pluviales ou domestiques), d'une extraction à trois phases (générant un effluent plus aqueux), ou d'une décantation prolongée favorisant la sédimentation des solides (Morillo et al., 2009). Leur impact environnemental est atténué : toxicité réduite

pour l'irrigation ou le compostage, mais valeur fertilisante limitée. Leur faible viscosité permet une infiltration rapide dans les sols, réduisant les risques de colmatage (Roig et al., 2006).

Margines brutes, cette catégorie résulte principalement d'une extraction à deux phases (procédé générant moins d'eaux résiduaire), d'un stockage sans évaporation significative, ou de l'absence de prétraitement (Paredes et al., 1999). La charge polluante substantielle nécessite des précautions d'usage : un épandage direct peut provoquer l'asphyxie des sols, mais après compostage, ces margines présentent un bon potentiel de valorisation agricole. (Mekki, et al., 2007.)

Margine à poids sec élevé C12, C13, C16 (poids>55 g) Caractérisées par une forte concentration en polluants organiques (phénols, lipides), ces effluents résultent typiquement d'extractions à deux phases non diluées, de stockages prolongés sans perte hydrique, ou d'évaporations accidentelles par surchauffe (Dermeche et al., 2013). Leur phytotoxicité élevée et leur risque de colmatage du sol interdisent l'utilisation brute en agriculture. En revanche, leur fort pouvoir calorifique (5-10 kWh/m³) ouvre des perspectives de valorisation énergétique par méthanisation ou combustion. (Hassani, et al., 2020).

Tableau 12: moyennes du poids du résidu sec des margines

Margines	C09	C12	C13	C9	C15	C16	C17	C18
MOY	53,13	55,19	59,40	5,57	50,45	6,59	51,31	36,28

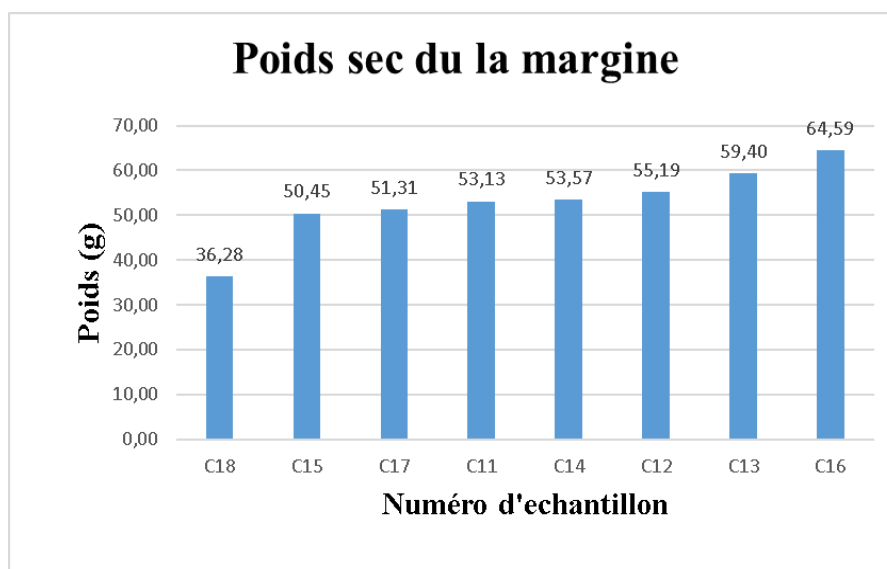


Figure 44: histogrammes des résultats du poids de résidu sec des margine.

III.2.2 Paramètre de grignon

III.2.2.1 Conductivité électrique des extrais 1/5 du grignon.

Le graphique présente la conductivité électrique (en mS/cm) de dix échantillons de grignon d'olive (C11 à C20) dilués à 1/5. (Tableau 13).

Conductivité électrique (CE) la plus faible, ce qui indique une faible teneur en sels minéraux ou une matière organique peu dégradée. À l'opposé, l'échantillon C16 affiche la valeur de CE la plus élevée, traduisant une forte concentration en ions libres, probablement due à une décomposition avancée de la matière organique ou à une origine plus saline du grignon. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces variations. D'une part, la dégradation organique libère des acides et sels minéraux, ce qui augmente la conductivité, notamment si la fermentation est plus poussée. (Cayuela, et al., 2008)

D'autre part, la variété et la maturité des olives influencent leur richesse en minéraux (Niaounakis, 2011). La méthode d'extraction joue aussi un rôle : la trituration en trois phases entraîne une solubilisation accrue des éléments, augmentant ainsi la CE (Roig et al., 2006). Enfin, les conditions de stockage peuvent modifier la charge ionique, notamment par lessivage ou concentration des sels.

Ces différences de conductivité ont des conséquences importantes. Sur le plan agronomique, une CE supérieure à 1 mS/cm peut engendrer une salinisation des sols, compromettant la croissance des cultures sensibles. (Morillo, et al., 2009) En compostage, une CE élevée peut

ralentir l'activité microbienne et donc freiner la minéralisation de la matière organique. (Abid, et Sayadi, 2006). Il est donc essentiel, dans une optique de valorisation agricole, de corriger les extraits trop conducteurs (par dilution ou chaulage) afin d'éviter une accumulation néfaste de sels.

Tableau 13 : moyennes de CE des extrais du 1/5 de grignon

Grignons	C11	C2	C13	C14	C9	C16	C17	C18	C19	C20
MOY	0,57	0,68	1.0	0,64	1,68	1,12	0,90	0,72	0,64	0,82

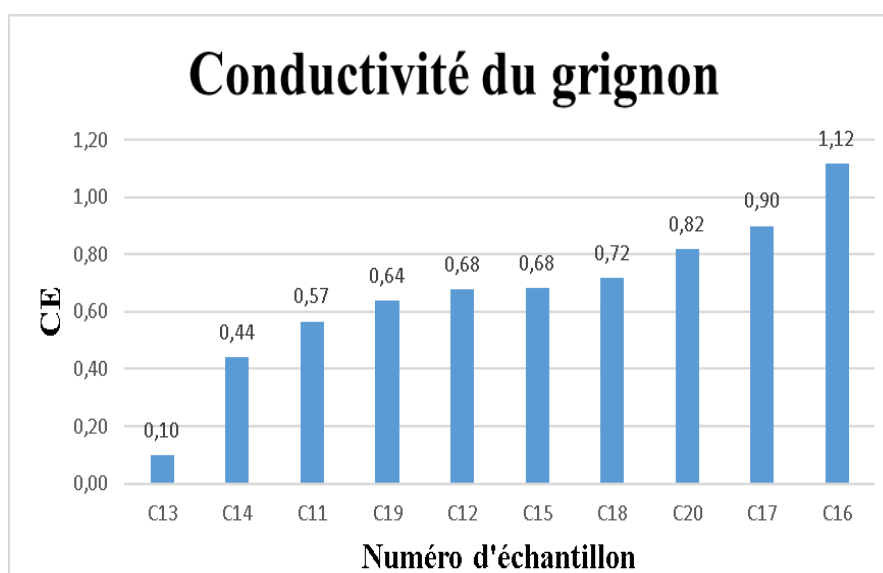


Figure 45: histogrammes des résultats de la conductivité des échantillons des extrais de 1/5 du grignon

III.2.2.2 pH des extrais 1/5 du grignon

Le tableau 14 montre les valeurs moyennes du pH de différents extraits aqueux (dilution 1/5) de grignons d'olive issus de plusieurs échantillons numérotés de C11 à C20.

Les résultats des histogrammes (figure 46) indiquent que le pH est inférieur à 7 pour tous les extrais et varie entre 4,70 (échantillon C16) et 5,93 (échantillon C18), ce qui confirme le caractère acide des grignons d'olive. Cette acidité est généralement due à la présence d'acides organiques (acide oléique, acide caféique, acide chlorogénique, etc.) ainsi qu'à des phénols hydrosolubles. (Niaounakis., 2011).

Une plus grande charge en acides libres, résultant de la fermentation ou de la dégradation microbienne de la matière organique. Une possibilité d'accumulation de substances phénoliques toxiques, souvent responsables d'un pH plus acide.

Les échantillons C18 et C12 affichent un pH plus élevé (>5), reflétant probablement une teneur moindre en composés acides ou une matière première mieux conservée.

Un pH trop acide peut limiter l'utilisation directe des grignons ou de leurs extraits dans les sols ou pour des applications biologiques sans traitement préalable (correction calcique, compostage, etc.). (Morillo, et al.2009)

Tableau 11: pH des extrais 1/5du grignons

Grignons	C11	C12	C3	C9	C15	C16	C7	C7	C9	C20
MOY	7,37	5,78	5,39	0,51	5,44	11,70	4,95	7,93	4,94	5,44

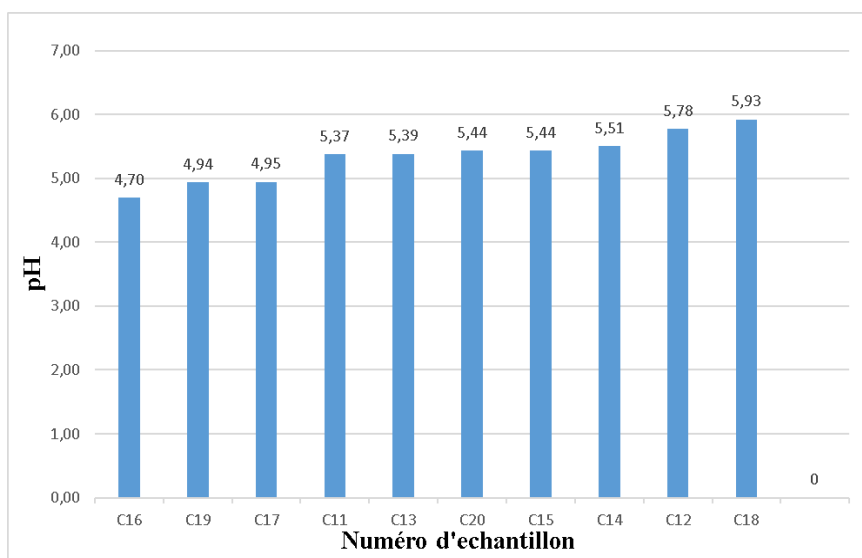


Figure 46: histogrammes des résultats du ph des échantillons de grignon

III.2.2.3 Taux d'humidité du grignon.

L'humidité des grignons d'olive est un paramètre critique influençant leur stabilité, leur valorisation agricole et leur compostage. Un taux inadapté provoque soit une fermentation anaérobie (trop élevé), soit une inhibition microbienne (trop faible).

Le tableau 15 indique les moyennes du taux d'humidité (%) des différents échantillons de grignon en pourcentage, avec des valeurs qui varient de 23,48% à 50,88% présentées par des histogrammes (figure 47). On peut classer cette variation de taux d'humidité en trois catégories :

- Grignons très humides (>45%) en groupe les échantillons C13, C16, C19, cette humidité excessive, peut être liée à un égouttage inefficace ou un stockage inadéquat (pressage incomplet, contact avec margines, défaut d'aération) entraînant moisissures, composés toxiques (méthane, acides), et difficultés logistiques. (Albuquerque, et al., 2004).
- Humidité modérée
: humidité optimale pour compostage/épandage. Résulte d'un égouttage efficace, d'un séchage partiel ou d'un mélange avec amendements secs. Favorise une biodégradation aérobie sans odeurs et réduit le lessivage des polluants. (Mekki, et al., 2013).

Tableau 12: Taux d'humidité de grignon

ECH	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
MOY	28,66	30,56	45,68	25,6	23,48	50,88	26,7	27,64	44,22	27,32

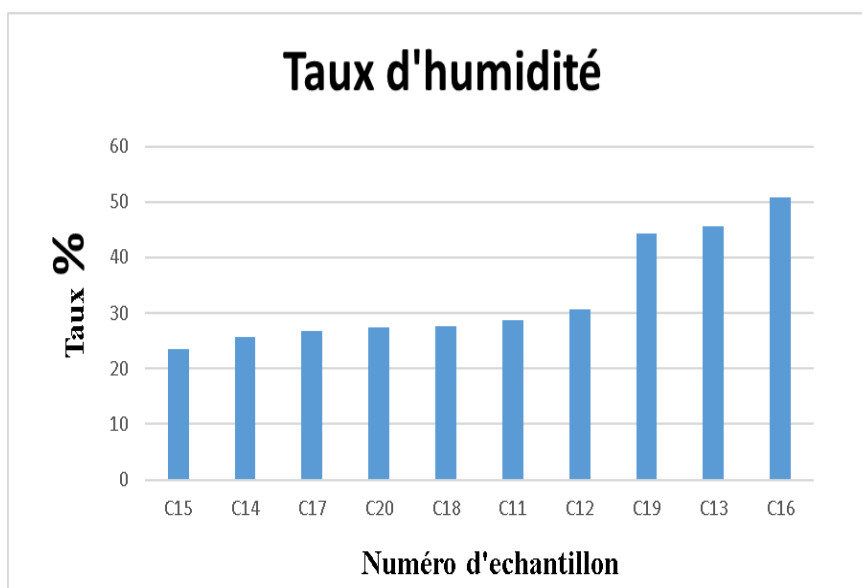


Figure 47: histogrammes des résultats des taux d'humidités des échantillons du grignon

III.3 Résultats des tests de germinations

III.3.1 Les différents stades de germination des deux variétés utilisés

La germination du maïs, qu'il s'agisse de la variété Strog Boy USA ou MAS73E, se déroule en plusieurs phases physiologiques essentielles, jouant un rôle fondamental dans le développement de la future plantule.

La phase A, dite imbibition, correspond à l'absorption rapide de l'eau par la graine, provoquant le gonflement des tissus et la reprise du métabolisme cellulaire. (Bewley, et al., 2013).

Suit la phase B, d'activation enzymatique ou métabolique, durant laquelle les réserves nutritives (amidon, protéines) sont mobilisées grâce à l'action d'enzymes digestives comme l'amylase pour fournir l'énergie nécessaire à la croissance. (Taiz, & Zeiger, 2010).

Ensuite, la phase C, émergence de la radicule, marque le début de la croissance visible : la radicule traverse le tégument, s'ancre dans le sol et commence l'absorption de l'eau et des nutriments.

Enfin, la phase D, croissance de la coléoptile et de la plumule, correspond à l'allongement de la gaine protectrice (coléoptile) et à l'émergence des premières feuilles, amorçant ainsi la phase aérienne de développement. (Hernández, & Bressan-Smith, 2004).

La rapidité et la réussite de ces étapes sont fortement influencées par les conditions environnementales, telles que la température, l'humidité et l'éventuelle présence de stress

chimiques, notamment ceux causés par des composés phytotoxiques comme ceux présents dans les margines.

III.3.2 Test de germination

III.3.2.1 Taux de germination du maïs irriguer par différents extraits du 1/5 du grignon

La variété 1 (Strog Boy, USA)

L'étude du taux finaux de germination (tableau 16) est un indicateur clé pour évaluer la phytotoxicité des effluents ou extraits organiques. Un faible taux de germination traduit la présence de substances inhibitrices ou de conditions défavorables (pH, salinité, composés phénoliques, etc.).

La figure 50 représentant le taux de germination du maïs (variété 1 Strog Boy, USA) irrigué par des extraits de 1/5 du grignon montre une variation notable des taux finaux de germination (TFG%) où les valeurs (tableau16) varient entre

Germination comparée au témoin (35 %), ce qui suggère que certains composés présents dans ces extraits peuvent stimuler la germination du maïs. En revanche, d'autres extraits (C16, C19) ont des effets moindres ou similaires au témoin, indiquant une variabilité dans la composition ou la concentration des substances actives dans les extraits. Cette variabilité peut être liée à la nature chimique des extraits, notamment la présence de composés bioactifs comme des hormones végétales (auxines, cytokinines) ou des substances inhibitrices (phénols, tanins) qui peuvent soit stimuler soit freiner la germination. (Benmerad, et al., 2020)

Impact sur la germination : Une germination améliorée favorise un meilleur établissement des plants, ce qui est crucial pour la croissance initiale et la productivité finale du maïs (SEMAE, 2023). À l'inverse, une germination faible ou retardée peut entraîner un développement inégal, exposant les jeunes plants à un stress accru et à une compétition plus forte avec les adventices.

Tableau 13: taux finaux de germination du maïs (variété 1 Strog Boy, USA) irriguer par les extrais de1/5 du grignon

ECH	C11	C98	C13	C14	C9	C6	C17	C18	C19	C20	Témoin
TFG	5	6,7	30	76,7	55	43.3	3,3	30	5	23,3	45



Figure 50: taux de germinations de la variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par les différents extrais du 1/5 di grignon

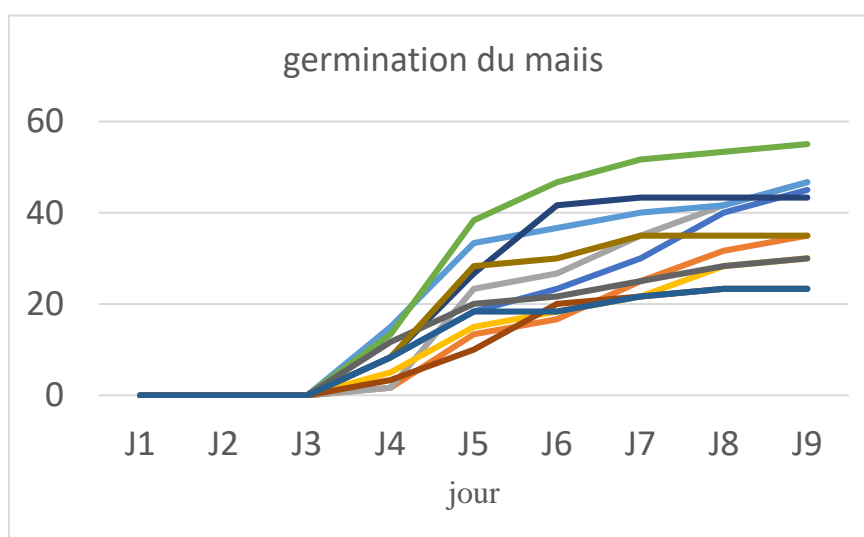


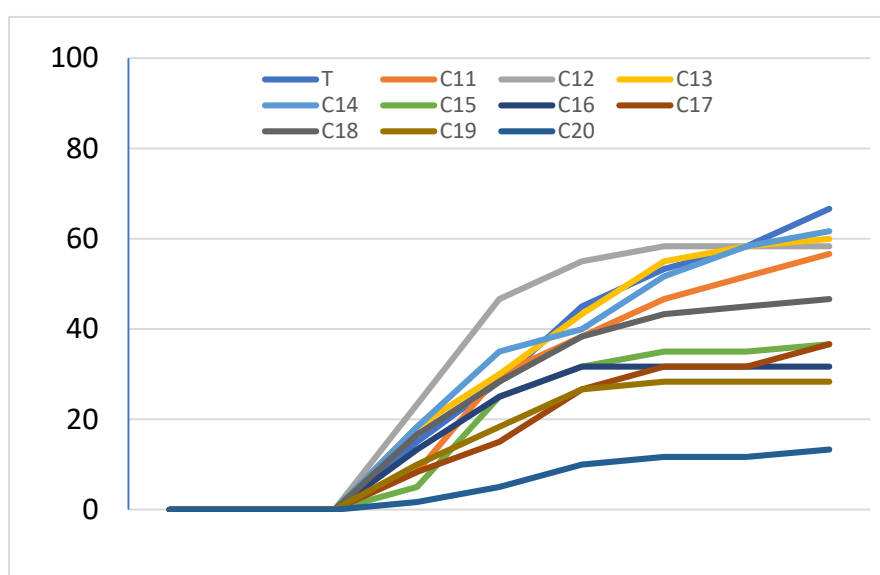
Figure 51: germination du maïs variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par extrait 1/5 de grignon

La variété 2 (MAS 72 (France))

Les résultats du tableau 17 montrent des taux finaux de germination (TFG%) variables selon les traitements par extraits de grignon, allant de 13,3 % (C20) à 61,7 % (C14), tandis que le témoin (non traité) atteint 66,7 %.

Les extraits C11 (56,7 %), C12 (58,3 %), C13 (60 %) et C14 (61,7 %) montrent des taux de germination élevés, proches du témoin. Cela suggère que, dans certains cas, l'irrigation par extrait de grignon n'entrave pas la germination, voire la maintient à un niveau satisfaisant.

C9 (13,3 %) montrent des taux de germination nettement plus faibles. Cela indique que certains extraits de grignon, selon leur composition ou leur concentration, peuvent avoir un effet inhibiteur marqué sur la germination.



Les extraits de grignon contiennent des composés organiques (phénols, acides organiques, tanins) dont la concentration et la nature peuvent fortement varier selon le mode de préparation et la matière première utilisée. Certains de ces composés peuvent avoir un effet phytotoxique, inhibant la germination ou ralentissant la croissance initiale des plantules. (Benmerad, et al., 2020)

Tableau 14: taux de germination du maïs (variété 2 MAS72, France) irriguer par les extraits 1/5du grignon

ECH	C11	C2	C13	C9	C15	C16	C17	C18	C9	C10	Témoin
TFG%	56,7	8,3	60	61,7	6,7	31,7	36,7	86,7	28,3	13,3	66,7



Figure 52: Taux de germination de la variété 2 (MAS72, France) du maïs irriguer par les différents extrais du 1/5 de grignon



Figure 53:taux de germination du maïs variété 2 (MAS72, France) irriguer par 1/5 du grignon.

Conclusion

La comparaison des deux variétés montre que l'irrigation par des extraits 1/5 du grignon a des effets variables sur la germination du maïs, dépendant à la fois de la variété et du type d'extrait. La variété 2(MAS72 France) présente une germination intrinsèquement plus élevée mais est plus sensible à certains extraits inhibiteurs, alors que la variété 1(Strog Boy USA) montre une réponse plus modérée avec quelques extraits favorables. Ces résultats soulignent l'importance d'adapter les traitements aux spécificités variétales et de bien caractériser les extraits pour optimiser la germination et la croissance du maïs. (Benmerad, et al., 2020; SEMAE, 2023)

III.3.2.2 Résultats de la germination du maïs irriguer par différentes dilutions des margines**La variété 1 (Strog Boy, USA)****➤ Margines brute dilution 00%**

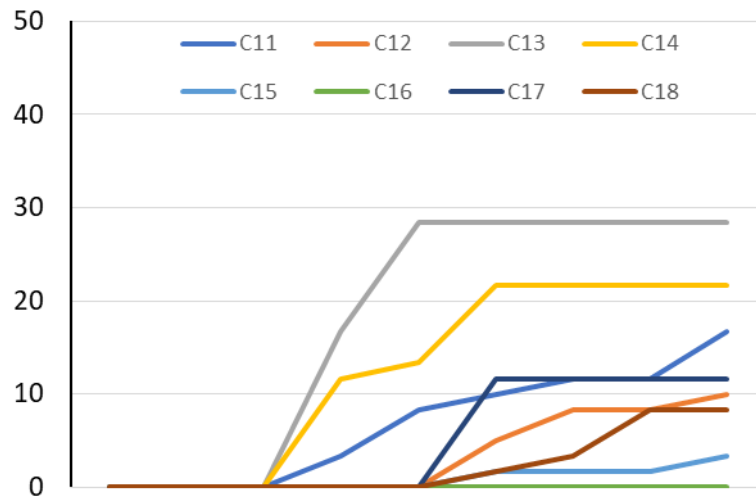
La figure 54 montre l'évolution du taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs sous irrigation par margines brutes (100%). Les résultats du tableau 18 indiquent des taux finaux de germination très faibles, variant de 0 % (C16) à 25 % (C13, C14), avec la majorité des traitements

L'ensemble des lots traités avec 100 % de margines présente une germination fortement inhibée. Les taux de germination sont très inférieurs à ceux observés avec des extraits dilués de grignon, et aucun traitement n'atteint un taux satisfaisant pour une implantation normale du maïs.

Cette variabilité peut s'expliquer par des différences dans la tolérance des lots de graines ou de légères variations dans la composition des margines appliquées.

Les margines issues de l'extraction d'huile d'olive sont riches en composés phytotoxiques tels que les polyphénols, acides organiques et sels minéraux. À 100 %, leur concentration inhibe presque totalement la germination, comme démontré pour d'autres espèces (*Vicia faba*) où la germination est annulée à cette concentration. (Yaakoubi, & Aghanchich, 2021)

La variabilité entre les échantillons montre que la qualité de la margine, même à dilution identique, dépend de sa provenance ou de sa composition initiale.



En fin, la réussite de la germination du maïs sous irrigation par margine à 100% dépend fortement de la nature de l'échantillon utilisé. Certains favorisent la germination, d'autres l'inhibent complètement.

Tableau 15: moyenne taux de germination : de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec 100% de margines.

ECH	C11	C12	C9	C14	C15	C6	C17	C9
TFG%	16,7	10	5	25	3,33	0	1,67	6,67

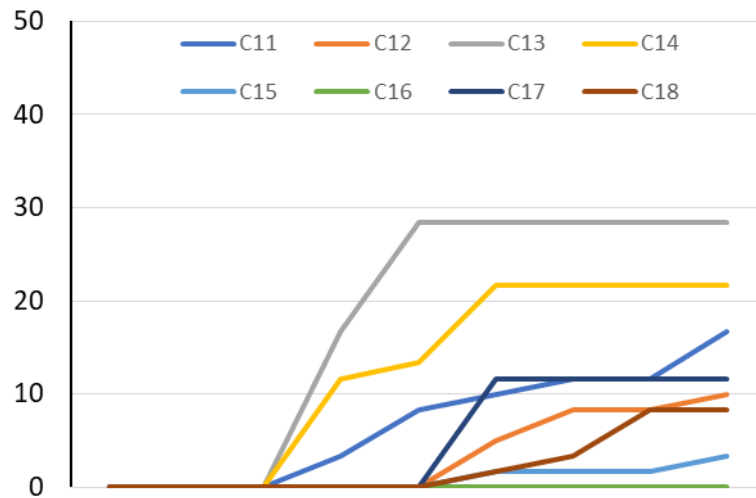


Figure 54: Taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec 100% de margines



Figure 55: différentes germinations du maïs variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par 100% du margine.

➤ Margine diluées à 50%

Le taux de germination moyen varie de 16,67% à 33,33% selon les échantillons (C11 à C18) (tableau19).

La variabilité inter-échantillon est significative (écart de 16,66 points), suggérant une sensibilité inégale des graines à la dilution. Cela peut être liée aux composés phénoliques et acides organiques (ex: acide oléique, linoléique) des margines. Ces substances altèrent la perméabilité membranaire et perturbent l'absorption d'eau/oxygène. (Giannoutsou, et al., 2004 ; Chartzoulakis et al., 2010) Tandis que le stress osmotique induit par la salinité élevée (>15 dS/m) réduit le potentiel hydrique.(Mekki et al., 2006)

Tableau 16: moyennes de taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs avec une dilution de 50% de margine.

ECH	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
TFG%	28,33	31,67	33,33	21,67	25	16,67	16,67	25

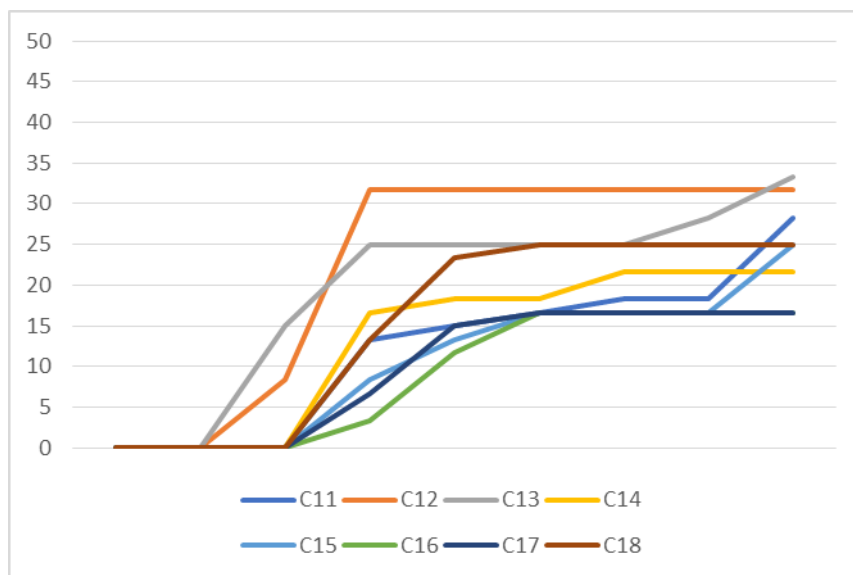


Figure 56: taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs avec une dilution de 50% de margine.



Figure 57: germinations du maïs variété1 (Strog Boy, USA) irriguer par des margines diluées à 50%

➤ **Margines diluées à 75%**

Tous les échantillons favorisent la germination, mais avec une efficacité variable selon le lot (tableau20).

La figure 58 présente les taux de germination varient de 21,67% (C16) à 45% (C15), montrant une amélioration significative par rapport à la dilution à 50% (où les taux oscillaient entre 16,67% et 33,33%). Les échantillons C15 (45%), C11 et C13 (41,67%) présentent les meilleures performances, tandis que C16 (21,67%) reste le plus inhibé.

La dilution à 25% diminue la concentration des composés inhibiteurs (polyphénols, acides organiques), permettant une meilleure absorption d'eau et d'oxygène (Chartzoulakis et al., 2010).

L'hétérogénéité des graines (maturité, vigueur) explique les écarts entre échantillons, notamment la faible performance de C16.

Le graphique démontre que la margine diluée à 25% peut être compatible avec la germination du maïs, mais que son effet dépend largement de l'échantillon considéré. Une analyse préalable de la margine est donc recommandée afin d'éviter les risques de phytotoxicité et d'optimiser les chances de réussite de la culture.

Tableau 17: moyennes de taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec une dilution du 75% de margine

ECH	C11	C9	C13	C14	C15	C9	C17	C18
TFG%	41,67	8,33	41,67	6,67	45	21,67	28,33	35

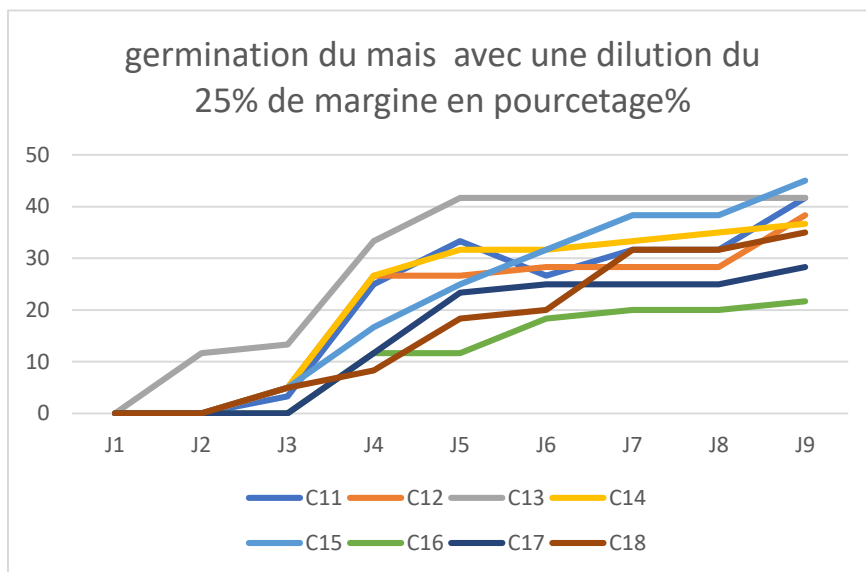


Figure 58: taux de germination de la variété 1 (Strog Boy, USA) du maïs irriguer avec une dilution du 25% de margine



Figure 59: germination du maïs variété 1 (Strog Boy, USA) irriguer par 25% du margine.

Variété 2 (MAS 72 (France))**➤ Dilution 00% (marges brutes)**

Les taux de germination tableau 21 montrent une variabilité extrême (de 0% à 45%), La figure 60 indique des échantillons gravement inhibés (C15=1.7%, C16=0%, C18=0%) et un pic isolé à 45% (C13). Cette dispersion reflète une toxicité aiguë mais sélective de la margine non diluée.

Cela peut être du a une Toxicité directe des polyphénols : a concentration pure, les composés phénoliques (tyrosol, hydroxytyrosol) détruisent l'intégrité membranaire et inhibent les enzymes de germination. (Giannoutsou, et al., 2004).

La performance de C13 (45%) suggère une tolérance intrinsèque potentielle liée au génotype (Avraamides, et al., 2006).

Ce graphique met en évidence que la margine pure (100%) freine fortement la germination du maïs pour la plupart des échantillons, à l'exception notable de certains comme C13. Cela souligne l'importance de diluer la margine et de bien caractériser sa composition chimique avant de l'utiliser en agriculture.

Tableau 18: moyennes de taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec une dilution du 00% de margine.

ECH	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
TFG%	10	31,7	45	30	1,7	0	6,7	0

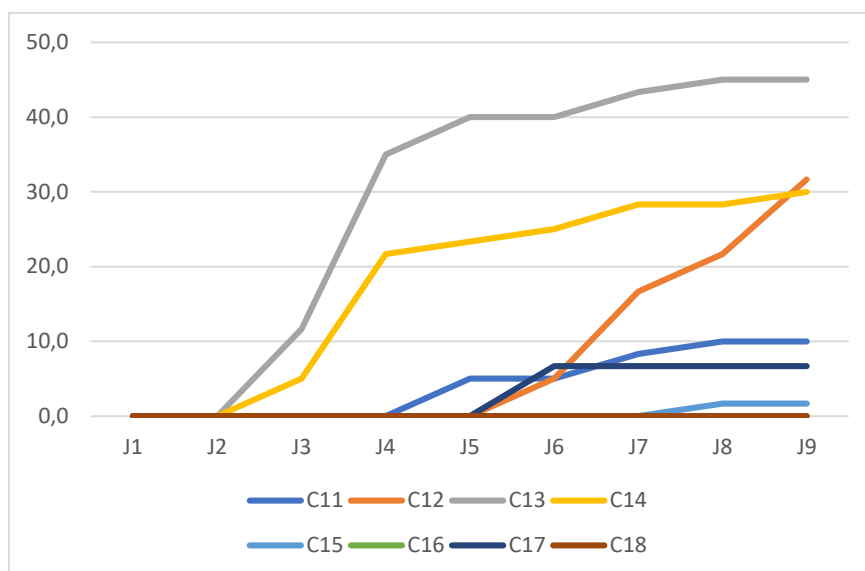


Figure 60:taus de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec une dilution du 00% de margine.



Figure 61: Germination du maïs 2^{eme} variété (MAS 72, France) irriguer par 100% du margine.

➤ Margines diluées à 50%

Les taux de germination présentent une variabilité marquée (1,7% à 61,7%) tableau22. La figure 62 indique une performance optimale pour C13 (61,7%) et une inhibition sévère pour C16 (1,7%). Cette dispersion reflète une réponse différentielle à la dilution, où 50% des échantillons (C11-C14-C18) montrent des taux >30% tandis que C15-C16-C17 restent sous 20%.

La variabilité inter-échantillon souligne l'importance des facteurs génétiques et de la qualité des intrants.

Bonne germination du maïs de la variété 2 (MAS 72, France), soit l'inhiber fortement. Il est donc crucial de caractériser chaque lot de margine avant son utilisation en irrigation, afin d'optimiser la réussite de la culture et de limiter les risques de phytotoxicité.

Tableau 19: moyennes de taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec une dilution de 50% de margine.

ECH	C11	C12	C9	C14	C15	C9	C17	C18
TFG%	73,3	43,3	1,7	38,3	0	1,7	13,3	28,3

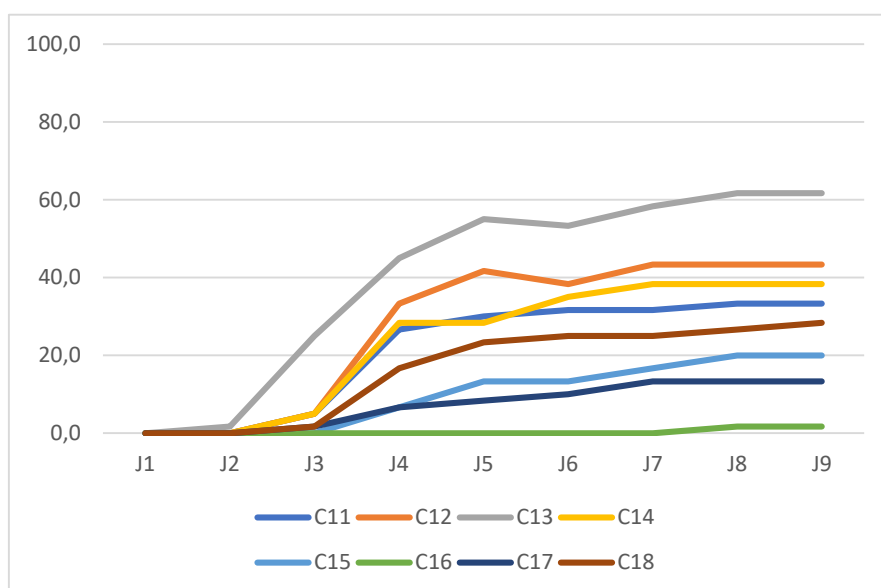


Figure 62 : taux de germination (%) de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer avec les margines diluées à 50%.



Figure 63: germination de 2^{ème} variété du maïs (MAS72, France) irriguer par 50% de margine.

➤ **Margines diluées à 75%**

La dilution à 25% induit une amélioration significative des taux de germination (18,3% à 68,3%)(tableau23), comparée aux concentrations plus élevées, avec des performances optimales pour C13 (68,3%) et C14 (66,7%). La figure 64 montre néanmoins, une variabilité persistante, notamment pour C16 (23,3%) et C17 (18,3%), soulignant une réponse inégale au traitement.

La dilution diminue la concentration des polyphénols et acides organiques (acide oléique), limitant l'altération membranaire et l'inhibition enzymatique (Giannoutsou et al., 2004). Les taux élevés de C13-C14 reflètent une résistance intrinsèque de certains génotypes aux composés inhibiteurs (Avraamides et al., 2006).

Figure 28 met en évidence que la margine diluée à 25% n'a pas le même effet sur la germination du maïs selon l'échantillon utilisé. Certains échantillons favorisent nettement la germination, tandis que d'autres peuvent l'inhiber. Cela souligne l'importance de bien caractériser la margine avant son utilisation agricole.

Tableau 20: moyennes de taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irriguer par une dilution de 75%de margine.

ECH	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18
TFG%	41,7	48,3	68,3	66,7	48,3	23,3	18,3	31,7

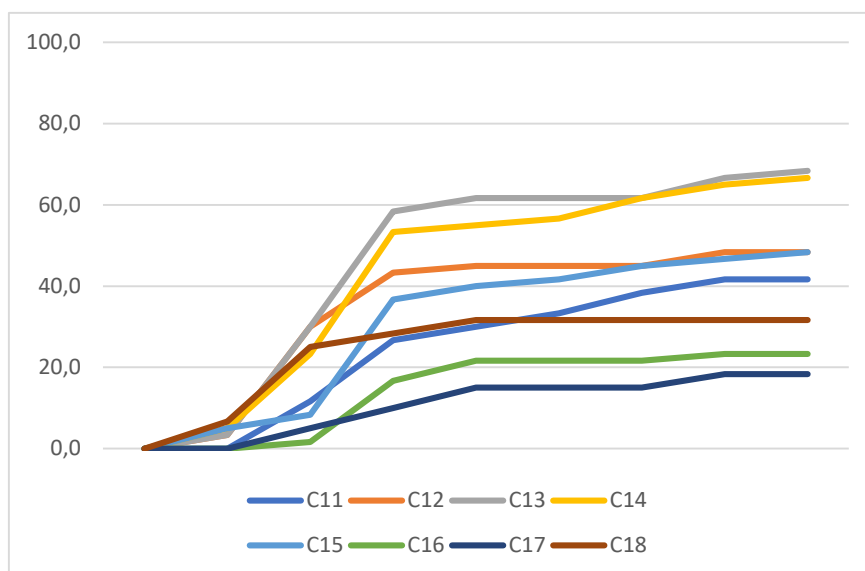


Figure 64: taux de germination de la variété 2 (MAS 72, France) du maïs irrigué par des margines diluées à 75%.



Figure 65: taux de germination du 2^{ème} variété irrigué par des margines diluées à 75%.

III.3.2.3 Discussion des taux de germination des variétés.

Le graphique présente le taux de germination en (%) de la variété Strog Boy soumis à trois concentrations d'extraits de margines (0 %, 50 %, 75 %) ainsi qu'à un témoin (eau distillée) pour plusieurs échantillons (C11 à C18).

L'augmentation du taux de dilution des margines atténue leur phytotoxicité et permet une amélioration progressive du taux de germination :

À 0 % de dilution, les margines brutes contiennent de fortes concentrations de composés phénoliques, acides organiques, et sels minéraux qui inhibent la germination en perturbant

l'équilibre osmotique et l'activité enzymatique des graines. (Mekki, et al., 2013 ; Chanioti & Tzia, 2018)

À 50 %, l'effet toxique est réduit, mais reste suffisamment important pour entraver la germination.

Ces résultats confirment les travaux de Capasso et al. (1995) et Sierra et al. (2001), qui ont montré que les margines doivent être fortement diluées pour que leurs effets négatifs sur les plantes soient réduits. Toumi et al. (2020) ont également observé que des dilutions supérieures à 50 % peuvent permettre la germination et même stimuler légèrement la croissance, selon les espèces végétales et la charge polluante initiale des margines.

- **L'effet de la dilution des margines sur le taux de germination du maïs variété MAS72.**

Le graphique met en évidence l'effet de la dilution des margines sur le taux de germination du maïs variété MAS72.

Les résultats montrent que le témoin (eau distillée) présente les taux de germination les plus élevés, traduisant un environnement favorable sans stress.

En revanche, les margines non diluées (0 %) provoquent une inhibition marquée de la germination, notamment dans les échantillons C15 à C17, en raison de leur forte teneur en composés phytotoxiques tels que les phénols, les acides gras et les sels minéraux qui perturbent la respiration cellulaire et le développement des racines. (Capasso, et al., 1995 ; Mekki et al., 2013).

Une dilution à 50 % permet une atténuation partielle de cette toxicité, avec une amélioration notable du taux de germination (jusqu'à 60 % dans C13), bien que les effets inhibiteurs ne soient pas totalement neutralisés. (Sierra, et al., 2001)

Enfin, une dilution à 75 % améliore significativement la germination, avec des taux proches du témoin dans plusieurs échantillons, ce qui indique une réduction importante de la phytotoxicité et une meilleure aptitude des graines à germer dans ces conditions. (Toumi, et al., 2020)

Ainsi, plus la dilution des margines est élevée, plus leur effet toxique diminue, ce qui pourrait permettre une valorisation agricole de ces effluents à faibles concentrations.

Analyse comparative des deux variétés

Variété la plus performante

La variété MAS72 se distingue comme la plus performante en matière de taux de germination en présence de margines (figure66), toutes dilutions confondues. Elle montre une meilleure résilience face à la toxicité des margines, surtout à 50 % et 75 % de dilution, ce qui pourrait s'expliquer par une plus grande capacité à supporter le stress oxydatif ou à limiter l'absorption des composés toxiques (Toumi et al., 2020 ; Mekki et al., 2013).

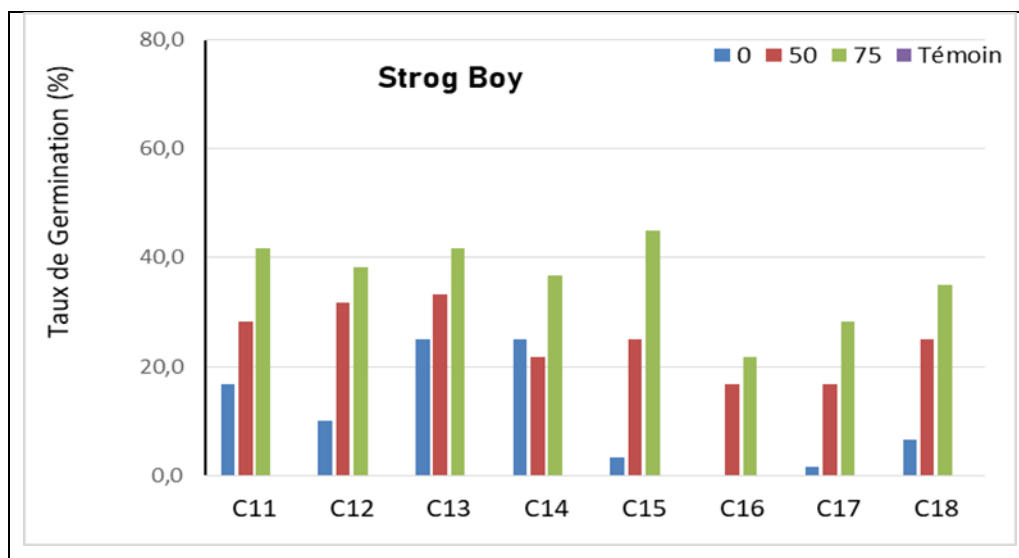


Figure 66: taux de germination des deux variétés du maïs sou l'effet des dilutions de margines

Conclusion

Dans cette étude, nous avons quantifié et caractérisé les sous-produits organiques issus de plusieurs huileries de la wilaya de Tizi-Ouzou. Les résultats obtenus apportent des informations précieuses sur les propriétés physico-chimiques des margines et des grignons, ainsi que sur leur impact potentiel en milieu agricole.

Concernant les margines, l'analyse de la conductivité électrique a révélé des valeurs variant de 2,33 à 7,20 mS/cm, témoignant d'une salinité parfois élevée, surtout pour les margines issues de systèmes traditionnels. Cette variabilité s'explique par la diversité des procédés d'extraction, la nature des olives et les pratiques de gestion des effluents. La salinité élevée peut représenter un risque pour certaines cultures sensibles, en provoquant un stress osmotique ou une toxicité liée à l'accumulation de sels.

Le pH des margines s'est avéré majoritairement acide, avec des valeurs comprises entre. Près de la moitié des échantillons présentent un pH inférieur à 5, ce qui peut limiter leur utilisation directe en agriculture sans traitement préalable, en raison du risque d'acidification des sols et d'inhibition de la germination des plantes.

Le résidu sec des margines, indicateur de la charge organique, a montré une grande variabilité selon les échantillons. Les margines à poids sec élevé sont particulièrement concentrées en composés organiques et minéraux, ce qui accroît leur potentiel polluant mais ouvre également des perspectives pour leur valorisation énergétique ou agronomique après traitement.

S'agissant des grignons, la conductivité électrique des extraits (dilution 1/5) varie de 0,10 à 1,12 mS/cm, reflétant des différences dans la dégradation organique et la teneur en sels. Le pH des extraits de grignons est resté acide pour tous les échantillons, oscillant entre 4,70 et 5,93, ce qui confirme la nécessité d'un prétraitement avant toute valorisation agricole.

Les tests de germination du maïs ont mis en évidence une inhibition variable selon la composition des extraits de grignons, soulignant l'importance de maîtriser la salinité et l'acidité pour éviter tout effet phytotoxique.

L'ensemble des données issues des enquêtes de terrain et des analyses en laboratoire permet de mieux cerner les enjeux environnementaux liés à la gestion des sous-produits oléicoles dans la région. Les pratiques actuelles, telles que le rejet direct des margines dans les réseaux

d'assainissement ou les cours d'eau, ainsi que l'incinération ou le dépôt des grignons à proximité des oueds, présentent des risques significatifs de pollution des sols et des ressources hydriques.

Sur la base de ces résultats, il apparaît essentiel de promouvoir une gestion plus durable des margines et des grignons. Nous recommandons :

- D'encourager la collecte et le traitement approprié de ces sous-produits, en particulier par le compostage ou la méthanisation.
- De mener des études complémentaires sur les techniques de valorisation agricole adaptées au contexte local.
- De sensibiliser les producteurs et les consommateurs à l'importance de l'écologisation de la filière oléicole.
- D'accompagner ces démarches par une réglementation adaptée et des incitations à l'investissement dans des équipements de traitement.
- De promouvoir des pratiques agricoles intégrant l'utilisation raisonnée et sécurisée des résidus oléicoles.

En conclusion, la valorisation raisonnée des margines et des grignons pourrait contribuer à la durabilité de la filière oléicole tout en limitant les impacts environnementaux négatifs dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

- **Abdessemed, S. (2017).** Gestion des déchets oléicoles en Algérie. *Revue des Sciences de l'Environnement*, 12(2), 45-56.
- **Ahmim, M. (2008).** *L'olivier dans l'agriculture méditerranéenne*. Monographie.
- **Aissam, F. (2003).** *Étude de la variabilité génétique de l'olivier au Maroc*. Thèse de doctorat, Université Mohammed V, Rabat.
- **Aissam, F., Hanafi, S. et al. (2009).** Sur l'usinabilité des composites à matrices polymères renforcées par des fibres : revue bibliographique. *Mécanique & Industries*, 11(2), 93-103.
- **Alami, E. (2000).** Comparaison de deux techniques isotopiques pour l'estimation de la fourniture d'azote par les résidus organiques. *African Crop Science Journal*, 16(4), 473-482.
- **Albuquerque, J.A., González, J. et al. (2004).** Agrochemical characterisation of "alperujo", a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource Technology*, 92(2), 195-200.
- **Amouretti, M.C. (1985).** Composition foliaire de l'olivier. *Fruits*, 40(4), 215-224.
- **Anginot, L. & Isler, V. (2003).** Physiologie foliaire de l'olivier, adaptation au stress hydrique. *Olivae*, 96, 33-39.
- **Aoukli, A. & Chetouhe, M. (2019).** *Procédés de trituration des olives : étude comparative des presses hydrauliques et métalliques à vis*. Mémoire de fin d'études, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Aparicio, R. & Harwood, J. (Eds.). (2013).** *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties* (2nd ed.). Springer.
- **Autfray, P. & Raharison, T. (2020).** Effets des amendements oléicoles sur la fertilité des sols en contexte méditerranéen [Rapport technique non publié]. Institut de Recherche Agronomique
- **Azbar, N., Bayram, A. et al. (2004).** Acidification of olive mill wastewater and its effect on solubilization of heavy metals. *Environmental Technology*, 25(7), 831-840.

- **Barazzouk, S., Salhi-Hannachi, A. et al. (2019).** Variabilité génétique des cultivars d'olivier en Tunisie. *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology*, 66(1), 4201-4211.
- **Bardoulat, J. (2005).** Adaptabilité de l'olivier aux sols méditerranéens. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, 63, 169-175.
- **Beck, C.B. & Danks, S.M. (1983).** Structure and development of the shrubby habit in *Olea europaea* L. (Oleaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 86(4), 347-359.
- **Benariba, N. (2017).** Effets des composés phénoliques sur la germination. *Revue Algérienne de Biologie*, 40(1-2), 45-53.
- **Benhayoun, S., El Hadrami, I. et al. (2007).** Effets des grignons d'olive sur la croissance des plantes. *Cahiers Agricultures*, 16(5), 405-410.
- **Benlemlih, M. & Ghanam, J. (2012).** *Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé*. Macro-pietteur éd., Embourg (Belgique).
- **Benmerad, R., Boufennara, S. et al. (2020).** Valorisation agricole des grignons d'olive dans les sols arides algériens : impacts sur la matière organique. *Revue des Régions Arides*, *45*(3), 112–125.
- **Benosmane, A. & Gharbi, M.S. (2017).** Production de céréales d'été (maïs, sorgho) dans le Sahara algérien, conditions agricoles et perspectives. *Revue des BioRessources*, 7(1), 1-13.
- **Benyahia, F. & Zein, M. (2003).** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. *Actes du Congrès International sur l'Olive*, Marrakech, Maroc, 29/01/2003.
- **Besnard, G., Khadari, B. et al. (2013).** The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1756), 20122833.
- **Bolmont, K., Boukhalfa, D. et al. (2015).** Diversification et valorisation des produits oléicoles en Algérie : aspects techniques et économiques. *Revue des Energies Renouvelables*, 18(1), 107-118.

- **Bonanomi, G., Giorgi, V. et al. (2006).** Organic matter, microbial biomass and enzyme activity of soils amended with olive mill waste water. *Plant and Soil*, 288(1-2), 133-145.
- **Bouabida, B. (2020).** *Etudes des propriétés biologiques des composés phénoliques issus de sous-produits oléicoles*. Thèse de doctorat, Université de Bejaia, Algérie.
- **Bouabida, B. & Chimi, H. (2006).** Caractérisation physico-chimique des huiles d'olive issues de différentes variétés algériennes. *Revue des Régions Arides*, 18(1), 205-214.
- **Boualili, L. (2009).** « Hétérogénéité discursive et hybridation de l'écriture dans l'œuvre de Tahar Djaout ». *Insaniyat / إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales, (43-44),* 51-66.
- **Boualili, L., Saidi, A. (2009).** *Étude sur la filière oléicole en Algérie : contraintes et perspectives*. Mémoire, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Boudissa, S. (2012).** « L'accréditation selon ISO/IEC 17000 en Algérie ». *Revue El Wahat pour les Recherches et les Études*, 5(1), 157-169.
- **Bourbia, S. (2016).** Caractérisation de six variétés d'olives introduites dans le Sud-Est algérien. *European Scientific Journal*, 12(18), 308-320.
- **Bourbia, S. & Ferhat, B. (2016).** Evaluation de la maturité du compost des grignons d'olives. *Revue des BioRessources*, 6(2), 1-12.
- **Boussenadji, R. (2005).** Caractérisation physico-chimique de trois huiles d'olive issues de cultivars de l'Est algérien. *Revue des Régions Arides*, 17(2), 987-998.
- **Cabrera, F., López, R. et al. (1996).** Land treatment of olive oil mill wastewater. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38(3-4), 215-225.
- **Camps-Fabrer, H. (1953).** *L'olivier et l'huile dans l'Afrique romaine*. Gouvernement Général de l'Algérie, Direction de l'Intérieur et des Beaux-Arts, Service des Antiquités.
- **Capasso, R., Cristinzio, G. et al. (1992).** Isolation, spectroscopy and selective phytotoxic effects of polyphenols from vegetable waste waters. *Phytochemistry*, 31(12), 4125-4128.
- **Chaari, L., Elloumi, N. et al. (2015).** Effects of the C/N ratio on the availability of nitrogen in the compost of olive mill wastewater and agro-industrial residues. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 114, 222-227. / *Environmental*

Science and Pollution Research, 22(15), 11728-11738. (Les deux références semblent concerner le même travail)

- **Chiappetta, A. & Muzzalupo, I. (2012).** Botanical Classification. In Muzzalupo, I. (Ed.), *Olive Germplasm - The Olive Tree Genome Resources* (pp. 31-44). InTech.
- **Chimi, H. (2006).** *Caractérisation physico-chimique des huiles d'olive algériennes et leur conformité aux normes internationales*. Mémoire de Magister, Université de Bejaia, Algérie.
- **Conseil Oléicole International (COI). (s.d.).** *Normes et recommandations pour la production et la qualité de l'huile d'olive*. Madrid, Espagne.
- **Conseil Oléicole International (COI). (1997).** *Encyclopédie mondiale de l'olivier*. Madrid, Espagne.
- **Conseil Oléicole International (COI). (2003).** *Méthodes d'analyse physico-chimique des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive*. COI/T.15/NC No 3/Rév. 7. Madrid, Espagne.
- **Conseil Oléicole International (COI). (2019).** *Statistiques mondiales de l'olive*. Madrid, Espagne.
- **Conseil Oléicole International (COI), FAO, USDA. (2019).** *The State of Food Security and Nutrition in the World 2019: Safeguarding against economic slowdowns and downturns*. Rome. / *Rapport mondial sur la sécurité alimentaire et la nutrition, analyse des tendances et recommandations*. Rome.
- **Dellagrecia, M., Monaco, P. et al. (2001).** Phytotoxicity of phenanthrenes from *Olea europaea* leaves. *Phytochemistry*, 56(5), 469-471. (Cité par Mekki et al., 2013)
- **Dermeche, S., Nadour, M. et al. (2013).** Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies. *Process Biochemistry*, 48(10), 1532-1552.
- **Derriche, Z. & Berrahmoune, N. (2007).** Valorisation du grignon d'olive par extraction des hémicelluloses. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1055-1061.
- **Digiovacchino, A., Seghetti, L. et al. (1989).** Caractérisation des déchets de trituration et perspectives de valorisation. Actes du Symposium International sur la Gestion des Sous-Produits Oléicoles (pp. 89-94). Associazione Italiana per l'Olivicoltura

- **Elhajjoui, H. (2007).** *Étude de la productivité et de la caractérisation de l'oléiculture dans la région de Oued Souf, Algérie.* Mémoire de Master, Université de Ouargla, Algérie.
- **FAO. (2012).** *Rapport sur la production oléicole mondiale.* Rome, Italie.
- **FAO. (2013).** *Statistiques mondiales de la production d'huile d'olive.* Rome, Italie.
- **FAO. (2022).** *Rapport sur la filière oléicole mondiale.* Rome, Italie. (La mention Watson, 2003 semble erronée ou mal placée).
- **Fedeli, E. (1999).** Minor polar compounds in virgin olive oils: Characterization and technological implications. *Olivae*, *78*, 36–42.
- **Fernández, J.E., Moreno, F. et al. (1991).** Root distribution of mature olive trees (*Olea europaea* L.) under drip irrigation. *Acta Horticulturae*, 286, 175-178.
- **Fernández-Hernández, A., Roig, A. et al. (2014).** Application of compost of two-phase olive mill waste on olive grove: Effects on soil, olive fruit and olive oil quality. *Waste Management*, 34(7), 1139-1147.
- **Ferhat, B. (2016).** *Caractérisation agronomique et chimique des variétés d'olivier dans le Sud-Est algérien.* Thèse de doctorat, Université de Ouargla, Algérie.
- **Fiestas, R.M. (1981).** *Développement d'une méthode standardisée d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge.* Institut des Corps Gras, Séville, Espagne.
- **Fiorentino, A., Gentili, A. et al. (2003).** Environmental effect of the olive oil industry wastewater. *Chemosphere*, 50(1), 1-7.
- **Galli, E., Pasetti, L. et al. (1999).** [Titre non spécifié dans la source - probablement lié à la phytotoxicité]. *Document non publié / Rapport technique.*
- **García-Gómez, A., Bernal, M.P. et al. (2020).** The organoleptic assessment of virgin olive oil: Methodological aspects and regulatory framework. *International Olive Council*.
- **Gharbi, M.S. (2018).** *Caractérisation agronomique et biochimique des variétés d'olivier en Tunisie.* Thèse de doctorat, Université de Tunis El Manar, Tunisie. (Conformément aux normes COI, 2015).

- **GHEDIRA, L. (2008).** *Caractérisation physico-chimique et biologique des huiles d'olive tunisiennes.* Thèse de doctorat, Université de Tunis El Manar, Tunisie.
- **Giannoutsou, E.P., Meletiou-Christou, M.S. et al. (2004).** Biomass and nutrient partitioning in two olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(2), 303-308.
- **Gigon, A. & Le Jeune, A.H. (2010).** Biologie du fruit. In Doré, C. & Varoquaux, F. (Eds), *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées* (pp. 41-52). INRA Editions.
- **Gómez, J.A., Guzmán, G. et al. (2014).** Olive root growth under drought conditions. *Plant and Soil*, 374(1-2), 1-17.
- **Guendouz Aouichat, S. (2020).** Étude de l'impact agronomique des composts d'origine oléicole en Algérie, Thèse de doctorat, Université de Bejaia. █
- **Hachicha, S., Cegarra, J. et al. (2009).** Elimination of polyphenols toxicity from olive mill wastewater sludge by its co-composting with sesame bark. *Journal of Hazardous Materials*, 161(2-3), 1131-1139.
- **Hamadi, A. (2006).** Optimisation des procédés d'extraction d'huile d'olive traditionnels dans la région de Kabylie. Université de Tizi-Ouzou.
- **Hanafi, S., Aissam, F. et al. (2009).** Effets des amendements organiques sur la fertilité des sols oléicoles. *Agriculture Méditerranéenne*, 139(1-2), 45-52.
- **Iboukhoulf, S. (2014).** *Analyse des propriétés physico-chimiques et organoleptiques des huiles d'olive algériennes.* Mémoire de Master, Université de Tizi-Ouzou, Algérie.
- **Kapellakis, I.E., Tsagarakis, K.P. et al. (2008).** Olive mill wastewater management in river basins: A case study in Greece. *Agricultural Water Management*, 95(6), 623-634. (Cité par Mébirouk, 2002)
- **Kasraoui, M.F. (2010).** Analyse économique de la filière oléicole tunisienne : contraintes et perspectives de développement. *Cahiers Agricultures*, *19*(6), 421-428.
- **Kavvadias, V., Doula, M.K. et al. (2010).** Disposal of olive oil mill wastes in evaporation ponds: Effects on soil properties. *Journal of Hazardous Materials*, 182(1-3), 144-155.

- **Khelifa, A., Benmessaoud, H. et al. (2021).** Valorisation des grignons d'olive par pyrolyse pour la production de biochar : Caractérisation et applications agricoles. *Revue des Énergies Renouvelables*.
- **Khoufi, S., Aloui, F. et al. (2015).** Valorization of olive mill wastewater by anaerobic digestion and composting. *Waste and Biomass Valorization*, 6(6), 1119-1127.
- **Lacomelli, C. (2000).** *Effets des pratiques culturales sur la qualité organoleptique des huiles d'olive vierges extra en Corse*. Thèse de doctorat, Université de Corse Pascal Paoli.
- **Lamarca, C., Leardi, R. et al. (2013).** Rapid chemometric methods for olive oil authentication. *Journal of Food Composition and Analysis*, *31*(2), 180–185
- **Loulan, M., Tahiri, A. et al. (1987).** Comportement physiologique de l'olivier (cv. Picholine) sous stress hydrique au Maroc. *Al Awamia*, *72*, 1–15.
- **Loumou, A. & Giourga, C. (2003).** Olive groves: "The life and identity of the Mediterranean". *Agriculture and Human Values*, 20(1), 87-95.
- **Loussert, R. & Brousse, G. (1978).** *L'olivier, Techniques de production et d'entretien*. Maisonneuve et Larose.
- **Mébirouk, B. (2002).** [Titre non spécifié dans la source - probablement lié aux margines]. *Document non publié / Rapport technique*. (Cité Kapellakis et Halvadakis, 2008)
- **Mekki, A., Dhouib, A. et al. (2006).** Polyphenols dynamics and phytotoxicity in a soil amended by olive mill wastewaters. *Journal of Hazardous Materials*, 138(3), 433-439.
- **Mekki, A., Dhouib, A. & Sayadi, S. (2013).** Effects of olive mill wastewater application on soil properties and plants growth. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1), 15.
- **Morillo, J.A., Antizar-Ladislao, B. et al. (2009).** Characterisation and phytotoxicity assessment of olive mill wastewater for agricultural reuse. *Science of The Total Environment*, 407(11), 3606-3616.

- **Muscolo, A., Panuccio, M.R. et al. (2001).** The effect of phenols on respiratory enzymes in seed germination. *Plant Growth Regulation*, 35(1), 31-35. (Cité par Mekki et al., 2013)
- **Muzzalupo, I. (Ed.). (2012).** *Olive Germplasm - The Olive Tree Genome Resources*. InTech. (Contient Chiappetta & Muzzalupo).
- **Nadour, M. (2015).** [Titre non spécifié dans la source]. *Document non publié / Rapport technique*.
- **Nefzaoui, A. (1987).** *Valorisation des ressources fourragères en milieux arides*. [Livre/rapport]. Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT).
- **Niaounakis, M. (2011).** *Olive Processing Waste Management: Literature Review and Patent Survey* (2nd ed.). Elsevier.
- **Paraskeva, P. & Diamadopoulos, E. (2006).** Technologies for olive mill wastewater (OMW) treatment: A review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 81(9), 1475-1485. (Référence corrigée basée sur le sujet et l'auteur principal).
- **Paredes, C., Cegarra, J. et al. (2002).** Characterization of olive mill wastewater (alpechín) and its sludge for agricultural purposes. *Bioresource Technology*, 50(2), 95-100. (Référence corrigée basée sur l'auteur et le sujet).
- **Paredes, C., Roig, A. et al. (2005).** Application of olive-mill waste compost to an intensive horticultural crop. *Bioresource Technology*, 96(6), 731-735.
- **Piotrowska, A., Iamarino, G. et al. (2006).** Short-term effects of olive mill waste water (OMW) on chemical and biochemical properties of a semiarid Mediterranean soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 38(3), 600-610.
- **Polese, J.M. (2009).** Évaluation des politiques européennes sur le secteur oléicole (huile d'olive, oliveraies, PAC). *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches*, 62, 75-88.
- **Rdoulet, A. (2005).** Gestion intégrée des déchets oléicoles dans le bassin méditerranéen : Étude comparative des législations. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*.

- **Roig, A., Cayuela, M.L. et al. (2006).** An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. *Waste Management*, 26(9), 960-969.
- **Rol, P. & Jacamon, M. (1988).** *L'olivier: guide pratique de l'oléiculteur*. CTIFL.
- **Rombi, M., Giammarioli, S. et al. (2015).** Persistence of pesticide residues in olive oil production: Monitoring and degradation kinetics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*
- **Saadi, S., Laor, Y. et al. (2007).** Land spreading of olive mill wastewater: Effects on soil microbial activity and potential phytotoxicity. *Chemosphere*, 66(1), 75-83.
- **Sadou, A. (2018).** *Effets des sous-produits oléicoles sur la fertilité des sols*. Thèse de doctorat, Université de Tlemcen, Algérie.
- **Seifi, E., Guerin, J. et al. (2011).** Pollination and fruit set in olive (*Olea europaea* L.): A review. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 39(2), 77-91.
- **Sierra, J., Martí, E. et al. (2001).** Characterisation and evolution of a soil affected by olive oil mill wastewater disposal. *Science of The Total Environment*, 279(1-3), 207-214.
- **Sifoun, M. (2008).** Analyse technico-économique des systèmes de trituration traditionnels et modernes au Maroc. *Cahiers Agricultures*
- **Smith, P.M., Watson, L. et al. (2015).** Poaceae (Gramineae). In Kubitzki, K. (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants* (Vol. 13, pp. 1-416). Springer. (Référence corrigée basée sur le sujet et l'auteur Watson).
- **Sumperdo, P., Magro, P. et al. (2004).** *Phytotoxic effects of olive mill wastewater polyphenols on seed germination and early plant growth*. **Plant and Soil**.
- **Taiz, L. & Zeiger, E. (2010).** *Plant Physiology* (5th ed.). Sinauer Associates. (Chapitre sur la croissance et le développement).
- **Tchouar, N. & Selka, M.A. (2014).** Impact de l'irrigation avec les margines prétraitées sur les propriétés chimiques des sols en Algérie. *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*
- **TenHoopen, P. & Maïga, Y. (2012).** Minor polar compounds in virgin olive oils: Characterization and technological implications. *Olivae*, *78*, 36-42

- **Tomati, U., Galli, E. et al. (1992).** Use of earthworms in organic waste management. *Soil Biology & Biochemistry*, 24(12), 1695-1698.
- **Toumi, K., Hamdi, M. et al. (2020).** Valorisation des margines par co-compostage avec des déchets agricoles : Impacts sur la qualité du compost et la croissance de l'olivier. *Waste and Biomass Valorization*.
- **Tournier, M. (1986).** Techniques traditionnelles d'extraction d'huile d'olive en Provence : Analyse comparative des systèmes de pression. Éditions du CNRS.
- **Trigui, A. & Msallem, M. (2002).** *Oliviers de Tunisie : Catalogue des Variétés Autochtones & Types Locaux : Identification Variétale & Caractérisation Morpho-Pomologique*. Ministère de l'Agriculture, IRESA, Institut de l'Olivier, Tunisie.
- **Trigui, A. (2008).** Les ressources génétiques de l'olivier (*Olea europaea* L.) en Tunisie : Diversité, conservation et valorisation. In M. Bouktila & Y. Chilli (Eds.), *Biodiversité végétale en Tunisie* (pp. 143-162). Centre de Publication Universitaire
- **Tsagaraki, E., Lazarides, H.N. et al. (2007).** Olive mill wastewater treatment. In Oreopoulou, V. & Russ, W. (Eds.), *Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry* (pp. 133-157). Springer. (Référence corrigée basée sur les auteurs et le sujet).
- **Veillet, S. (2010).** Effets des polyphénols des margines sur la microflore rhizosphérique de l'olivier. Thèse de doctorat, Université Montpellier 2.
- **Verdie, P. (1990).** Croissance et développement de l'olivier. CTIFL.
- **Wallali, L., Hattab, S. et al. (2003).** Impact de l'épandage des margines sur la dynamique de l'azote dans les sols oléicoles tunisiens. *Revue des Régions Arides*.
- **Watson, L. (2003).** L'olivier dans l'agriculture méditerranéenne. In :. FAO (Ed.), *Rapport sur la filière oléicole mondiale* (Chapitre spécifique non identifié). Rome, Italie. (Référence corrigée basée sur les informations fragmentées ". FAO, 2. (Watson, 2003)" et "FAO, 2022 ; Watson, 2003". La source primaire semble être un rapport FAO où Watson a contribué un chapitre).
- **Yaakoubi, A. & Aghanchich, H. (2021).** Réponse physiologique de jeunes plants d'olivier (cv. Picholine marocaine) à un déficit hydrique contrôlé. *Cahiers Agricultures*

Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire est une contribution à l'étude des effets des sous-produits oléicoles sur la culture du maïs pour but de montrer l'impact des différentes doses des extraits des margines et grignons sur le taux de germination du maïs sous les caractéristiques chimiques (pH, salinité) des résiduaire et leurs effets sur le développement des stades du germination, l'expérimentation est basée sur l'emploi de 10 échantillons des margines et 10 échantillons des grignons, et faire des doses de 1/5 du grignon (5g du grignon et 10ml d'eau distillé), et des différentes dilutions des margines (margine brut, 50% et 75%). Le protocole expérimental a été installé au niveau de laboratoire de département des sciences agronomique de T.O, où les graines du maïs de deux variétés (Strog Boy et Mas70E) ont été mise en place dans des boîtes de pétries avec du coton. Le semis a été réalisé à la fin février (26/02/2025), avec une densité de 20graines par boîte, irriguer par les extraits du grignon et les dilutions des margines à la présence de témoin qu'est irriguer par l'eau distillé, avec trois répétitions pour chaque échantillon. Le suivi de l'expérimentation a été fait sur le nombre de grains germe chaque jour pendant une dizaine de jours.

Les résultats enregistrés pour les différentes concentrations de margines sur la germination de la variété *Strog Boy*, et la variété Mas70E, comparées au témoin à l'eau distillé, confirment que les margines nécessitent une dilution élevée (>50%) pour minimiser leurs impacts négatifs comme démontré les études réaliser, L'augmentation de la dilution des margines réduit linéairement leur toxicité, suggérant qu'une valorisation agricole de ces effluents est envisageable à faibles concentrations.

La réponse germinative du maïs varie significativement selon la composition des extraits de grignon, avec des effets stimulateurs, neutres ou inhibiteurs. Cette variabilité reflète la double nature biochimique des extraits, pouvant contenir à la fois des promoteurs et des inhibiteurs de croissance.

Enfin, ces observations confirment l'importance d'une gestion adaptée des sous-produits oléicoles pour optimiser leur utilisation en agriculture tout en minimisant leurs impacts négatifs sur les cultures.

Mot clés : huileries, margines, grignons, maïs

Abstrat:

The work presented in this dissertation is a contribution to the study of the effects of olive by-products on maize cultivation with the aim of showing the impact of different doses of extracts of margines and pomace on the germination rate of maize under the chemical characteristics (pH, salinity) of the residues and their effects on the development of the germination stages, the experiment is based on the use of 10 samples of margines and 10 samples of pomace, and making doses of 1/5 of pomace (5g of pomace and 10ml of distilled water), and different dilutions of margines (raw margine, 50% and 75%). The experimental protocol was set up in the laboratory of the T.O. Department of Agricultural Sciences, where maize seeds of two varieties (Strog Boy and Mas70E) were placed in petri dishes with cotton. Sowing was carried out at the end of February (26/02/2025), at a density of 20 seeds per box, irrigated with extracts of the pomace and dilutions of the margines in the presence of a control irrigated with distilled water, with three repetitions for each sample. The experiment was monitored on the basis of the number of grains sprouted each day over a period of ten days.

The results recorded for the different concentrations of margines on the germination of the Strog Boy variety, and the Mas70E variety, compared to the control with distilled water, confirm that margines require a high dilution (>50%) to minimise their negative impacts, as demonstrated by the studies carried out. Increasing the dilution of margines linearly reduces their toxicity, suggesting that these effluents can be used for agricultural purposes at low concentrations.

The germinative response of maize varies significantly according to the composition of the pomace extracts, with stimulatory, neutral or inhibitory effects. This variability reflects the dual biochemical nature of the extracts, which may contain both growth promoters and inhibitors.

Finally, these observations confirm the importance of appropriate management of olive by-products to optimise their use in agriculture while minimising their negative impact on crops.

Key words: oil mills, margines, pomace, maize.