

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

THESE

Présentée par

HAMLAT Mourad

Pour l'obtention du grade de

DOCTEUR EN SCIENCES

Spécialité : Sciences Agronomiques

Option : Biologie Végétale

Thème

**Étude morphométrique de l'olivier (*Olea europaea* ssp. *europaea* L.) et
valorisation des sous-produits oléicoles en Algérie**

Thèse soutenue publiquement le 14 / 05 / 2022

Devant le jury d'examen composé de :

M. AIT SAID Samir	(MCA)	UMMTO	Président
M. DERRIDJ Arezki	(Pr.)	UMMTO	Directeur de thèse
Mme MOUAS BOURBIA Sofia	(MCA)	UMMTO	Examinatrice
Mme ZEBBOUDJ Aïcha	(Pr.)	UAM Béjaïa	Examinatrice
M. BEKDOUCHE Farid	(Pr.)	Univ. Batna	Examinateur
M. SIDI Hachemi	(MCA)	UAM Béjaïa	Examinateur

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- ✓ Mes chers parents (que dieu les protège) ;
- ✓ Ma femme Nassima, qui m'a beaucoup aidée et soutenue ; et m'a toujours encouragé.

Elle est la source de ma persévérance (que dieu me la garde).

- ✓ Mes enfants Manel et Arslane, qui sont ma fierté (que dieu les protège).
- ✓ Toute ma famille.

Avant-propos

Mes vifs remerciements et mon profond respect s'adressent à mon directeur de thèse Mr. DERRIDJ Arezki, professeur à l'Université de TIZI-OUZOU, pour avoir accepté d'encadrer et de diriger ce travail ainsi que pour sa gentillesse, sa disponibilité permanente et pour les nombreux conseils et encouragements qu'il m'a prodigués.

Je suis très honoré que M. AIT SAID Samir, Maître de Conférences A, à l'Université de TIZI-OUZOU, ait accepté de présider ce jury.

J'exprime ma profonde gratitude à Mme MOUAS-BOURBIA Sofia, Maître de Conférences à l'Université de TIZI-OUZOU, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Mme ZEBBOUDJ Aïcha, Professeur à l'Université de BEJAÏA, me fait l'honneur d'examiner ce travail, en donnant de son temps précieux, qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

J'exprime mes vifs remerciements à M. BEKDOUCHE Farid, Professeur à l'Université de BATNA, et à M. SIDI Hachemi, Maître de Conférences à l'Université de BEJAÏA qui ont accepté de juger ce travail. Je tiens à leur exprimer toute ma gratitude.

Je remercie également :

- Mme OURARI Malika, Mme DJAFRI-BOUALLAG Linda et Mr. ABBACI hocine pour leur aide et leur soutien.
- M. MENDIL Mahmoud (DG de l'ITAFV), pour les facilités qu'il m'a accordées.
- M. CHEROUAK Djamel (Sous-Directeur à la DSA de Béjaïa) pour l'aide qu'il m'a apportée.
- Tous les amis et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.
- Tous mes enseignants.

RÉSUMÉS

Résumé :

L'olivier (*Olea europaea ssp europaea* L.), compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique et génétique importante. Pour une meilleure connaissance du patrimoine oléicole Algérien, une identification et un inventaire exhaustif des variétés d'olivier a été réalisée au niveau de la collection oléicole (ITAFV). 45 descripteurs morphologiques ont été étudiés. Ils ont mis en évidence un polymorphisme morphologique important dans l'échantillon de variétés étudiées avec un pouvoir de discrimination de l'ordre de 100%. La Classification Hiérarchique Ascendante a permis de réunir les variétés étudiées en 8 groupes, selon leur affinité morphologique.

Les résultats obtenus montrent que les caractères de l'endocarpe et du fruit présentent un pouvoir discriminant supérieur aux autres organes de la plante. L'origine géographique joue un rôle non négligeable dans la structuration morphologique des 36 variétés étudiées. Les descripteurs morphologiques étudiés se sont révélés suffisants pour discriminer et distinguer les variétés d'olivier. Ce résultat montre l'importance qu'on peut accorder à leur utilisation pour inventorier et caractériser des variétés d'olivier.

Les margines engendrent un problème de pollution environnemental qui concerne tous les pays du bassin méditerranéen. Dans cette étude, les margines issues d'une variété locale (Chemlal) sont utilisées comme fertilisant et sont épandues à différentes concentrations (5L/m², 10L/m² et 20L/m²) dans un verger oléicole (ITAFV, Sidi-Aich, Algérie). Dix paramètres physicochimiques sont analysés, d'abord sur les margines ensuite sur le sol afin de suivre l'impact de l'épandage et son évolution au cours du temps.

La forte acidité des margines ne semble pas avoir une grande incidence sur le pH du sol, en raison de sa nature calcaire. A faible concentrations, ces effluents améliorent la fertilité du sol, en augmentant le taux de la matière organique (0.74 %) et les concentrations en éléments fertilisants, notamment du phosphore (29.1 mg/kg), de l'azote (286 mg/kg) et du potassium (271.2 mg/kg). En revanche, les valeurs élevées de la conductivité électrique et du potassium qui atteignent des seuils respectifs de 2.45 mS/cm et de 581.8 mg/kg, peuvent induire un risque de pollution et nuire à la fertilité du sol. L'ensemble des paramètres analysés présentent une diminution de leur taux au cours du temps, avec une tendance à un retour à l'état initial du sol d'avant épandage.

Mots clés : *Olea europaea ssp europaea* L., descripteurs morphologiques, variétés, caractérisation, margines, fertilité du sol, matière organique, éléments minéraux, oliveraie.

Abstract:

Olive tree (*Olea europaea* ssp *europaea* L.) has many varieties with significant phenotypic and genetic diversity. For a better knowledge of Algerian olive-growing heritage, an identification and an exhaustive inventory of olive tree varieties was carried out at level of the olive collection (ITAFV). 45 morphological descriptors were studied. They demonstrated a significant morphological polymorphism in sample of varieties studied with a discriminating power of order of 100%. Ascending Hierarchical Classification made it possible to reunite the varieties studied in 8 groups, according to their morphological affinity.

Results obtained show that the characteristics of endocarp and of fruit have a discriminating power superior to the other organs of plant. Geographical origin plays a significant role in the morphological structuring of the 36 studied varieties. studied morphological descriptors have proved to be sufficient to discriminate and distinguish between olive tree varieties. This result shows the importance that can be given to their use to inventory and characterize olive tree varieties.

Olive mill wastewaters (OMW) are a problem of environmental pollution that affects all countries of Mediterranean basin. In this study, OMW from a local variety (Chemlal) are used as fertilizer and are spread at different concentrations (5L/m², 10L/m² and 20L/m²) in an olive grove (ITAFV, Sidi-Aich, Algeria).

Ten physicochemical parameters are analyzed, first on the OMW then on the soil in order to follow spreading impact and its evolution over time. The high acidity of OMW does not have a great influence on soil pH, because of its limestone nature. At low concentrations, these effluents improve soil fertility, by increasing rate of organic matter (0.74%) and fertilizing elements concentrations, especially phosphorus (29.1 mg/kg), nitrogen (286 mg/kg) and potassium (271.2 mg/kg). they also improve soil salinity, mostly in the upper layers. On the other hand, the high values of electrical conductivity and potassium reaching 2.45 mS/cm and 581.8 mg/kg thresholds respectively, can induce a risk of pollution and impair soil fertility. All parameters analyzed show a decrease in their rate over time, with a tendency to return to initial state of soil before spreading.

Key words: *Olea europaea* ssp *europaea* L., morphological descriptors, varieties, characterization, olive mill wastewaters, soil fertility, organic matter, mineral elements, olive grove.

ملخص:

تحتوي شجرة الزيتون (*Olea europaea* L.) على العديد من الأصناف ذات النمط الظاهري والتنوع الجيني. من أجل معرفة أفضل بتراث زراعة الزيتون الجزائري، تم تحديد وجرّد شامل لأصناف أشجار الزيتون على مستوى مجموعة زراعة الزيتون (ITAFV). تمت دراسة 45 واصفا مورفولوجيا. لقد أظهروا تعدد أشكال مورفولوجي مهم في عينة الأصناف المدروسة بقوة تمييزية تصل إلى 100%. أتاح التصنيف الهرمي التصاعدي إعادة توحيد الأصناف المدروسة في 8 مجموعات وفقاً لتقاربها المورفولوجي. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن خصائص endocarp والفاكهة تتمتع بقوة تمييزية أعلى من أعضاء النبات الأخرى. يلعب الأصل الجغرافي دوراً مهماً في التركيب المورفولوجي للأصناف الـ 36 التي تمت دراستها وقد ثبت أن الواصفات المورفولوجية المدروسة كافية للتمييز والتمييز بين أصناف أشجار الزيتون. توضح هذه النتيجة الأهمية التي يمكن أن تعطى لاستخدامها في حصر وتوصيف أنواع أشجار الزيتون.

تولد المياه النباتية مشكلة تلوث بيئي تهتم جميع دول حوض البحر الأبيض المتوسط. في هذه الدراسة، يتم استخدام المياه النباتية من صنف محلي (Chemlal) كسماد وتنتشر بتركيزات مختلفة (5 لتر / م²، 10 لتر / م² و 20 لتر / م²) في بستان زيتون (ITAFV)، سيدي عيش، الجزائر). يتم تحليل عشر معاملات فيزيائية كيميائية، أولاً على المياه النباتية ثم على التربة من أجل مراقبة تأثير الانتشار وتطوره بمرور الوقت.

لا يبدو أن الحموضة العالية لمياه الخضروات لها تأثير كبير على درجة حموضة التربة، بسبب طبيعتها الجيرية. عند التركيزات المنخفضة، تعمل هذه المخلفات السائلة على تحسين خصوبة التربة، عن طريق زيادة معدل المواد العضوية (0.74%) وتركيزات عناصر التسميد، وخاصة الفوسفور (29.1 مجم / كجم) والنيتروجين (286 مجم / كجم) والبوتاسيوم (271.2 ملغم / كجم). من ناحية أخرى، فإن القيم العالية للتوصيل الكهربائي والبوتاسيوم التي تصل إلى عتبات 2.45 مللي ثانية / سم و 581.8 مجم / كجم، يمكن أن تسبب خطر التلوث والإضرار بخصوبة التربة. تظهر جميع المعلمات التي تم تحليلها انخفاضاً في معدلها بمرور الوقت، مع ميل للعودة إلى الحالة الأولية للتربة قبل الانتشار.

الكلمات المفتاحية: *Olea europaea* L. ، الواصفات المورفولوجية ، الأصناف ، التوصيف ، المياه النباتية ، خصوبة التربة ، المواد العضوية، العناصر المعدنية ، بستان الزيتون.

Liste des Figures

Figure 1. Aire de répartition de l'olivier dans le monde	10
Figure 2. Superficies oléicoles mondiales	11
Figure 3. Répartition de la superficie arboricole, au niveau national	11
Figure 4. Distribution de la superficie oléicole nationale par région	12
Figure 5. Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive	14
Figure 6. Localisation géographique de la station expérimentale de l'Institut de Technologie de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV) de Takerietz-Béjaïa-Algérie	21
Figure 7. Diagramme ombrothermique de la station expérimentale (ITAFV)	23
Figure 8. Localisation (étoile) de la station d'étude dans le climagramme d'Emberger modifié par Stewart (1969)	24
Figure 9. Caractères qualitatifs de l'arbre	32
Figure 10. Caractères qualitatifs de la feuille	33
Figure 11. Caractères qualitatifs du fruit	35
Figure 12. Caractères qualitatifs du noyau	37
Figure 13. Caractères quantitatifs de la feuille	41
Figure 14. Caractères quantitatifs de l'inflorescence	43
Figure 15. Caractères quantitatifs du fruit	45
Figure 16. Caractères quantitatifs du noyau	47
Figure 16. Caractères quantitatifs du noyau (suite)	48
Figure 17. Répartition des variétés d'olivier en fonction des axes 1 et 2 de l'AFCM	78
Figure 18. Contribution des variétés à l'inertie totale par rapport à l'axe 1 de l'AFCM.	81
Figure 19. Contribution des variétés à l'inertie totale par rapport à l'axe 2 de l'AFCM	84
Figure 20. Répartition des modalités en fonction des axes 1 et 2 de l'AFCM	87
Figure 21. Contribution des caractères morphologiques à l'inertie totale, par rapport à la moyenne des axes de l'AFCM	94
Figure 22. Contribution des organes de la plante à l'inertie totale de l'AFCM	95
Figure 23. Dendrogramme des variétés d'olivier étudiées, issu de la CHA	98
Figure 24. Représentation du regroupement des variétés d'olivier sur les deux premiers axes de l'AFCM	102
Figure 25. Photographie du verger analysé	109
Figure 26. Bassin de décantation des margines	110
Figure 27. Evolution du pH du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	122
Figure 28. Evolution de la valeur moyenne du pH du sol en fonction des horizons	124
Figure 29. Evolution de la valeur moyenne du pH du sol au cours du temps	125
Figure 30. Evolution de la teneur en matières organiques (MO) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	126
Figure 31. Evolution de la teneur moyenne en matières organiques (MO) du sol en fonction des horizons	128

Figure 32. Evolution de la teneur moyenne en matières organiques (MO) du sol au cours du temps	129
Figure 33. Evolution de la teneur en azote (N) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	130
Figure 34. Evolution de la teneur moyenne en azote (N) du sol en fonction des horizons	132
Figure 35. Evolution de la teneur moyenne en azote (N) du sol au cours du temps	133
Figure 36. Evolution de la teneur en phosphore assimilable (P) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	134
Figure 37. Evolution de la teneur moyenne en Phosphore assimilable du sol (P) en fonction des horizons	136
Figure 38. Evolution de la teneur moyenne en Phosphore assimilable du sol (P) au cours du temps	136
Figure 39. Evolution de la teneur en potassium assimilable (K) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	138
Figure 40. Evolution de la teneur moyenne en potassium assimilable (K) du sol en fonction des horizons	139
Figure 41. Evolution de la teneur moyenne en potassium assimilable (K) du sol au cours du temps	140
Figure 42. Evolution de la conductivité électrique (CE) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	142
Figure 43. Evolution de la conductivité électrique moyenne (CE) du sol en fonction des horizons	144
Figure 44. Evolution de la conductivité électrique moyenne (CE) du sol au cours du temps	145
Figure 45. Evolution du rapport C/N du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage	146
Figure 46. Evolution du rapport moyen C/N du sol en fonction des horizons	149
Figure 47. Evolution du rapport moyen C/N du sol au cours du temps	149

Liste des Tableaux

Tableau I. Répartition des différentes collections dans la station de l'ITAFV.....	22
Tableau II. Données climatiques de la station d'étude (1986 -2018)	23
Tableau III. Liste des variétés étudiées.....	25
Tableau IV. Les descripteurs morphologiques étudiés	28
Tableau V. Valeurs propres et Inertie des dimensions	77
Tableau VI. Coordonnées associés aux variétés pour les cinq premiers axes factoriels de l'AFCM	79
Tableau VII. Contribution des variétés à l'inertie totale, par rapport à chaque dimension (axe) de l'AFCM	80
Tableau VIII. Cos^2 associés aux variétés par rapport à chaque dimension (axe) de l'AFCM	82
Tableau IX. Contributions (%) des variétés actives, à l'inertie totale, par rapport à l'axe 1, de l'AFCM.....	83
Tableau X. Contributions (%) des variétés (actives) à l'inertie totale, par rapport à l'axe 2, de l'AFCM	85
Tableau XI. Contribution (%) des modalités actives, à l'inertie totale, par rapport à l'axe 1, de l'AFCM (En gras : les modalités antagonistes)	89
Tableau XII. Contribution (%) des modalités actives à l'inertie totale, par rapport à l'axe 2 de l'AFCM (En gras : les modalités antagonistes)	91
Tableau XIII. Contributions des caractères morphologiques à l'inertie totale, par rapport aux différent axes de l'AFCM	93
Tableau XIV. Contributions des organes de la plante à l'inertie totale de l'AFCM	95
Tableau XV. Concentrations et quantités de margines épandus sur les parcelles	109
Tableau XVI. Composition physicochimique des margines épandues	117
Tableau XVII. Eléments nutritifs apportés au sol, par les margines en fonction de la dose d'épandage (en Kg par hectare). Matière organique (MO), Phosphore (P), Potassium (K) et Azote (N)	120
Tableau XVIII. Evaluation des caractères spécifiques au sol analysés	121
Tableau XIX. pH du sol, après épandage des margines	122
Tableau XX. Analyse de la variance multifactorielle sur le pH du sol	123
Tableau XXI. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur le pH du sol	123
Tableau XXII : Moyenne estimé du pH du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)	124
Tableau XXIII. Teneur en matière organique du sol, après épandage des margines	126
Tableau XXIV. Analyse de la variance multifactorielle sur le taux de matière organique (MO) du sol	127
Tableau XXV. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en matières organiques (MO) du sol	127
Tableau XXVI : Moyenne estimé de la teneur en matière organique (MO) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)	128
Tableau XXVII. Teneur en Azote du sol. (N), après épandage des margines	130

Tableau XXVIII : Analyse de la variance multifactorielle sur la teneur en azote (N) du sol	131
Tableau XXIX . Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en azote (N) du sol	131
Tableau XXX : Moyenne estimée de la teneur en azote (N) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)	132
Tableau XXXI . Teneur en phosphore assimilable (P) du sol, après épandage des margines	133
Tableau XXXII : Analyse de la variance multifactorielle sur la teneur en phosphore assimilable (P) du sol	134
Tableau XXXIII . Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en phosphore assimilable (P) du sol	135
Tableau XXXIV . Moyenne estimée de la teneur en phosphore assimilable (P) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margine, Horizon, Temps de traitement)	135
Tableau XXXV . Teneur en potassium assimilable du sol, après épandage des margines	137
Tableau XXXVI . Analyse de la variance multifactorielle sur la teneur en potassium assimilable (K) du sol	138
Tableau XXXVII . Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en potassium assimilable (K) du sol	138
Tableau XXXVIII . Moyenne estimée de la teneur en potassium assimilable (K) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (OMW, Horizon, Temps de traitement)	139
Tableau XXXIX . Conductivité électrique du sol, après épandage des margines	141
Tableau XXXX . Analyse de la variance multifactorielle sur la conductivité électrique (CE) du sol	142
Tableau XXXXI . Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la conductivité électrique (CE) du sol	143
Tableau XXXXII . Moyenne estimée de la conductivité électrique (CE) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)	143
Tableau XXXXIII . Rapport C/N du sol, après épandage des margines	146
Tableau XXXXIV . Analyse de la variance multifactorielle sur le rapport C/N du sol	147
Tableau XXXXV . Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur le rapport C/N du sol	147
Tableau XXXXVI . Moyenne estimée du rapport C/N du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)	148

Liste des abréviations

COI : Conseil Oléicole International

DDRA : Direction de la régulation et du développement des productions agricoles.

DSA : Direction des Services Agricoles

INRAA : Institut National de la recherche Agricole d'Algérie.

I.T.A.F.V : Institut de Technologie de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

MADR : Ministère de l'agriculture et du développement rural

SOMMAIRE

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur l'olivier.....	3
I.1. Caractéristiques botaniques	3
I.2. Caractéristiques morphologiques.....	5
I.2.1. Système racinaire	5
I.2.2. Système aérien	5
I.3. Caractéristiques physiologiques.....	6
I.3.1. Le cycle de développement	6
I.3.2. Le cycle végétatif annuel	7
I.4. Exigences de la culture de l'olivier.....	7
I.4.1. Exigences climatiques	7
I.4.2. Les exigences édaphiques	8
II. L'oléiculture	9
II.1. Origine et expansion de la culture	9
II.2. Impact socio-économique.....	9
II.3. La répartition de l'olivier	10
II.3.1. A l'échelle mondiale	10
II.3.2. A l'échelle nationale	11
III. La production de l'huile d'olive.....	12
III.1. Extraction de l'huile d'olive.....	12
III.1.1. Opérations préliminaires	13
III.1.2. Le broyage	13
III.1.3. Malaxage	13
III.2. Procédés d'extraction	13
III.2.1. Procédés en discontinu (Extraction par pression)	14
III.2.2. Procédés en continu (Extraction par centrifugation)	15
III.3. Problématique environnementale générée par les résidus de l'industrie oléicole.....	15
III.3.1. Les résidus solides (Les grignons)	15
III.3.2. Les résidus liquides	16
III.3.3. Effets des margines sur l'environnement	16
III.4. Traitement et valorisation des margines.....	16

1^{er} partie

Etude morphométrique de l'olivier (*Olea europaea* ssp. *europaea* L.)

Introduction	19
I. Matériels et méthodes	21
I.1. Présentation de la station d'étude.....	21
I.2. Matériel végétal.....	24
I.3. Méthodologie	26
I.4. Analyses statistiques	30
II. Résultats et discussion	31
II.1. Analyse morphologique des caractères qualitatifs	31
II.1.1. Arbre	31
II.1.2. La feuille	33
II.1.3. Le fruit	34
II.1.4. Le Noyau	36
II.1.5. Conclusion sur les caractères qualitatifs	38
II.2. Analyse biométrique des caractères quantitatifs.....	40
II.2.1. La feuille	40
II.2.2. L'inflorescence	42
II.2.3. Le fruit	44
II.2.4. Le Noyau	46
II.2.5. Conclusion sur les caractères quantitatifs	49
II.3. Description morphologique des variétés	51
Conclusion.....	75
II.4. Analyse statistique	77
II.4.1. Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM).....	77
II.4.1.1. Nombre d'axes	77
II.4.1.2. Les variétés (cultivars)	78
II.4.1.3. Les descripteurs morphologiques (les variables)	87
II.4.1.3.1. Les modalités	87
II.4.1.3.2. Les caractères morphologiques	93
II.4.1.3.3. Contribution des organes de la plante	95
II.4.2. Classification Hiérarchique Ascendante	98
II.5. Conclusion	104

2^{ème} partie

Impact des margines sur la fertilité du sol

Introduction	107
I. Matériels et méthodes	108
I.1. Protocole expérimental.....	108
I.2. Echantillonnage.....	110
I.2.1. Les margines	110
I.2.2. Le sol	110
I.3. Méthodes d'analyses	111
I.3.1. Analyse des margines.....	111
I.3.2. Analyse du sol	114
I.3.3. Analyses statistiques	116
II. Résultats et discussions	117
II.1- Les margines	117
II.2. Le sol	121
II.2-1- Caractéristiques édaphiques de la station d'étude.....	121
II.2-2-Effet de l'épandage des margines sur la fertilité du sol.....	122
II.2.2.1. Le pH	122
II.2.2.2. La matière organique	125
II.2.2.3. L'azote	130
II.2.2.4. Le phosphore assimilable	133
II.2.2.5. Le potassium assimilable	137
II.2.2.6. La conductivité électrique	141
II.2.2.7. Le rapport C/N	145
II.2.3. Conclusion	150
Conclusion générale	152
Références bibliographique.....	154
Annexes	162

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

Introduction

La culture de l'olivier constitue une activité traditionnelle dans de vastes régions du bassin méditerranéen. Elle revêt une importance considérable au plan socio-économique et constitue une source de revenu pour de nombreuses populations.

De culture méditerranéenne, à l'origine, nous la trouvons aujourd'hui en Amérique, en Australie en Afrique du sud, au Japon et plus récemment en Chine. Cette très haute sollicitude par de nombreux pays montre l'intérêt que présente cette culture.

L'Algérie compte parmi les pays du bassin méditerranéen où l'olivier trouve son aire d'extension. Cependant, malgré l'existence de potentialités très élevées (superficie, diversité climatique, édaphique et variétale), le secteur oléicole n'arrive pas à répondre aux besoins de la population.

L'olivier (*Olea europaea* L.), compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique et génétique importante. Les origines de ces variétés demeurent imprécises. Divers travaux ont suggéré que l'inter fertilité entre les formes cultivées et les formes sauvages est à l'origine de la diversification de l'olivier cultivé (Idrissi & Ouazzani, 2003). Actuellement, on recense des centaines de variétés dans chacun des principaux pays oléicoles méditerranéens (Loussert & Brousse, 1978 ; Chiappetta & Muzzalupo, 2012) où sont encore cultivées de très anciennes variétés (Barranco, 1994 in Idrissi & Ouazzani, 2003).

Chaque pays dispose d'un large éventail de variétés cultivées autochtones et de plantes sauvages apparentées représentant un énorme réservoir de biodiversité et une précieuse ressource économique (Sardado & al., 2016). Ce réservoir doit être préservé et valorisé.

Selon Cimato & Attilio (2008), l'adoption généralisée de quelques variétés améliorées a réduit la base génétique d'importantes cultures vivrières et a conduit à la disparition de centaines de variétés locales.

L'Algérie possède un précieux réservoir de matériel génétique oléicole largement inexploité. Le développement et la conservation de ce patrimoine constitue un atout pour assurer le développement de cette filière afin de renforcer l'économie nationale et contribuer à la stabilité et le développement dans nos zones rurales. En Algérie, très peu de travaux de recherche ont été menés sur la diversité et autres aspects liés à cet arbre et peu d'informations sont disponibles sur la caractérisation variétale, sur la conservation et sur la valorisation du germoplasme.

Pour lever certaines ambiguïtés concernant l’homonymie et la synonymie et pour une meilleure connaissance du patrimoine oléicole Algérien, une identification et un inventaire exhaustif des variétés d’olivier doit être réalisé. Cette étape permettra dans un premier temps de sauvegarder les variétés qui sont en voie de disparition et dans un second temps, représentera l’étape préliminaire pour les travaux d’amélioration et de sélection.

L’industrie oléicole est une activité importante dans le monde, elle engendre en plus de l’huile comme produit principal, une grande quantité de sous-produits constitués de grignons (rejet solide) et des margines (effluents liquides).

En Algérie l’oléiculture occupe une place très importante. Elle représente, en 2019, un taux de 47.7% du verger arboricole national. Cette superficie présente une progression continue depuis la mise en place en 2012 d’un programme national pour le développement de l’oléiculture intensive dans les zones steppiques, présahariennes et sahariennes (Msila, Biskra, Ghardaïa, etc.). Ainsi, la période s’étalant de 2000 à 2019 montre une progression de la superficie oléicole de 256 %, une progression de la production d’olive de 400 % et une progression de la production d’huile d’olive de 316 % (MADR, 2020).

Toutefois cette progression n’est pas sans conséquence sur l’environnement. En effet, les quantités importantes de margines (riches en polyphénols, en acides gras) déversées dans la nature, sans traitement préalable, causent de sérieux problèmes pour la flore, la microflore du sol et les cours d’eau.

Plusieurs auteurs ont proposé différentes méthodes de traitement de ces rejets, dans le but de préserver l’environnement et de valoriser ces eaux de végétation qui sont des produits naturels, riches en matière organique et en éléments minéraux assimilables par les plantes. Parmi ces travaux, nous pouvons citer ceux de Nefzaoui (1991) et de Benyahia & *al.* (2003) en Tunisie et ceux de Tambourino & *al.* (1999) en Italie.

Dans ce cadre et sous l’égide du Conseil Oléicole International (COI), nous nous sommes intéressés à ce problème environnemental, et nous avons entamé une étude sur la valorisation des margines en tant que fertilisants sur un verger d’oliviers au niveau de la station arboricole de l’Institut de Technologie de l’Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV).

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

Synthèse bibliographique

I. Généralités sur l'olivier

L'olivier (*Olea europea* ssp *europea* L.) est un arbre fruitier emblématique et le plus important du bassin méditerranéen. Il symbolise la prospérité, la fertilité et la fécondité, et sa culture est l'une des plus anciennes,

Il se distingue des autres espèces fruitières par sa rusticité et sa très grande longévité pouvant donner des arbres centenaires. Selon Gaour (1996) si le tronc disparaît par vieillissement, les rejets se développant à la base assurent sa pérennité et redonneront un nouvel arbre.

L'olivier est un arbre cultivé pour son fruit et son huile. Ce sont des éléments importants de la diète méditerranéenne. A ces deux produits s'ajoute l'importance représentée par les sous-produits de l'olivier, que sont les margines, le grignon, ainsi que les rameaux et les feuilles.

La diffusion accrue de l'huile d'olive a été favorisée par la reconnaissance scientifique de ses propriétés sanitaires, thérapeutiques et gustatives. Ces propriétés lui valent une demande croissante dans tous les pays du monde (Tombesi & al. 2007).

I.1. Caractéristiques botaniques

L'espèce *Olea europaea* ssp *europea* L. a été ainsi nommée par Linné en raison de son aire géographique. D'après Rugini & al. (2011) c'est l'unique espèce du bassin méditerranéen représentative du genre *Olea*, et la seule espèce cultivée pour l'extraction d'huile et la consommation de table.

Selon Baldoni & Belaj (2009) et Bracci & al., (2011), la forme méditerranéenne, *Olea europaea*, ssp. *europaea* est une espèce diploïde ($2n = 2x = 46$ chromosomes).

Le genre *Olea* appartient à la famille monophylétique des Oleaceae, qui comprend 30 genres avec 600 espèces, répartis sur tous les continents comme plantes ornementales ou dans les vergers productifs (Cronquist, 1981 in Rugini & al., 2011). Ce genre se divise en trois sous-genres, *Tetrapilus*, *Paniculatae* et *Olea* (oliviers cultivés et parents sauvages), trouvés respectivement en Asie, en Australie et Asie et en Afrique et Europe.

Le sous-genre *Olea* est divisé en deux sections : *Ligustroides* (environ 10 espèces) et *Olea* (une seule espèce : *O. europaea*) (Green, 2002 ; Chiapita & Muzzalupo, 2012)

La section *Olea* comprend le complexe *Olea europaea* L., dans lequel six sous-espèces sont reconnues (Besnard & al. 2007 ; Doveri & Baldoni, 2007) :

- 1) ssp. *europaea*, avec les deux variétés botaniques *europaea* (olivier cultivé) et *sylvestris* Mill. (olivier sauvage), largement réparties dans tout le bassin méditerranéen ;
- 2) ssp. *cuspidata* (Wall.) Ciferri, distribué de l'Asie du Sud-Est au sud-ouest de la Chine, ainsi que de la péninsule arabique à travers l'Afrique de l'Est et du Sud ;
- 3) ssp. *laperrinei*, (Batt. et Trab.) Ciferri, distribué dans les massifs sahariens (Hoggar, Jebel Marra en Algérie)
- 4) ssp. *maroccana* (Greut. et Burd.) P. Vargas et al., distribué dans les montagnes d'Agadir, au sud-ouest du Maroc ;
- 5) ssp. *cerasiformis* (Webb et Berth.) Kunk. Et Sund., limité à l'île de Madère ;
- 6) ssp. *guanchica*, P. Vargas et al., limité aux îles Canaries.

Ainsi, s'établit la classification de l'olivier :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Embranchement : Spermatophytes (Plantes à ovules)

Sous-embranchement : Magnoliophyta (Angiospermes)

Classe : Magnoliopsida (Eudicotylédones)

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Oleaceae

Sous famille : Oleideae

Genre : *Olea*

Sous-genres : *Olea*

Section : *Olea*

Espèce : *Olea europaea* L.

Sous-espèce : *europaea*

Variété : *sativa* (olivier cultivé)

L'*Olea europaea* ssp. *europaea* L. comprend la forme sauvage, appelée var. *sylvestris* Mill., et la forme cultivée, appelée var. *europaea* (var. *sativa*). Ces deux formes sont interfertiles et présentent une très bonne affinité au greffage.

I.2. Caractéristiques morphologiques

L'olivier est un arbre méditerranéen par excellence. Il se distingue des autres espèces fruitières par sa pérennité et sa grande longévité. Il peut atteindre une hauteur de 10 m dans des conditions optimales, mais il est généralement taillé à une hauteur de 5 à 8 m pour faciliter la récolte. Il est également réputé pour sa grande rusticité et sa plasticité lui permettant de se développer dans différentes conditions environnementales et climatiques.

I.2.1. Système racinaire

Selon (Pagnol, 1996) le système racinaire de l'olivier est très étendu, il est de type mixte, à la fois fasciculé et pivotant.

Son développement est étroitement lié aux caractéristiques physico-chimiques du sol, au climat et au mode de conduite de l'arbre (Villa, 2003).

I.2.2. Système aérien

Le tronc est lisse, de couleur gris-verdâtre pour les jeunes arbres, mais devient crevassé et noueux avec l'âge (Pagnol, 1996).

Les charpentières sont de grosses branches conçues pour former la charpente de l'arbre. On trouve les charpentières principales, complètement lignifiées, et les sous charpentières, qui portent les rameaux feuillés et les rameaux fructifères.

Les feuilles sont opposées, de petites tailles (de 3 à 8 cm de long et de 1 à 2.5 cm de large) et de durée de vie de 3 ans en moyenne.

La forme, la taille et les caractéristiques de la feuille de l'olivier peuvent être différentes selon les cultivars (Villa, 2003).

Les fleurs de l'olivier sont hermaphrodites, elles sont blanches, et réunies en grappes (inflorescence) longues et flexueuses pouvant comporter de 4 à 6 ramifications secondaires (Loussert & Brousse, 1978).

Le nombre de fleurs par inflorescence est un caractère variétal (Quezel & Santa, 1963). Elles sont actinomorphes, petites et ovales avec une formule florale de type : 4 sépales soudés, 4 pétales soudés, 2 étamines libres, 1 ovaire super à 2 carpelles soudés donnant après fécondation une drupe.

$$0 : 4 (S) + 4 (P) + 2E + 2 (C) + \text{drupe.}$$

Le fruit de l'olivier, appelé olive, est une drupe à mésocarpe charnu, de forme sphérique, ovoïde ou allongée, riche en lipides dont on extrait l'huile.

Il est recouvert par un péricarpe lisse et renferme un noyau ou endocarpe fusiforme, très dur protégeant l'amande.

La forme et la dimension du fruit et du noyau ainsi que le nombre de sillon sont des caractéristiques variétales. Fontanazza & Baldoni (1990) signalent que la longueur du fruit et celle du noyau sont les caractères les plus héréditaires.

I.3. Caractéristiques physiologiques

I.3.1. Le cycle de développement

Selon Loussert & Brousse (1978) la vie d'un olivier est caractérisée par quatre périodes successives :

a. La période de jeunesse : de la 1^{er} à la 12^{ème} année

C'est la période de croissance des jeunes arbres, qui commence en pépinière et se termine dans le verger, dès que le jeune arbre est apte à fructifier.

b. La période d'entrée en production : de la 12^{ème} à la 50^{ème} année

Il s'agit d'un stade intermédiaire, chevauchant le stade jeune et le stade adulte. En effet, la croissance et le développement nutritionnel de l'arbre se poursuivent, et les premiers fruits apparaissent.

c. La période adulte : de la 50^{ème} à la 150^{ème} année

C'est la période de pleine production. Le développement souterrain et aérien de l'arbre est optimal.

d. La période de sénescence : de la 150^{ème} à la 200^{ème} année

C'est le stade de vieillissement, qui se caractérise par une diminution progressive de la récolte.

La durée de chaque période varie en fonction des conditions de cultures des arbres, et selon les variétés. Améliorer les techniques de production (taille, fertilisation, irrigation) et l'amélioration du matériels végétal (sélection clonale) permet de modifier la durée de chaque période.

I.3.2. Le cycle végétatif annuel

Le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée essentiellement par le climat méditerranéen.

Après le repos hivernal qui s'étend de novembre à février, le réveil printanier (Mars-Avril) se manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires. Ces derniers donneront soit du bois (jeunes pousses) soit des fleurs. Au cours du printemps l'inflorescence se développe et la floraison a lieu en Avril (Gaour, 1996).

Selon Wallali & *al.* (2003) la fécondation et la nouaison des fruits se déroulent en Mai. L'endocarpe se sclérifie entre Juillet et Août. Les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale à la fin du mois de septembre à octobre.

La maturation est plus ou moins rapide suivant les variétés. La récolte s'effectue à la fin du mois de septembre pour les variétés précoces d'olive verte, jusqu'au mois de février pour les variétés tardives à l'huile (Loussert & Brousse, 1978).

I.4. Les exigences de la culture de l'olivier

L'olivier possède des qualités indéniables de résistance aux mauvaises conditions de culture, mais lorsque ses besoins sont satisfaits, il devient l'une des espèces les plus productives (Hamlat, 1995).

I.4.1. Exigences climatiques

Bien que l'olivier ait été introduit dans toutes les régions du monde, sa culture est liée à la région méditerranéenne, caractérisée par des hivers doux et humides et des étés secs et chauds.

a. La température

La température de développement de l'olivier se situe entre 12°C et 22°C. (Maillard, 1975)

L'olivier est sensible au froid. Par contre, il est apte à bien supporter les températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante.

L'olivier ne pouvant pas supporter des températures inférieures à -15°C , cet isotherme délimite sa zone de culture en latitude (entre 22° et 45° dans l'hémisphère nord et sud) (Baldy, 1990).

b. La pluviométrie

Sous une pluviométrie de 450 à 650 mm, l'olivier se trouve dans un milieu favorable à sa croissance et à son développement

Cependant, sous le climat méditerranéen, la saison sèche, coïncide avec le durcissement du noyau, qui exige des besoins élevés en eau.

Une humidité élevée de l'air ($> 60\%$) peut nuire à la croissance des arbres et favorise le développement de maladies et de parasites. Elle entrave également la pollinisation.

c. Le vent

La pollinisation chez l'olivier est essentiellement anémophile. Le vent joue donc un rôle clé dans la production (Loussert & Brousse, 1978).

I.4.2. Les exigences du sol

L'olivier est connu pour sa rusticité et sa plasticité, et peut être plantés dans différents types de sols, même les plus pauvres.

Cependant, il préfère les sols légers à texture sableuse qui favorise la perméabilité et l'aération et permet le développement de racines profondes.

Selon Loussert & Brousse (1978), la profondeur du sol requise pour les arbres devrait être d'au moins 1 à 1,5 m.

II. L'oléiculture

II.1. Origine et expansion de la culture

L'olivier représente un élément fondamental de l'histoire et des civilisations méditerranéennes (Besnard, 1999). C'est une espèce qui occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière.

L'olivier a une origine très ancienne. Son apparition remonterait à la préhistoire (Loussert & Brousse, 1978). Sa culture a été pratiquée en Palestine et en Grèce depuis le milieu du III^{ème} siècle avant J-C.

Les Phéniciens l'implantèrent dans toute la Grèce puis dans l'ensemble du Bassin méditerranéen. L'empire romain en fera un instrument de sa présence économique, en développant partout des plantations et des moulins. Les conquistadores espagnols et portugais lui feront traverser l'Atlantique et l'implanteront en Argentine, au Mexique et en Californie.

L'Algérie compte parmi les pays du bassin méditerranéen où l'olivier trouve son aire d'extension.

En Algérie l'oléastre aurait existé depuis le 12^{ème} Millénaire avant notre ère (Mendil, 2004) et les différentes invasions qui ont caractérisé notre pays ont eu un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité.

II.2. Impact socio-économique

L'industrie oléicole est une activité importante dans le monde, elle engendre, deux principaux produits : l'olive et son huile.

L'olive est consommée sous deux formes, l'olive verte et l'olive noire. L'huile d'olive est depuis longtemps connue pour ses qualités alimentaires et ces vertus médicinales.

A ces deux produits s'ajoute l'importance représentée par les sous-produits de l'olivier :

- ✓ Son bois est utilisé pour le chauffage et en Ebénisterie.
- ✓ Ses feuilles sont employées dans l'alimentation du bétail et dans le domaine des cosmétiques. Elles possèdent également selon (Aouidi, 2012) de nombreux avantages thérapeutiques contre plusieurs maladies.
- ✓ Les margines sont des eaux de végétation qui résultent de l'extraction de l'huile d'olive. Elles sont utilisées comme fertilisant agricole (Nefzaoui, 1991).
- ✓ Les grignons sont des résidus solides issus de la première pression, formés de pulpes et de noyaux d'olives. Ce produit peut être transformé pour l'alimentation de bétail et pour l'extraction de l'huile, dite de grignon d'olive, par voie chimique (Benyahia & Zeine 2003).

Par sa présence et sa rusticité, l'olivier donne à la nature un décor unique et présente un intérêt dans le développement de l'agriculture de montagne, car il constitue une couverture végétale de qualité pour lutter contre l'érosion du sol.

Il contribue également, selon Berrichi (2002), à la valorisation des terres agricoles ainsi que la fixation des populations dans les zones rurales.

Dans les pays du sud de la méditerranée, l'olivier occupe une place importante sur le plan socio-économique et constitue une culture de subsistance, et une source de revenu pour de nombreuses populations (Fausto & Luchetti, 2002).

II.3. La répartition de l'olivier

III.3.1. A l'échelle mondiale

D'après Guerra & *al.* (2015) la répartition géographique des oliviers dans le monde se situe principalement entre les latitudes 26° et 45° nord et sud. C'est ce qui explique son introduction avec succès en Chine, au Japon, aux États-Unis, et au Mexique pour l'hémisphère nord, en Afrique du Sud et dans divers pays de l'Amérique du Sud pour l'hémisphère Sud (Fig. 1).

Comparé à d'autres régions du monde, le bassin méditerranéen reste une zone privilégiée, qui constitue l'espace naturel de l'olivier, puisque sa culture bénéficie d'un climat adapté en termes de température et d'hydrologie.



Figure 1. Aire de répartition de l'olivier dans le monde (www.internationaloliveoil.org)

Pendant la campagne oléicole 2018/2019, la production d'olives destinée à l'huile représentait 3 135 000 tonnes, et celle destinée aux olives de table était de 2 751 000 tonnes (COI, 2020).

Le patrimoine oléicole mondial est composé d'environ 930 millions d'oliviers, dont 830 sont localisé autour du bassin méditerranéen, représentant plus de 90% des oliveraies du monde, avec l'Espagne comme premier producteur, suivi par l'Italie, la Grèce, la Turquie, le Maroc, le Portugal, la Tunisie et l'Algérie (Fig. 2).

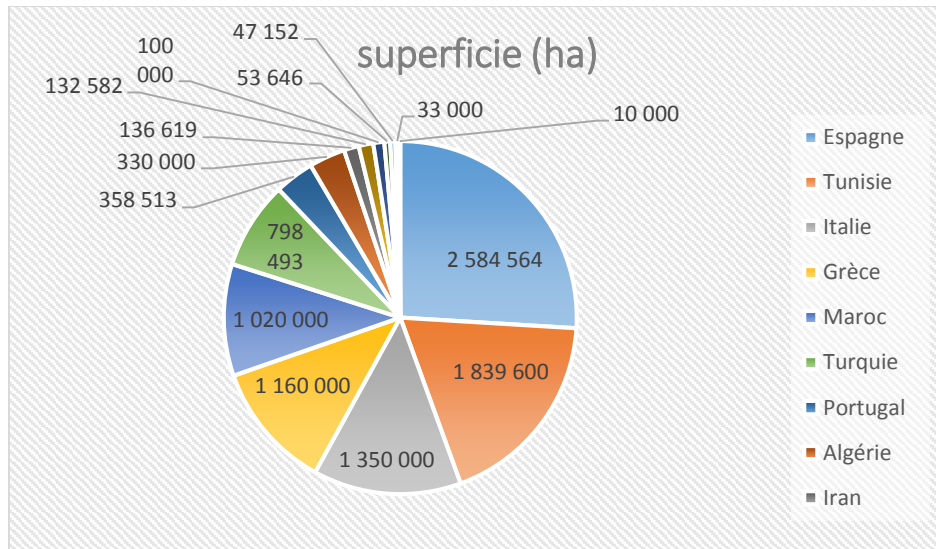


Figure 2. Superficies oléicoles mondiales (COI-2018)

III.3.2. A l'échelle nationale

L'oléiculture est une activité ancestrale et occupe une place très importante. Elle représente 42% du verger arboricole national (Fig. 3)

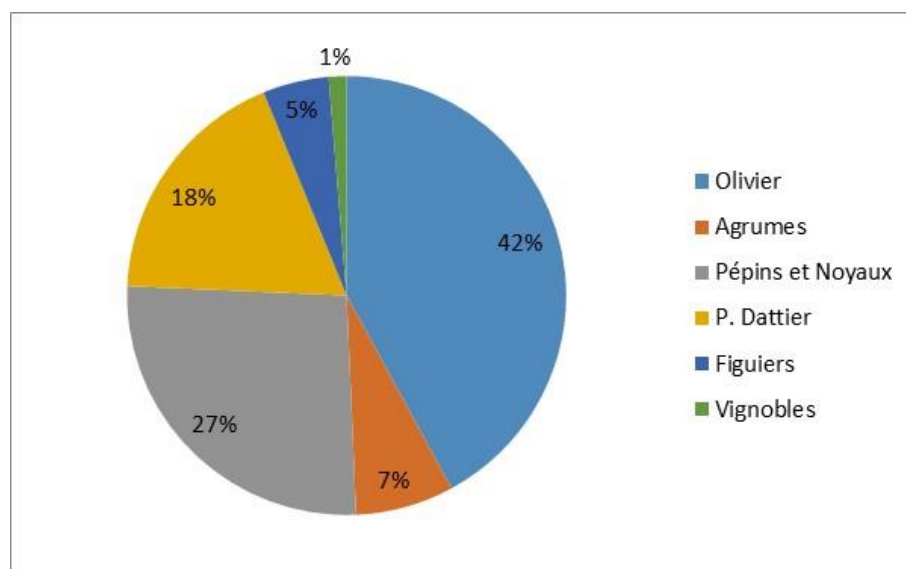


Figure 3. Répartition de la superficie arboricole, au niveau national. (Source : MADR, 2018).

Le verger oléicole national est implanté dans trois zones principales (Fig. 4) :

- ✓ La région du centre occupe la 1ere place avec 34% de la superficie oléicole nationale et dont l'essentiel est concentré dans les wilayas de Béjaia, Tizi-Ouzou et Bouira.
- ✓ La région Est vient en seconde position avec 18% dont les principales wilayas sont B.B.Arreridj, Sétif, Jijel, Skikda et Mila.
- ✓ La région Ouest qui est en dernière position avec 13% dont les wilayas sont S.B.Abbes, Mascara, Relizane, Tlemcen, Mostaganem et Saida.

Dans les régions du centre et de l'Est la production d'olive est destinée à la production d'huile, par contre les olives produites dans la région Ouest sont destinée à la consommation.

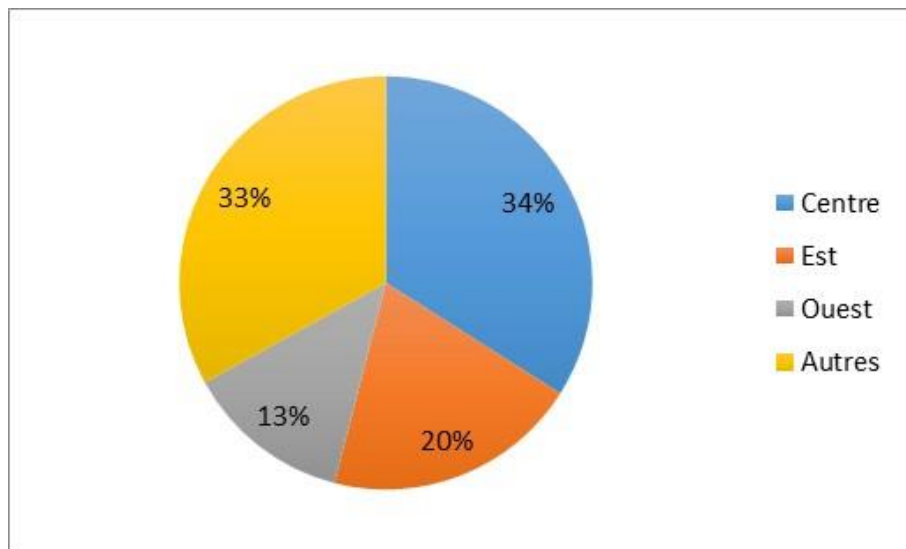


Figure 4. Distribution de la superficie oléicole nationale par région (Source : MADR, 2018)

III. La production de l'huile d'olive

III.1. Extraction de l'huile d'olive

C'est un processus industriel, réalisé dans un moulin à huile, afin d'extraire l'huile des drupes de l'olivier.

Les méthodes d'extraction ont évolué mais, le processus d'extraction d'huile d'olives est resté toujours le même. Il implique quatre opérations principales : les opérations préliminaires, le broyage, le malaxage et la séparation des phases liquides.

III.1.1. Opérations préliminaires

Cette étape correspond à la réception des olives, qui vont subir certaines opérations afin de les préparer au pressage postérieur.

Les olives vont subir un nettoyage qui consiste à les séparer de la terre, des feuilles et des brindilles, suivi par le lavage afin d'éliminer les matières étrangères (saletés, moisissures...). Ces matières peuvent, altérer les propriétés organoleptiques de l'huile (couleur, odeur, goût)

Elles vont subir également un contrôle du poids et de la qualité : aspect, acidité, rendement gras.

III.1.2. Le broyage

Cette opération consiste à soumettre les olives à des actions mécaniques qui provoquent la rupture des parois cellulaires et des membranes entraînant la libération des sucs cellulaires et de l'huile.

Le broyage s'effectue à l'aide de moulins en pierres (installations traditionnelles) ou bien de marteaux ou de disques (installations modernes).

Le produit obtenu à l'issue de cette phase est une pâte, la *pâte d'huile*, masse semi-fluide composée d'une fraction solide (fragments de noyaux, peaux et pulpe) et d'une fraction liquide (émulsion d'eau et d'huile).

III.1.3. Malaxage

IL s'effectue dans un *malaxeur*, un bac en acier dans lequel des pales hélicoïdales en rotation maintiennent un lent mouvement de mélange de la pâte.

C'est une opération qui a pour but de rompre l'émulsion entre l'eau et l'huile et faire agglomérer les particules d'huile en gouttes plus grosses, se séparant spontanément de l'eau de végétation.

III.2. Procédés d'extraction

L'extraction est réalisée par divers systèmes qui font appel à des principes mécaniques de conception différente.

Les méthodes d'extraction se rattachent à trois types fondamentaux.

III.2.1. Procédés en discontinu (Extraction par pression)

Le broyage des olives suivi du malaxage se font sous des meules. La pâte obtenue est composée de grignon et d'un moût contenant l'huile et les margines.

La séparation des deux phases solide-liquide se fait par simple pression, alors que l'huile est séparée des margines par décantation naturelle (Aissam, 2003). Il s'agit d'un système "discontinu", dû à la nécessité de procéder selon des "charges" ou des cycles de presse séquentiels (Fig. 5).

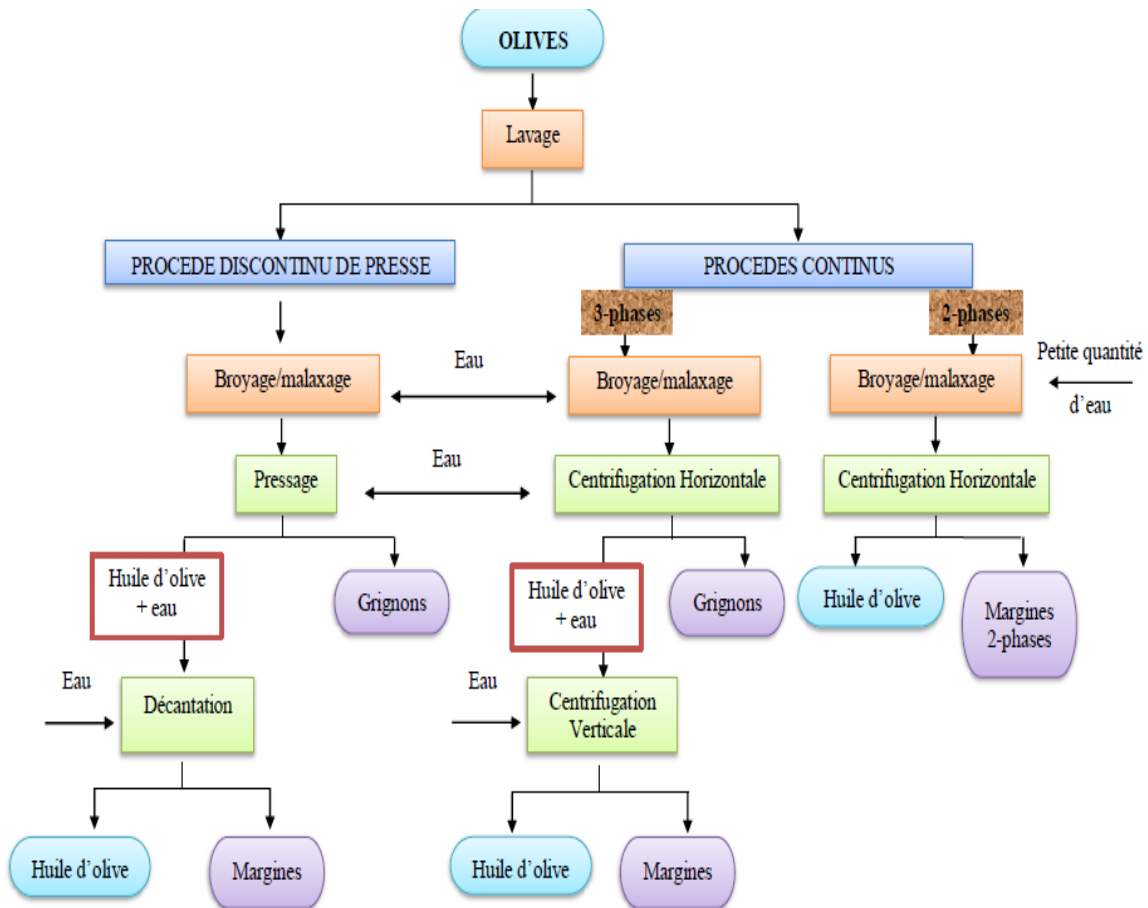


Figure 5. Principaux processus d'extraction de l'huile d'olive (Aggoun-Arhab, 2016).

III.2.2. Procédés en continu (Extraction par centrifugation)

L'extraction d'huile d'olive se fait à travers des phases successives. Les olives sont lavées, broyées, mélangées avec l'eau chaude et malaxées.

La séparation des phases solide-liquide se fait, soit par :

✓ **Système continu à trois phases**

Les phases liquides et solides sont séparées par centrifugation à l'aide d'une centrifugeuse horizontale appelée "décanteur", qui effectue un travail en continu. Le résultat de l'opération est l'*huile*, la *marginé*, et le *grignon*.

✓ **Système continu à deux phases**

Le décanteur sépare l'huile et mélange le grignon et les eaux de végétation en une unique phase de consistance pâteuse appelée *grignon humide* ou *grignon à 2 phases*.

III.3. Problématique environnementale générée par les résidus de l'industrie oléicole

Le processus de trituration des olives produit principalement l'huile d'olive et engendre deux résidus l'un liquide, les margines et l'autre solide, les grignons.

III.3.1. Les résidus solides (Les grignons)

Les grignons sont constitués de la pulpe, du noyau et du tégument de l'olive.

Les grignons ne posent pas de problèmes particuliers pour l'environnement et connaissent à l'heure actuelle diverses voies d'utilisation et de valorisation telles que :

- Deuxième extraction de l'huile résiduelle dans l'industrie extractrice pour la production d'huile de grignon.
- La production de charbon de bois et la possibilité éventuelle d'exploitation des éclats de bois pour la fabrication de la pâte à papier (Jardak, 1999).
- Pouvoir calorifique (Combustible solide)
- Alimentation du bétail (ruminants : ovins, bovins, camélidés)
- Le compostage

III.3.2. Les résidus liquides

Les margines sont composées de 40 à 50% de l'eau végétale qui provient du fruit (olive) et le reste de l'eau de fabrication ajoutée lors du processus de trituration (Fig. 5) (Di-Giovacchino, 1996 ; Aissam, 2003)

Le pressage d'une tonne d'olives produit en moyenne 1,5 tonnes de margines avec les modes de production modernes (Amic & Dalmaso, 2013).

Les margines sont de couleur brune à brun-rougeâtre, d'aspect trouble. Selon Assas & *al.* (2000), ces effluents ont une forte charge saline (due aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium) et sont très acides (à cause de leur richesse en acides organiques et en polyphénols).

La composition chimique des margines est assez variable. Elle dépend de nombreux facteurs tels que la variété et la maturité des olives, les conditions édaphiques et climatique, la méthode de culture et en particulier le mode d'extraction de l'huile (Naija & *al.*, 2014).

III.3.3. Effets des margines sur l'environnement

Le rejet des margines constitue un problème écologique prépondérant, pour les pays producteurs d'huile d'olive. En effet de larges volumes sont produits dans des intervalles de temps très brefs s'étendant de novembre à mars.

L'absence de méthodes de traitement adaptées pousse les propriétaires d'huileries à rejeter ces eaux dans la nature ou dans le réseau d'égouts sans aucun traitement, ce qui détériore le milieu récepteur.

III.4. Traitement et valorisation des margines

Les margines présentent un pouvoir polluant élevé et doivent donc faire l'objet d'un traitement ou d'une gestion spécifique afin d'éviter les impacts négatifs sur l'environnement.

Le traitement des margines constitue un problème complexe, vue la qualité et la quantité des substances chimiques qu'elles renferment. En effet, l'application d'un traitement simple s'avère insuffisant et incomplet (Ranalli, 1991 ; Hamdi, 1993).

Toutefois, les procédés de traitement envisageables pour l'élimination de la charge polluante des margines peuvent être classés selon trois catégories, et peuvent être utilisés seuls ou combinés :

- ✓ **Procédés physiques** : (Processus thermique, Technique membranaire).
- ✓ **Procédés chimiques** : (coagulation, floculation, adsorption).
- ✓ **Procédés biologiques** : (Traitement anaérobie, Traitement aérobie).

Selon Francesco (1993), le choix du système de traitement approprié est lié à plusieurs facteurs locaux, à savoir le système utilisé pour l'extraction d'huile, la possibilité de stockage, la charge produite par les huileries et la population locale.

Par ailleurs, la valorisation a pour objectif l'élimination des composés phénoliques d'une part et l'utilisation des margines dans les domaines de la biotechnologie, de la chimie et de l'agriculture d'autre part (Levis-Menzi & *al.*, 1992).

Parmi ces applications on peut citer :

➤ **Valorisation agronomique**

Utilisation des margines comme fertilisant, qui se fait selon Abichou & *al.* (2012), soit par épandage ou bien par compostage.

En effet, Les margines sont des effluents très riches en éléments fertilisants. Elles contiennent des quantités appréciables d'éléments nutritifs minéraux qui peuvent remplacer une partie de la fumure classique. En outre, étant constituées principalement de matière organique, elles sont un excellent substrat pour le développement de la microflore qui favorise l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols (Paredes & *al.*, 1999 ; Sierra & *al.*, 2001).

➤ **Production de biogaz**

L'application du processus de la digestion anaérobie aux margines permet de transformer environ 80 % des substances organiques en biogaz (65 à 70 % de méthane). Ainsi, la fermentation méthanique permet la dépollution des margines tout en produisant de l'énergie (Nefzaoui, 1988 ; Sounni & *al.*, 2018)

➤ **Production de compost**

Ce processus est traditionnellement réalisé dans des bassins d'évaporation où les effluents d'huileries d'olive sont compostés avec des résidus secs agricoles ou forestiers, sous des conditions contrôlées de température et d'humidité (Papadimitriou & *al.*, 1997).

Le compostage a pour but la transformation des matières organiques en substances humiques, tout en détruisant les parasites et les micro-organismes pathogènes.

➤ **Production des protéines d'organismes unicellulaires**

L'obtention des protéines unicellulaire constitue une des solutions optimales pour la valorisation des effluents d'huileries d'olive. La plupart des procédés appliqués sont basés sur l'utilisation des levures capables de transformer les substances organiques en biomasse à haut contenu en protéines et vitamines de grande valeur pour l'alimentation animale et même humaine (El Alami, 2000).

➤ **Production d'antioxydants naturels**

Des chercheurs ont proposé d'extraire les composés phénoliques des effluents d'huileries d'olive pour les valoriser en tant qu'antioxydants naturels. Parmi les composés les plus utilisés on peut citer l'acide caféique, le tyrosol et l'acide 4-hydroxybenzoïque. Ces derniers sont des précurseurs très utilisés dans l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique (El-Abbassi & *al.*, 2012 ; Ricelli & *al.*, 2020 ; Romeo & *al.*, 2020).

1^{ER} PARTIE
ETUDE MORPHOMÉTRIQUE DE
L'OLIVIER (*OLEA EUROPAEA* SSP.
EUROPAEA L.)

1^{er} Partie

Etude morphométrique de l'olivier (*Olea europaea ssp. europaea* L.)

Introduction

La culture de l'olivier (*Olea europaea* L.) est l'une des cultures les plus anciennes. Elle occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière méditerranéenne. Elle a suscité un intérêt particulier ces dernières années, à cause des qualités sanitaires et nutritionnelles particulières de l'huile d'olive.

En Algérie, l'oléiculture représente l'activité arboricole la plus dominante du point de vue superficie.

Il existe chez l'olivier un niveau d'incertitude variétale très important (Ennouri & al. 2017). En effet, l'oléiculture a hérité du résultat des interactions entre la sélection clonale et les croisements variétaux menés par les agriculteurs, et la sélection naturelle. Ajouter à cela le mode de pollinisation croisé et éolien de cette espèce, qui favorise et contribue, selon Al-Ruqaie & al. (2016), à étendre sa variabilité génétique. Ces interactions se sont étalées sur plusieurs siècles. Il en est sorti une biodiversité exceptionnelle.

Conserver cette biodiversité et l'utiliser à bon escient est un impératif mondial. La biodiversité constitue la base de nos systèmes agricoles. Elle fournit les sources de traits pour améliorer le rendement, la qualité, la résistance aux ravageurs et aux maladies et s'adapter aux conditions environnementales changeantes (Cimato & Attilio, 2008 ; Abdessemed & al., 2018)

De plus, la récupération de cultivars rares est essentielle pour préserver la biodiversité génétique du risque d'érosion, dû à l'utilisation intensive de quelques cultivars d'élite (Rugini & al., 2017, in Di Rienzo & al., 2018) mais également pour leur adaptation spécifique aux conditions de culture locales (Brkic Bubola & al., 2014)

Le patrimoine oléicole mondial est constitué par plus de 2 600 variétés différentes (Muzzalupo & Micali, 2015). La plus grande partie de ces cultivars vient des pays du pourtour méditerranéen tels que l'Italie avec 610 cultivars, l'Espagne (280 cultivars), la France (100 cultivars), la Grèce (101 cultivars) et la Tunisie (70 cultivars) (Corrado & al., 2009 ; Linos & al., 2014).

L'oléiculture algérienne est caractérisée par une large gamme de variétés. Leur inventaire et leur identification sont confrontés, selon Ouazzani & *al.*, (1995) à d'énormes problèmes, entre autres, de synonymie, d'homonymie et de confusion qui règnent dans leurs appellations.

L'identification des cultivars de l'olivier est souvent basée sur des descripteurs morphologiques, biochimiques, agronomiques et moléculaires. Une identification précise et non ambiguë des cultivars permettra une gestion durable du patrimoine oléicole.

Les premiers travaux de classification et d'identification des variétés remontent au XIX^{ème} siècle. Toutefois Ruby (1917) *in* Loussert & Brousse (1978) a été le premier à utiliser les différents organes de l'olivier (feuille, fruit, endocarpe) pour caractériser et classer les variétés de cette espèce.

Depuis, divers travaux d'identification ont été réalisés à travers le monde, à partir de caractères morphologiques et agronomiques (Idrissi & Ouazzani, 2003 ; Mendil & Sebai, 2006 ; Al-Ruqaie & *al.*, 2016 ; Blazakis & *al.*, 2017) et à partir des marqueurs moléculaires (Ouazzani & *al.*, 1993 ; Gemas & *al.*, 2004, Besnard & *al.*, 2002 ; Mariotti & *al.*, 2010 ; Ben Ayed & *al.*, 2016).

Dans cette optique nous avons entamé l'étude de l'aspect morphologique et de l'analyse biométrique des variétés algériennes, au niveau de la collection oléicole de l'ITAFV.

Ce travail nous permet d'étudier le pouvoir discriminant des caractères morphologiques utilisés pour la caractérisation et la classification des variétés d'olivier.

Les descripteurs morphologiques nous ont permis de mettre en évidence les relations entre les cultivars.

Enfin ce travail nous a, également, permis de déterminer les descripteurs phénotypiques, susceptibles d'identifier les cultivars ayant des traits agronomiques intéressants.

I. Matériels et méthodes

I.1. Présentation de la station d'étude

I.1.1. Localisation

Cette étude a été réalisée au niveau de la station expérimentale de l'Institut de Technologie de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV : <http://www.itafv.dz/>), qui est situé dans le village de Takrietz, daïra de Chemini et distant de 50 Km, au Sud-Ouest, de Béjaïa (Fig. 6).

La station se trouve à une altitude de 134 m, une latitude de 40° 64' 3 " Nord et une longitude de 2° 57' 3 " Est. Elle est délimitée par la route nationale N° 26 au nord-ouest, l'oued Soummam au sud, Sidi-Aïch au nord, et la vallée d'Akbou-Tazmalt au nord-ouest.



Figure 6. Localisation géographique de la station expérimentale de l'Institut de Technologie de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV) de Takerietz-Béjaïa-Algérie (Google Earth, 2020)

La station expérimentale occupe une superficie de 44, 34 ha, dont 41,5 sont des terres agricoles utiles (SAU), qui comportent plusieurs collections d'espèces végétales (Tab. I).

Tableau I. Répartition des différentes collections dans la station de l'ITAFV.

Désignation	Superficie (ha)
<i>Collection d'olivier</i>	9.66
<i>Collection de figuier</i>	3.18
<i>Verger agrumes</i>	2.90
<i>Collection rosacée</i>	0.25
<i>Verger olivier</i>	3.00

I.1.2. Caractérisation climatique

La station d'étude est caractérisée par une température moyenne annuelle de 18.3 °C, avec un hiver doux et humide et un été très chaud. La moyenne des températures maximales est de 36.4 °C et celle des températures minimales est de 4.7 °C (Tab. II). La pluviométrie est irrégulière ; variant de 400 à 600 mm/an.

Quant à l'hygrométrie, la station est caractérisée par une humidité moyenne de (40% – 60%), qui peut atteindre facilement 90% tôt la matinée, et 10% les moments chauds de la journée

Le vent dominant est celui du nord-est venant de la méditerranée.

Ces données météorologiques sont fournies par la station agro-météorologique de la station expérimentale d'étude (ITAFV, 2018).

Tableau II. Données climatiques de la station d'étude (1986 -2018).
 (J-D) : les mois de l'année, TM : moyenne mensuelle des maxima (°C), Tm : moyenne mensuelle des minima (°C), T : température moyenne (°C), P : précipitations (mm)

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	An
Tm	04.7	04.8	06.7	08.3	11.9	16.7	19.5	20.8	16.1	13.6	08.6	06.1	11.48
TM	13.3	18.4	20.6	23.3	27.7	31.7	35.3	36.4	32.6	26.6	19.6	16.3	25.15
T	09	11.6	13.6	15.8	19.8	24.2	27.4	28.6	24.3	20.1	14.1	11.2	18.3
P	95.8	86.3	73.8	14.6	44.9	6.15	1.08	7.9	94.9	46.5	66.4	57.1	595.43

La station est caractérisée par une saison sèche de 5 mois, qui s'étale du mois d'avril au mois d'aout (Fig. 7)

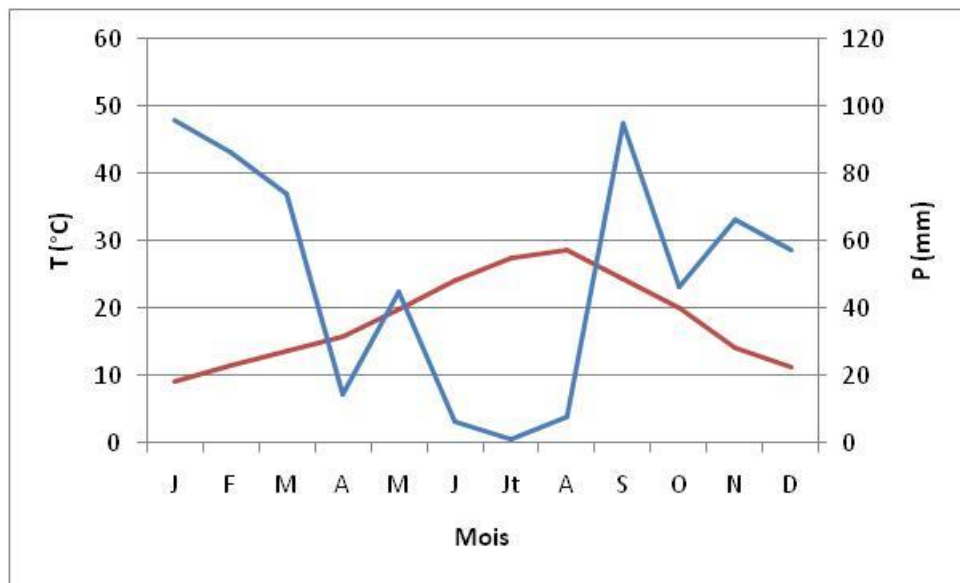


Figure 7. Diagramme ombrothermique de la station expérimentale (ITAFV)
 (J-D) : les mois de l'année, T : température, P : précipitations.

Le Quotient pluviothermique d'Emberger modifié par Stewart (1969), de valeur 64.42 classe cette station dans l'étage bioclimatique semi-aride tempéré (Fig. 8).

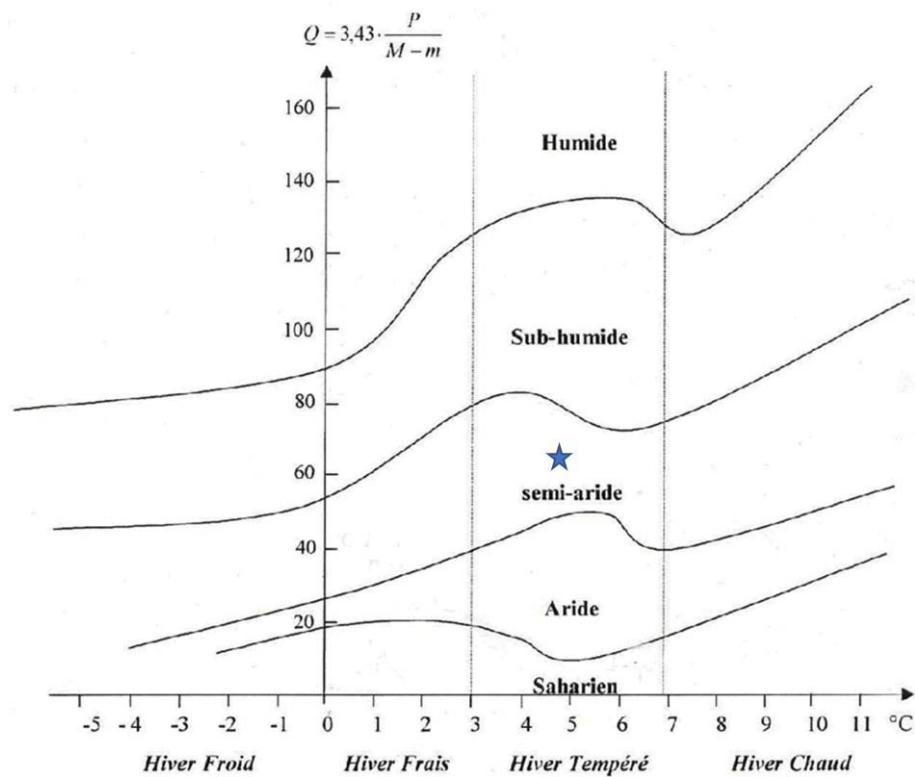


Figure 8. Localisation (étoile) de la station d'étude dans le climagramme d'Emberger

I.2. Matériel végétal

Cette étude a porté sur la collection oléicole algérienne, qui est implantée au sein de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV-Sidi-Aïch).

Elle concerne 36 variétés, à raison de 1 à 4 sujets, suivant les variétés (Tab. III). Ces dernières sont originaires des différentes régions du pays et représentent une large distribution à l'échelle national.

Tableau III. Liste des variétés étudiées.

N°	Code	Variétés	Nombre de sujets	Origine géographique
1	AO	Aghchren d'el Ousseur	2	Bougaa (Sétif)
V	AT	Aghchren de Titest	4	Hammam guergour (Sétif)
3	AN	Aguentaou	4	Bousselah (Setif)
4	AM	Akerma	2	Hammam guergour (Sétif)
5	BQ	Blanquette de Guelma	4	Guelma et Annaba
6	BG	Bouchouk Guergour	2	Hammam guergour (Sétif)
7	BL	Bouchouk Lafayette	2	Bougaa (Setif)
8	BK	Boukaila	1	Mila (Constantine)
9	BR	Bouricha	1	Skikda
10	HA	Hamra	2	Mila et Jijel
11	LM	Longue de Miliana	2	Miliana
12	RM	Ronde de Miliana	2	Miliana
13	CH	Chemlal	4	Kabylie
14	LI	Limli	4	Sidi-aich (Bejaia)
15	RO	Rougette de Mitidja	4	Atlas blidien
16	BS	Bouchouk Soummam	2	Seddouk (Bejaia)
17	TK	Takasrit	1	El kseur (Bejaia)
18	BC	Bouichert	1	Tazmalt (Bejaia)
19	TF	Teffah	1	Seddouk (Bejaia)
20	TB	Tabelout	2	Béjaia
21	AK	Aberkane	1	Akbou (Bejaia)
22	AG	Agrarez	1	Tazmalt (Bejaia)
23	AZ	Azeradj	1	Seddouk (Bejaia)
24	AH	Aharoun	1	Tazmalt (Bejaia)
25	AI	Aimel	1	Bejaia (Bejaia)
26	AF	Aghenfas	1	Bougaa (Sétif)
27	BF	Bouhenfous	2	Bouandas
28	GH	Grosse de Hamma	1	Constantine
29	AA	Aaleth	2	Khenchela
30	AB	Abani	2	Khenchela
31	FE	Ferkani	2	Tebessa
32	ME	Mekki	2	Khenchela
33	ND	Neb Djmel	2	Khenchela
34	SI	Sigoise	4	Tlemcen
35	SO	Souidi	2	Khenchela
36	ZE	Zeletni	2	Khenchela

I.3. Méthodologie

La méthodologie suivie au cours de notre travail a été inspirée des recommandations du Conseil Oléicole International (COI, 2000) et des travaux présentés par Idrissi & Ouazzani (2003) et Cimato & Attilio (2008).

La caractérisation des variétés étudiées a englobé une étude qualitative et une analyse quantitative.

L'étude qualitative a concerné la description morphologique de l'arbre, de la feuille, du fruit et de l'endocarpe. Pour cela 30 caractères ont été retenus (Tab. IV).

L'analyse quantitative a concerné les paramètres biométriques de la feuille, de l'inflorescence, du fruit et de l'endocarpe. Pour cela 15 caractères ont été sélectionnés (Tab. IV).

Au total, 45 descripteurs morphologiques ont été retenus pour cette étude. Chaque caractère présente 2 à 4 catégories, ce qui représente 126 modalités (Tab. IV).

I.3.1. L'Arbre

Trois caractères sont considérés ;

➤ La Vigueur de l'arbre

Ce caractère fait référence à la fois à la taille de l'arbre et à la capacité des branches à croître en longueur et en largeur.

➤ Le Port de l'arbre

Il décrit la distribution naturelle des charpentières et des rameaux.

➤ La Densité de feuillage

Elle fait référence au développement végétatif de la frondaison, résultant de l'interaction entre la longueur des entre-nœuds, le nombre et la vigueur des rameaux et les dimensions des feuilles. Elle peut être estimée par la possibilité de pénétration de la lumière.

I.3.2. La feuille

Les caractères concernent les dimensions de la feuille, sa forme, l'angle apical et basal. La présence du mucron et de l'indument, ainsi que la couleur de la face externe du limbe et sa courbure longitudinale.

I.3.3. L'inflorescence

Trois caractères sont considérés ; La longueur de l'inflorescence, le nombre de boutons par inflorescence et le taux de fertilité.

Ce dernier est calculé par le rapport suivant :

$$\text{Nombre de boutons fertile} / \text{nombre total de boutons.}$$

La fertilité des boutons est estimée par la présence du pistil.

I.3.4. Le Fruit

Les caractères pris en compte sont :

Les dimensions du fruit, sa forme, sa symétrie, son aspect, le début de la véraison et sa couleur à maturité. D'autres caractères tels que le sommet et la base du fruit, la position du diamètre maximale, la présence de mamelon et de lenticelles sont également considérés.

Les lenticelles sont des ouvertures macroscopiques en forme de lentille qui se produisent à la surface des racines, des pousses et de certains fruits. Elles contrôlent les échanges gazeux, en l'absence de stomates (Raven & *al.*, 2003)

I.3.5. Le Noyau

Les caractères considérés sont :

Les dimensions du noyau, sa forme, sa symétrie et sa surface, ainsi que le sommet et la base du noyau, la position du diamètre maximale, la présence de mucron et des sillons fibrovasculaires.

I.3.6. Echantillonnage

Les caractères relatifs à la feuille et à l'inflorescence ont été déterminés sur un échantillon de 100 feuilles et 100 inflorescences prélevées respectivement sur la partie médiane de 10 pousses de l'année et de 10 rameaux fructifères.

La description des fruits a été réalisée sur un échantillon de 100 fruits par individu, prélevé sur la partie médiane de 10 rameaux fructifères. Ces fruits ont servi, après dépulpage, à la détermination des caractères de l'endocarpe.

Les échantillons des différents organes décrits ont été collectés sur la partie sud de l'arbre. Les observations ont porté sur l'ensemble des individus des variétés étudiées.

Tableau IV. Les descripteurs morphologiques étudiés
 (*): Caractères qualitatifs, (**): Caractères quantitatifs

Organe	Caractères	Modalités
Arbre	Vigueur de l'arbre (VIA) *	0 : Faible
		1 : Moyenne
		2 : Elevée
	Port de l'arbre (POA) *	0 : Retombant
		1 : Etalé
		2 : Dressé
Densité de feuillage (DEA) *	0 : Lâche	
	1 : Moyenne	
	2 : Compacte	
Feuille	Longueur de la feuille (LFE) **	0 : Réduite : < à 5 cm
		1 : Moyenne : 5 à 7 cm
		2 : Elevée : > à 7 cm
	Largeur de la feuille (LAFE) **	0 : Réduite : < à 1 cm
		1 : Moyenne : 1 à 1.5 cm
		2 : Elevée : > à 1.5 cm
	Rapport longueur/largeur (RFE) **	0 : Réduite : < à 4 cm
		1 : Moyenne : 4 à 6 cm
		2 : Elevée : > à 6 cm
	Forme de la feuille (FFE) *	0 : Elliptique
		1 : Elliptique-lancéolée
		2 : Lancéolée
Courbure longitudinale du limbe (COF) *	0 : Epinastique	
	1 : Plane	
	2 : Hyponastique	
Couleur de la face externe du limbe (CEF) *	0 : Gris verdâtre	
	1 : vert foncée	
Angle apical (AAF) *	0 : Aigu	
	1 : Obtus	
Angle basal (ABF) *	0 : Aigu	
	1 : Obtus	
Mucron (MUF) *	0 : Sans mucron	
	1 : Avec mucron	
Indument (INF) *	0 : Absence	
	1 : Présence	
Inflorescence	Longueur de l'inflorescence (LOI) **	0 : Réduite : < à 2.5 cm
		1 : Moyenne : 2.5 à 3.5 cm
		2 : Elevée : > à 3.5 cm
	Nombre de boutons par inflorescence (NBI) **	0 : Réduit : < à 18
		1 : Moyen : 18 à 25
		2 : Elevé : > à 25
Taux de fertilité (FER) **	0 : Réduit : < à 40 %	
	1 : Moyen : 40 à 80 %	
	2 : Elevé : > à 80 %	
Fruit	Longueur du fruit (LFR) **	0 : Réduite : < à 2 cm
		1 : Moyenne : 2 à 2.5 cm
		2 : Elevée : > à 2.5 cm
	Largeur du fruit (LAFR) **	0 : Réduite : < à 1.5 cm
		1 : Moyenne : 1.5 à 2 cm
		2 : Elevée : > à 2 cm
	Rapport longueur/largeur (RFR) **	0 : Réduit : < à 1.25 cm
		1 : Moyen : 1.25 à 1.45 cm
		2 : Elevé : > à 1.45 cm
	Poids du fruit (POF) **	0 : Réduite : < à 2 g
		1 : Moyenne : 2 à 4 g
		2 : Elevée : 4 à 6 g
3 : Très élevé : > à 6 g		

Fruit	Forme du fruit (FFR) *	0 : Sphérique
		1 : Ovoïde
		2 : Allongée
	Symétrie du fruit (SYF) *	0 : Symétrique
		1 : Légèrement asymétrique
		2 : Asymétrique
	Position du diamètre transversal maximal par rapport au pédoncule (DIF) *	0 : Vers la base
		1 : Central
		2 : Vers le sommet
	Sommet du fruit (SOF) *	0 : Pointu
		1 : Arrondi
	Base du fruit (BAF) *	0 : Tronquée
		1 : Arrondie
2 : Pointue		
Présence de Mamelon (MAF) *	0 : Absent	
	1 : Ebauché	
	2 : Evident	
Présence de lenticelles (PRL) *	0 : Peu nombreuses	
	1 : Nombreuses	
Dimensions des lenticelles (DIL) *	0 : Petites	
	1 : Grandes	
Localisation initiale de la véraison (VEF) *	0 : Sommet	
	1 : Uniforme	
	2 : Base	
Aspect du fruit (ASF) *	0 : Lisse	
	1 : Rugueux	
Couleur à maturité du fruit (CFR) *	0 : Noir	
	1 : Violet	
	2 : Vert	
Noyau	Longueur du noyau (LON) **	0 : Réduite : < à 1.4 cm
		1 : Moyenne : 1.4 à 1.6 cm
		2 : Elevée : > à 1.6 cm
	Largeur du noyau (LAN) **	0 : Réduite : < à 0.65 cm
		1 : Moyenne : 0.65 à 0.85 cm
		2 : Elevée : > à 0.85 cm
	Rapport longueur/largeur (RAN) **	0 : Réduite : < à 1.4
		1 : Moyenne : 1.4 à 1.8
		2 : Elevée : 1.8 à 2.2
		3 : Très élevée : > à 2.2
	Poids du noyau (PON) **	0 : Réduite : < à 0.3 g
		1 : Moyenne : 0.3 à 0.45 g
		2 : Elevée : 0.45 à 0.6 g
3 : Très élevée : > à 0.6 g		
Nombre de sillons fibrovasculaires (NBS) **	0 : Réduite : < à 7	
	1 : Moyenne : 7 à 10	
	2 : Elevée : > à 10	
Distribution des sillons fibrovasculaires (DES) *	0 : Uniforme	
	1 : Groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule	
Forme du noyau (FON) *	0 : Sphérique	
	1 : Ovoïde	
	2 : Elliptique	
	3 : Allongée	
Symétrie A : position A (SAN) *	0 : Symétrique	
	1 : Légèrement asymétrique	
	2 : Asymétrique	
Symétrie B : position B (SBN) *	0 : Symétrique	
	1 : Légèrement asymétrique	
Position du diamètre transversal maximal par rapport au point d'insertion (DIN) *	0 : Vers la base	
	1 : Central	
	2 : Vers le sommet	
	0 : Pointu	

	Sommet du noyau (SON) *	1 : Arrondi
	Base du noyau (BAN) *	0 : Tronquée
		1 : Pointue
	Surface du noyau (SUN) *	2 : Arrondie
		0 : Lisse
	Extrémité du sommet (EXS) *	1 : Rugueuse
		2 : Raboteuse
		0 : Sans mucron
		1 : Avec mucron

I.4. Analyses statistiques

Les phénotypes engendrés par la combinaison des modalités des 45 descripteurs utilisés ont fait l'objet d'un traitement statistique à l'aide de l'Analyse factoriel des correspondances multiple (AFCM) (Benzecri, 1973 *in* Idrissi & Ouazzani, 2003) et de la Classification Hiérarchique Ascendante (Roux 2006).

L'analyse multivariée (AFCM), bien adaptée à la nature des données obtenues, est utilisée pour identifier l'ensemble des 36 variétés étudiées, ainsi que les relations phyllogénétiques existants entre elles, et déterminer les caractères morphologiques contribuant le plus à cette identification.

Pour cela nous avons transformé les variables quantitatives en variables qualitatives en procédant à un codage par une mise en classes (Dagnelie, 1982 ; Guttman, 1941 et Burt, 1950 *in* Bouchier, 2005 ; Lebart & *al.*, 2006 ; Bertrand & *al.*, 2008).

Cela permet, selon Pages (2002), une analyse conjointe de variables catégorielles (variables mixtes : variables qualitatives et variables quantitatives).

La Classification Hiérarchique, réalisée à partir de l'indice de dissimilarité (distance euclidienne), est effectuée sur une matrice binaire présence/absence des modalités des caractères morphologiques. Cette classification est réalisée afin de grouper les variétés étudiées selon leurs degrés de ressemblance morphologique et de visualiser les relations phyllogénétiques existant entre elles. Le critère d'agglomération, utilisé pour construire le dendrogramme, est la méthode de Ward (Roux, 2006). Cette méthode cherche à minimiser l'inertie intra-classe et à maximiser l'inertie inter-classe afin d'obtenir des classes les plus homogènes possibles (Vachon & *al.*, 2005).

Nous avons utilisé le logiciel Statistica 7.1

II. Résultats et discussion

II. 1. Analyse morphologique des caractères qualitatifs

Cette analyse a concerné l'arbre, la feuille, le fruit et le noyau.

II.1.1. L'arbre

Nous avons suivi trois caractères, pour mettre en évidence les particularités de l'arbre.

✓ Vigueur de l'arbre (VIA)

La vigueur de l'arbre est représentée par trois variantes : faible, moyenne et élevée.

27.8 % des variétés présentent une vigueur élevée de l'arbre (Fig. 9a). En revanche 13.9 % des variétés étudiées présentent une faible vigueur de l'arbre (Fig. 9c). Enfin le reste des variétés (58.3 %) se caractérisent par un arbre de vigueur moyenne (Fig. 9b).

D'après Shimon (1997), la vigueur de l'arbre dépend fortement du niveau de charge des fruits.

✓ Port de l'arbre (POA)

Ce caractère présente deux variantes ; la 1^{er} concerne 33.3 % des variétés étudiés, qui se distinguent par un port dressé (Fig. 9a). La 2^{ème} variante concerne les 2/3 des variétés restantes, qui présentent un port étalé (Fig. 9b).

✓ Densité de feuillage (DEA)

La densité de feuillage est moyenne (Fig. 9a) chez la majorité des variétés, qui représente 69.5 %. Toutefois 6 variétés représentant 16.7 %, présentent une densité lâche (fig. 9f), et 5 variétés, représentant 13.8 %, présentent une densité compacte (Fig. 9b).

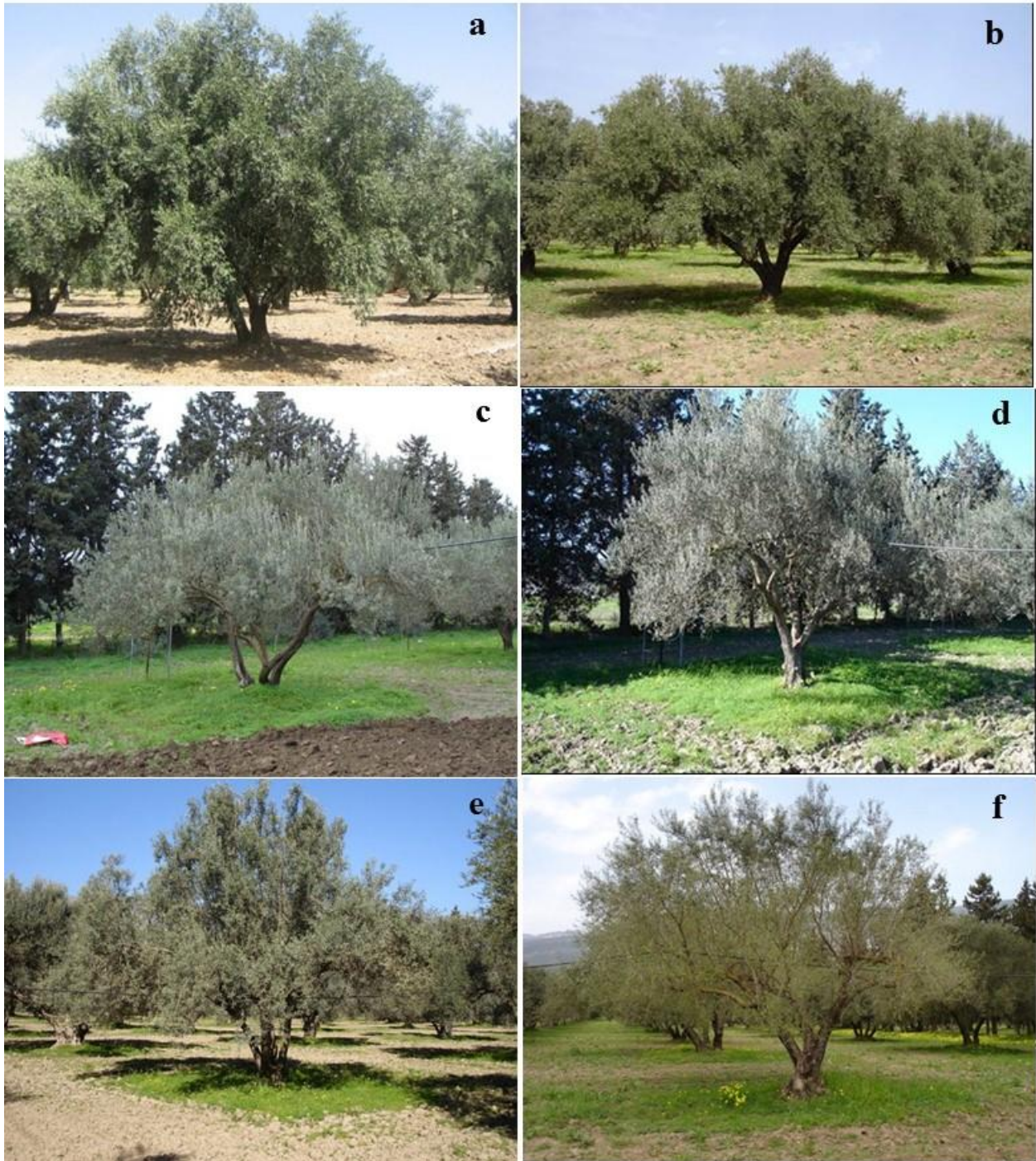


Figure. 9 : Caractères qualitatifs de l'arbre

- (a) :** Vigueur élevée, port dressé, densité de feuillage moyen.
- (b) :** vigueur moyenne, port étalé, densité de feuillage compact.
- (c) :** Vigueur faible, port étalé, densité de feuillage moyenne.
- (d) :** vigueur moyenne, port étalé, densité de feuillage moyen
- (e) :** Vigueur moyenne, port dressé, densité de feuillage lâche.
- (f) :** Vigueur élevée, port étalé, densité de feuillage lâche.

II.1.2. La feuille

Les feuilles de l'olivier sont épaisses, simples, opposées. Le feuillage est persistant.

La forme de la feuille est elliptique-lancéolée (fig. 10a) chez la majorité des variétés étudiées (89 %), et lancéolée (fig. 10b) chez le reste des variétés (11 %).

Certaines modalités des caractères de la feuille sont présentes chez l'ensemble des variétés étudiées, ce sont :

- La courbure longitudinale du limbe qui est plane.
- La couleur vert-foncée de la face externe du limbe, ce qui rejoint la description de Cresti & al. (1996) dans leur travail sur les variétés italiennes.
- L'angle apical et basal qui sont aigus
- La présence du mucron et de l'indument.

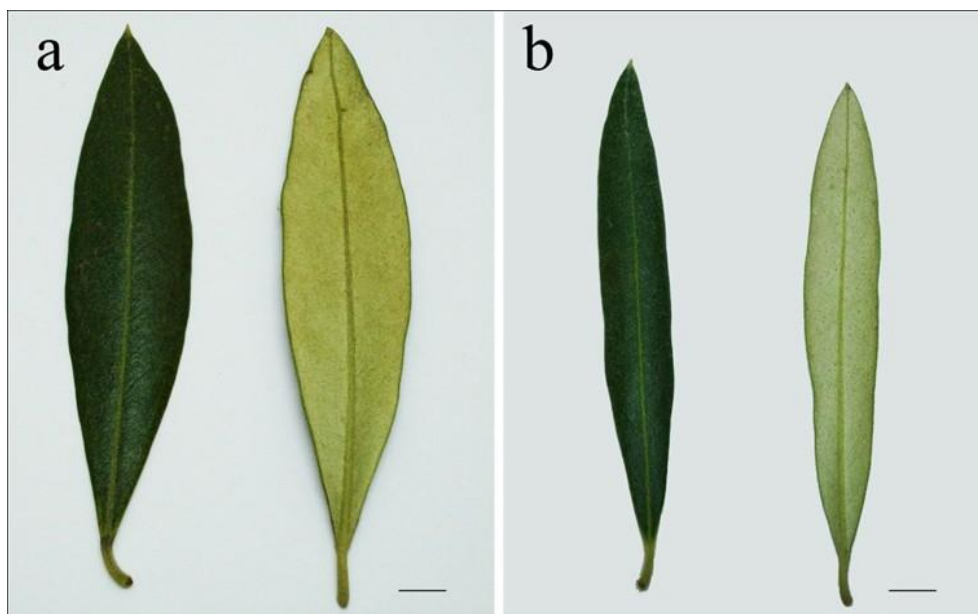


Figure 10. Caractères qualitatifs de la feuille (Barre d'échelle : 0.5 cm)

(a) : forme elliptique-lancéolée.

(b) : forme lancéolée.

II.1.3. Le fruit

La forme sphérique du fruit n'est observée que chez deux variétés, qui sont Teffah et Agrarez (fig. 11a). En revanche la forme ovoïde (fig. 11b) se rencontre chez la moitié (50 %) des variétés étudiées, et la forme allongée (fig. 11c) chez le reste des variétés.

L'ensemble des variétés présentent un aspect lisse (fig. 11a) et une couleur noire à maturité.

Sept variétés (19.4 %) présentent un fruit asymétrique (fig. 11d), tandis que le reste des variétés (80.6 %) montre une légère asymétrie (fig. 11c).

Le sommet du fruit peut être pointu, dans 47 % des cas (fig. 11f) et arrondi dans 53 % des cas (fig. 11a).

La base du fruit est soit tronquée dans 47 % des cas (fig. 11b), soit arrondie dans 53 % des autres cas (fig. 11e).

Le fruit de toutes les variétés présente des lenticelles (fig. 11f), qui diffèrent par leur nombre et leurs dimensions.

On rencontre chez le fruit de certaines variétés (27.8%) une ébauche de mamelon (fig. 11d), par contre chez le reste des variétés, il est absent

La véraison du fruit débute au sommet dans 66.7 % des cas (fig. 11f). Pour le reste des variétés, elle est uniforme.

La véraison correspond à la maturation du fruit. Ce processus est caractérisé par un changement de la couleur du fruit du vert au violet foncé, puis au noir (Proietti & *al.*, 1999 *in* Ennouri & *al.*, 2017).

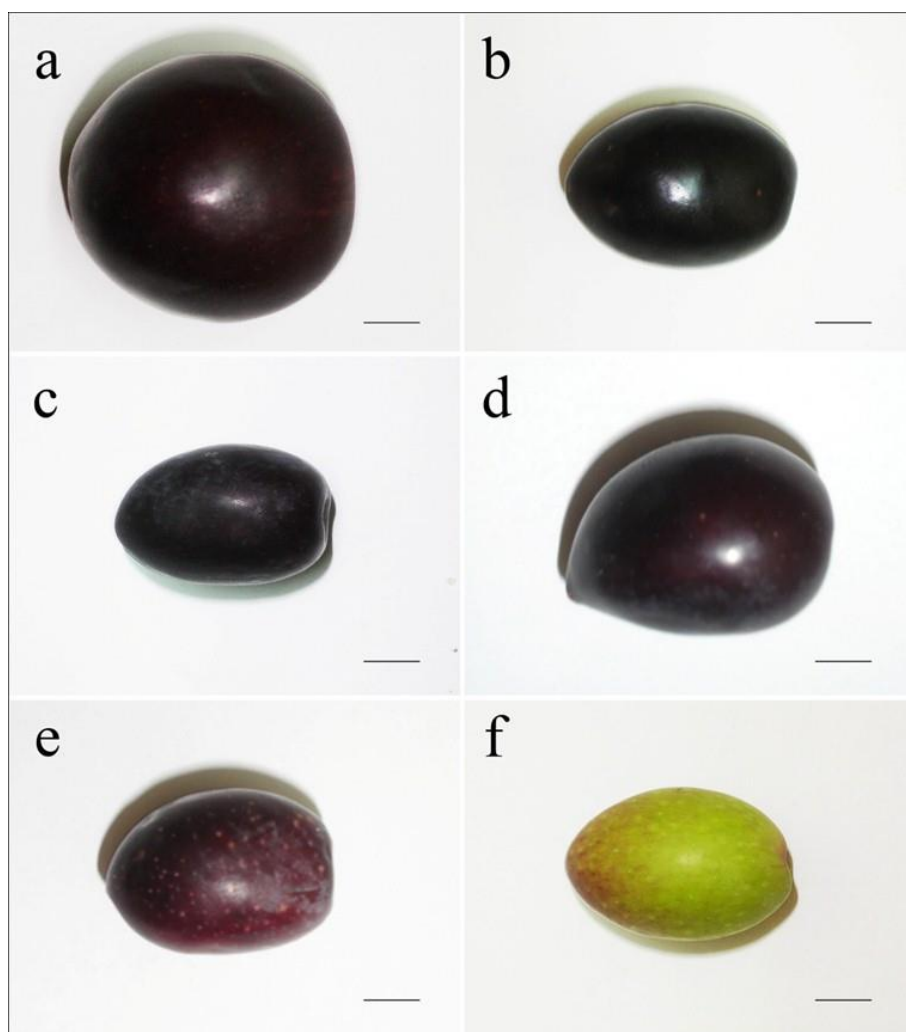


Figure 11. *Caractères qualitatifs du fruit (Barre d'échelle : 0.5 cm)*

(a) : forme sphérique, couleur noire, aspect lisse

(b) : forme ovoïde, sommet pointu, base tronquée

(c) : forme allongée, asymétrie légère, sommet pointu

(d) : fruit asymétrique, ébauche de mamelon, base arrondie

(e) : sommet arrondie, base tronquée, présence de lenticelles

(f) : sommet pointu, base arrondie, véraison débute au sommet.

II.1.4. Le noyau

D'après Blazakis & *al.* (2017) l'endocarpe est l'organe le plus approprié par rapport aux fruits et aux feuilles pour l'identification des cultivars. Très probablement, c'est l'organe le moins touché par les conditions environnementales.

Les variétés étudiées présentent 3 formes de noyaux. La forme elliptique (fig. 12a) et la forme allongée (fig. 12b) sont observées chez 47.2 % des variétés, chacune. Tandis que la forme ovoïde (fig. 12c) est représentée par 5.5 % de variétés.

Nous remarquons, chez l'ensemble des variétés, la présence d'un mucron à l'extrémité du noyau (fig. 12b).

Le sommet du noyau peut être pointu (fig. 12a) dans plus de 61 % des cas et arrondi (fig. 12d) chez le reste des variétés, par contre la base du noyau peut être pointue (fig. 12a) chez 39 % des cas et arrondie pour le reste des variétés (fig. 12f).

La surface du noyau est lisse (fig. 12a) chez la majorité (52.7 %) des variétés et rugueuse (fig. 12c) chez 38.8 % des cas. Par contre la surface raboteuse (fig. 12d) n'est représentée que par 8.3 % des variétés.

Le noyau présente une asymétrie légère chez la plupart des variétés (75 %), mais il peut être asymétrique (fig. e) chez 25 % des cas.

41 % des variétés présentent des sillons fibrovasculaires groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule (fig. 12f)., alors que chez le reste des variétés la distribution des sillons est uniforme.



Figure 12. Caractères qualitatifs du noyau (Barre d'échelle : 0.5 cm)

(a) : forme elliptique, base pointue, surface lisse

(b) : forme allongée, sommet pointu, présence de mucron

(c) : forme ovoïde, base arrondie, surface rugueuse

(d) : surface raboteuse, sommet arrondi, base arrondie

(e) : Noyau asymétrique, sommet pointu, surface rugueuse

(f) : forme allongée, sillons fibrovasculaires groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

II.1.5. Conclusion sur les caractères qualitatifs

L'analyse morphologique des 30 caractères qualitatifs nous a montré que l'ensemble des modalités traitées présentent une distribution assez homogène au sein des variétés étudiées.

Ces caractères nous ont permis de caractériser et d'identifier les variétés considérées dans cette étude. L'impact de ces caractères et de leurs modalités présentent une certaine variabilité, en effet ;

Neuf descripteurs morphologiques, représentés par une seule modalité se retrouvent chez toutes les variétés (100 % de présence). Cela signifie que ces caractères ne présentent aucun pouvoir discriminant. Ils appartiennent à l'ensemble des variétés et constituent les caractères de l'espèce *Olea europaea* L.

Ces paramètres sont :

- La courbure longitudinale du limbe, qui est plane (COF₁).
- La couleur vert-foncée de la face externe du limbe (CEF₁).
- L'angle apical (AAF₀) et l'angle basal (ABF₀) de la feuille, qui sont aigus.
- La présence du mucron (MUF₁) et de l'indument (INF₁).
- L'aspect lisse (ASF₀) et la couleur noire (CFR₀) du fruit à maturité.
- La présence du mucron à l'extrémité du noyau (EXS₁).

Sur l'ensemble des modalités analysés ;

4 d'entre elles présentent un pouvoir discriminant très important, puisqu'elles ne se rencontrent que chez une à trois variétés, ce sont :

- ✓ La forme sphérique du fruit (FFR₀), qui discrimine les variétés Teffah (TF) et Agrarez (AG).
- ✓ La forme ovoïde du noyau (FON₁), qui caractérise les variétés Teffah (TF) et Aghchren de Titest (AT).
- ✓ La position du diamètre maximal du noyau vers la base (DIN₀), qui différencie les variétés Aguenau (AN) et Grosse de Hamma (GH).
- ✓ La surface raboteuse du noyau (SUN₂), qui caractérise les variétés Longue de Miliana (LM), Ronde de Miliana (RM) et Grosse de Hamma (GH).

5 modalités présentent un pouvoir discriminant moyen. On les rencontre chez quatre à six variétés, ce sont :

- ✓ La faible vigueur de l'arbre (VIA_0) distingue les variétés Aghchren d'el Ousseur (AO), Ronde de Miliana (RM), Aghchren de Titest (AT), Agrarez (AG) et Azeradj (AZ).
- ✓ La densité de feuillage, qui est compacte (DEA_2), caractérise les variétés Bouchouk Guergour (BG), Grosse de Hamma (GH), Azeradj (AZ), Aharoun (AH) et Aaleth (AA).
- ✓ La forme lancéolée de la feuille (FFE_2) rencontrée chez les variétés Aghenfas (AF), Grosse de Hamma (GH), Aberkane (AK) et Aharoun (AH).
- ✓ La densité lâche du feuillage (DEA_0) différencie les variétés Blanquette de Guelma (BQ), Aghchren de Titest (AT), Bouichert (BC), Aimel (AI), Neb Djmel (ND) et Ferkani (FE).
- ✓ La position vers la base du diamètre maximal du fruit (DIF_0) discrimine Bouchouk Lafayette (BL), Aguenau (AN), Bouchouk Guergour (BG), Grosse de Hamma (GH), Abani (AB) et Aaleth AA).

Enfin 39 modalités restantes présentent un pouvoir discriminant faible, et on les rencontre chez un nombre de variétés qui varie de 7 à 32.

II.2. Analyse biométrique des caractères quantitatifs

Cette analyse a concerné la feuille, l'inflorescence, le fruit et le noyau.

II.2.1. La feuille

Les caractères quantitatifs de la feuille pris en considération sont la longueur, la largeur et le rapport longueur sur largeur.

✓ **Longueur de la feuille (LFE)**

La longueur des feuilles varie de 4.65 à 7.35 cm (fig. 13a).

Ces valeurs sont supérieures à celles présentés par Bartolozzi & Fontanazza (1999), qui ont travaillé sur des variétés italiennes.

Chez la majorité des variétés étudiées (78 %), la feuille est de longueur moyenne (5 à 7 cm). Par contre, les variétés présentant des feuilles de longueur réduite (< 5 cm) et de longueur élevée (> 7 cm) représentent chacune 11 %.

✓ **Largeur de la feuille (LAFE)**

La largeur des feuilles varie entre 0.94 à 1.38 cm, ces valeurs sont de même grandeur que celles présentés par Bartolozzi & Fontanazza (1999).

17 % des variétés présentent des feuilles de largeur réduite (< 1 cm), en revanche le reste des variétés (83 %) possèdent des feuilles de largeur moyenne (1 à 1.5 cm) (fig. 13b)

✓ **Rapport longueur/largeur de la feuille (RFE)**

Le rapport longueur/largeur montre des valeurs variant entre 4.08 et 7.14 cm (fig. 13c).

4 variétés correspondant à 11 % de l'ensemble des variétés présentent un rapport élevé (> à 6 cm), alors que le reste des variétés (89 %) présentent un rapport moyen (4 à 6 cm).

Ceci nous permet de caractériser la forme des feuilles qui est lancéolée pour les quatre variétés et elliptique-lancéolée pour le reste des variétés.

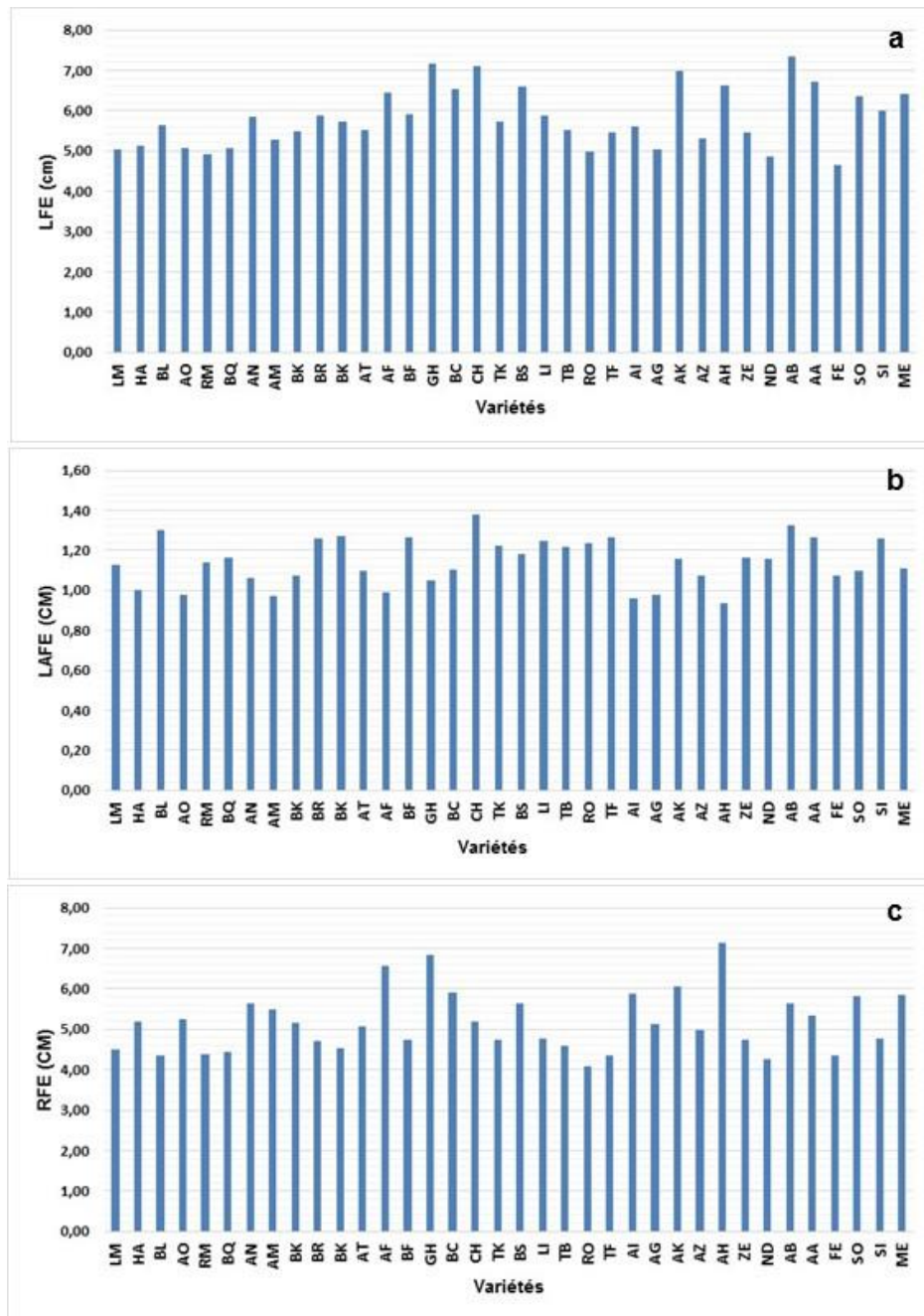


Figure 13. Caractères quantitatifs de la feuille
 (a) : longueur de la feuille (LFE)
 (b) : largeur de la feuille (LAFE)
 (c) : rapport longueur sur largeur de la feuille (RFE)

II.2.2. L'inflorescence

Nous avons suivi trois caractères, pour mettre en évidence les particularités de l'inflorescence.

✓ **Longueur de l'inflorescence (LOI)**

La longueur de l'inflorescence varie de 0.98 à 2.89 cm (fig. 14a).

Nous remarquons que la plupart des variétés étudiées (86.1 %) présentent des inflorescences de faible longueur (< 2.5 cm), à l'exception de 5 variétés, correspondant à un taux de 13.9 %, qui présentent une longueur moyenne (2.5 à 3.5 cm).

✓ **Nombre de boutons par inflorescence (NBI)**

Le nombre de boutons localisé au niveau des inflorescences varie de 7.82 à 20.75 (fig. 14b). Ces valeurs sont similaires à celles présentés par Fabbri & Benelli (2000).

Sur l'ensemble des variétés étudiées, $\frac{1}{4}$ présentent un nombre de boutons moyen (18 à 25 boutons) et le reste des variétés présentent un nombre réduit de boutons (< à 18 boutons). Ceci aura probablement un impact sur la production des olives.

✓ **Taux de fertilité (FER)**

Le taux de fertilité varie de 27 à 94.71 % (fig. 14c).

Les variétés algériennes présentent un potentiel de production satisfaisant, puisqu'elles présentent des taux de fertilités appréciables, en effet 41.6 % de ces variétés présentent un taux élevé (> 80 %) et 52.8 % présentent un taux moyen (40 à 80 %).

Le taux de fertilité faible (< 40 %) n'est représenté que par deux variétés (5.6 %).

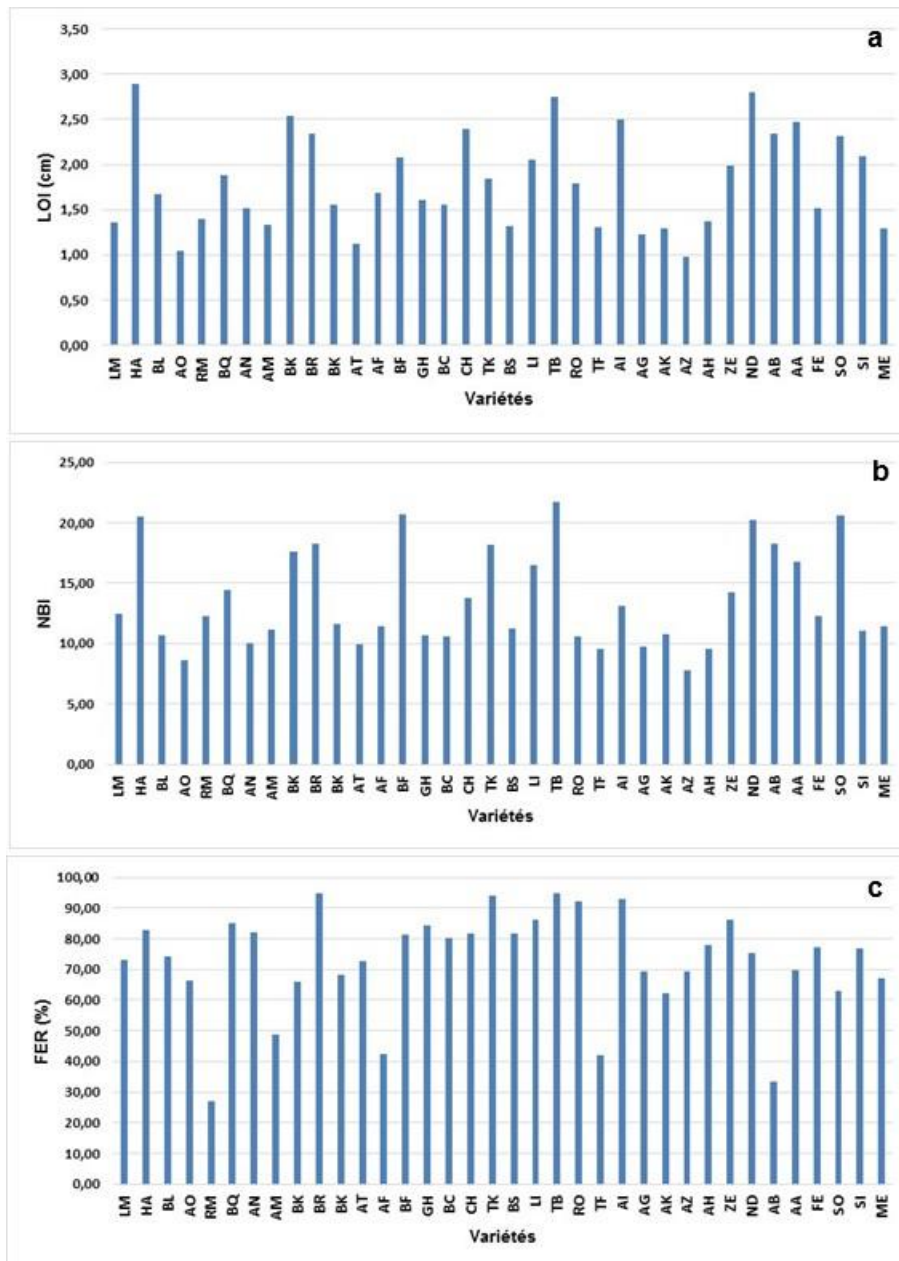


Figure 14. Caractères quantitatifs de l'inflorescence

(a) : Longueur de l'inflorescence (LOI)

(b) : Nombre de boutons par inflorescence (NBI)

(c) : Fertilité (FER)

II.2.3. Le fruit

Les dimensions du fruit sont variables, même au sein d'un même arbre, et dépendent de la variété, de la charge en fruits, de la fertilité du sol, de la disponibilité en eau et des pratiques culturales (Therios, 2009)

Quatre caractères morphologiques sont analysés, la longueur, la largeur et le rapport longueur sur largeur et le poids du fruit.

✓ **Longueur du fruit (LFR)**

Le fruit présente une longueur variant entre 1.59 et 3.01 cm (Fig. 15a).

La longueur du fruit est réduite (< 2 cm) chez 38.9 % de variétés. Elle est élevée (> 2.5 cm) chez 11.1 % et moyenne (2 à 2.5 cm) chez le reste des variétés (50 %)

✓ **Largeur du fruit (LAFR)**

La largeur du fruit varie entre 0.97 et 2.35 cm (Fig. 15b).

La moitié des variétés étudiées présentent une largeur du fruit réduite (< 1.5 cm) et 8.3 % des variétés présentent une largeur élevée (> 2 cm). Le reste des variétés (41.7 %) présentent une largeur moyenne (1.5 à 2 cm)

✓ **Rapport longueur/largeur du fruit (RFR)**

Le rapport longueur sur largeur du fruit varie entre 1.25 et 1.90 (Fig. 15c).

Ce rapport nous permet de caractériser la forme du fruit, en effet la moitié des variétés (50 %) présentent un rapport moyen (1.25 à 1.45), qui correspond à la forme ovoïde. 44.4 % des variétés présentent un rapport élevé (> 1.45), qui correspond à la forme allongée et enfin, deux variétés (Teffah et Agrarez) présentent un rapport réduit (< 1.25), qui correspond à la forme sphérique.

✓ **Poids du fruit (POF)**

Le poids du fruit varie entre 1.12 et 8.41 g (Fig. 15d).

Le poids du fruit présente 4 modalités ; le poids très élevé (> 6 g) et élevé (4 à 6 g) correspond à 3 variété (8.3 %) chacun. Le poids réduit (< 2 g) et le poids moyen (2 à 4 g) sont représentés, chacun, par 41.7 %.

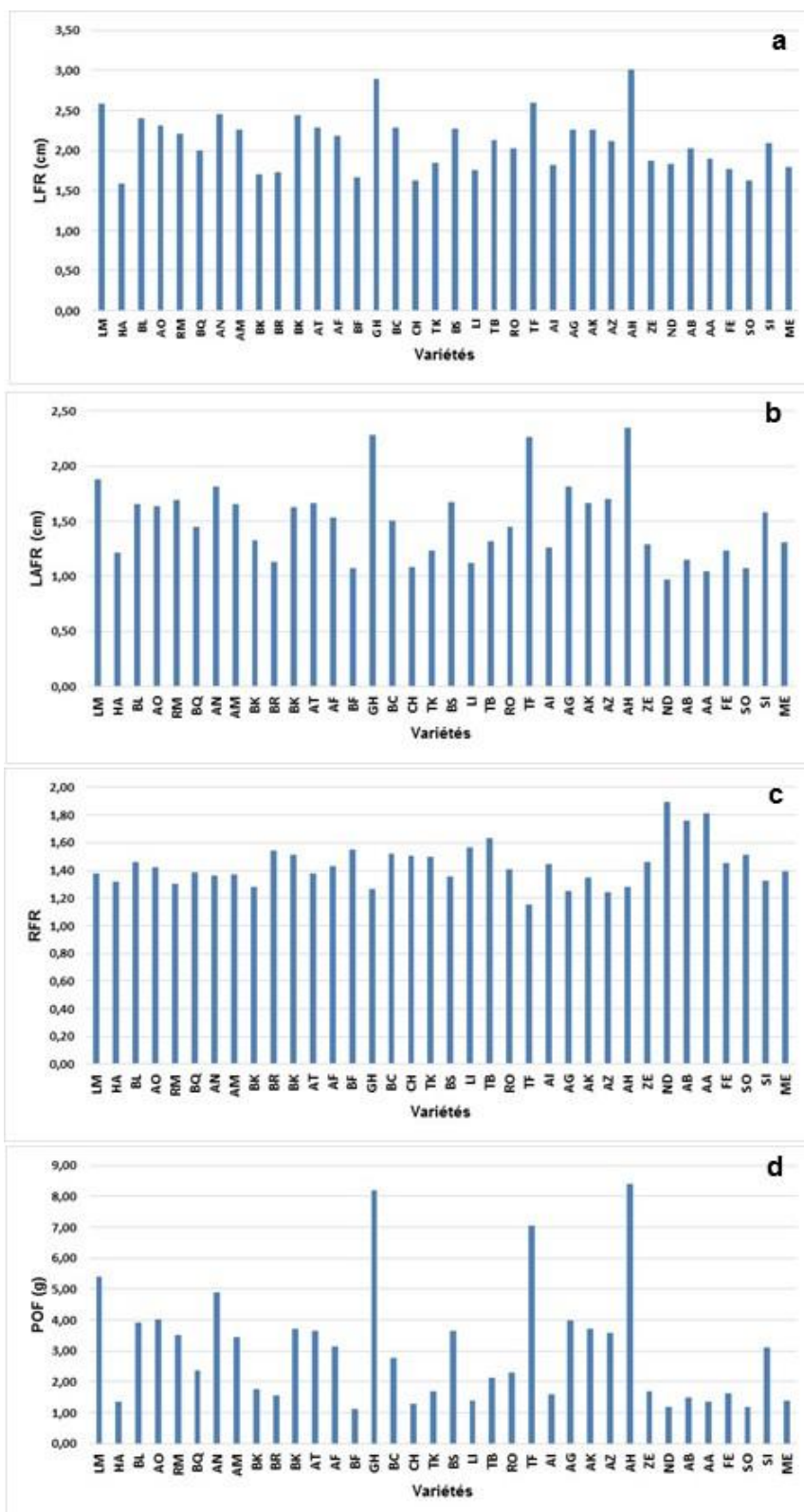


Figure 15. Caractères quantitatifs du fruit

(a) : Longueur du fruit (LFR)

(b) : Largeur du fruit (LAFR)

(c) : Rapport du fruit (RFR)

(d) : Poids du fruit (POF)

II.2.4. Le Noyau

Les caractères du noyau pris en considération sont la longueur, la largeur et le rapport longueur sur largeur, le poids et le nombre de sillons fibrovasculaires.

✓ **Longueur du noyau (LON)**

La longueur du noyau varie de 1.12 à 2.09 cm (Fig. 16a).

La majorité des variétés (52.8 %) présentent un noyau de longueur moyenne (1.4 à 1.6 cm). Le reste des variétés se partagent entre la longueur réduite (< 1.4 cm) avec 16.6 %, et la longueur élevée (> 1.6 cm) avec 30.5 %

✓ **Largeur du noyau (LAN)**

Le noyau présente une longueur allant de 0.59 à 1.02 cm (Fig. 16b).

Ce caractère présente 3 modalités ; la largeur réduite (< 0.65 cm) qui correspond à 27.8 % des variétés. La largeur élevée (> 0.85 cm), qui correspond à 13.8 % de variétés et enfin la largeur moyenne (0.65 à 0.85 cm), qui correspond à 58.3 % des variétés.

✓ **Rapport longueur/largeur du noyau (RAN)**

Le rapport longueur/largeur (Fig. 16c) nous permet de distinguer les différentes formes du noyau. En effet le rapport très élevé (> 2.2), qui correspond à la forme allongée, est représenté par 47.2 % de variétés. Alors que le rapport élevé (1.8 à 2.2), qui correspond à la forme elliptique, est représenté par 44.4 % de variétés. Enfin le rapport moyen (1.4 à 1.8), qui est représenté par 8.3 %, correspond à la forme ovoïde.

✓ **Poids du noyau (PON)**

Le noyau présente un poids allant de 0.24 à 1.03 g (Fig. 16d).

Ce caractère présente 4 modalités. La modalité réduite (< 0.3 g) est représentée par 22.2 % de variétés, alors que la modalité moyenne (0.3 à 0.45 g) par 38.8 %, et la modalité élevée (0.45 à 0.6 g) par 25 % de variétés. En revanche, la modalité très élevée (> 0.6 g) est la moins représentée, avec 13.8 % de variétés.

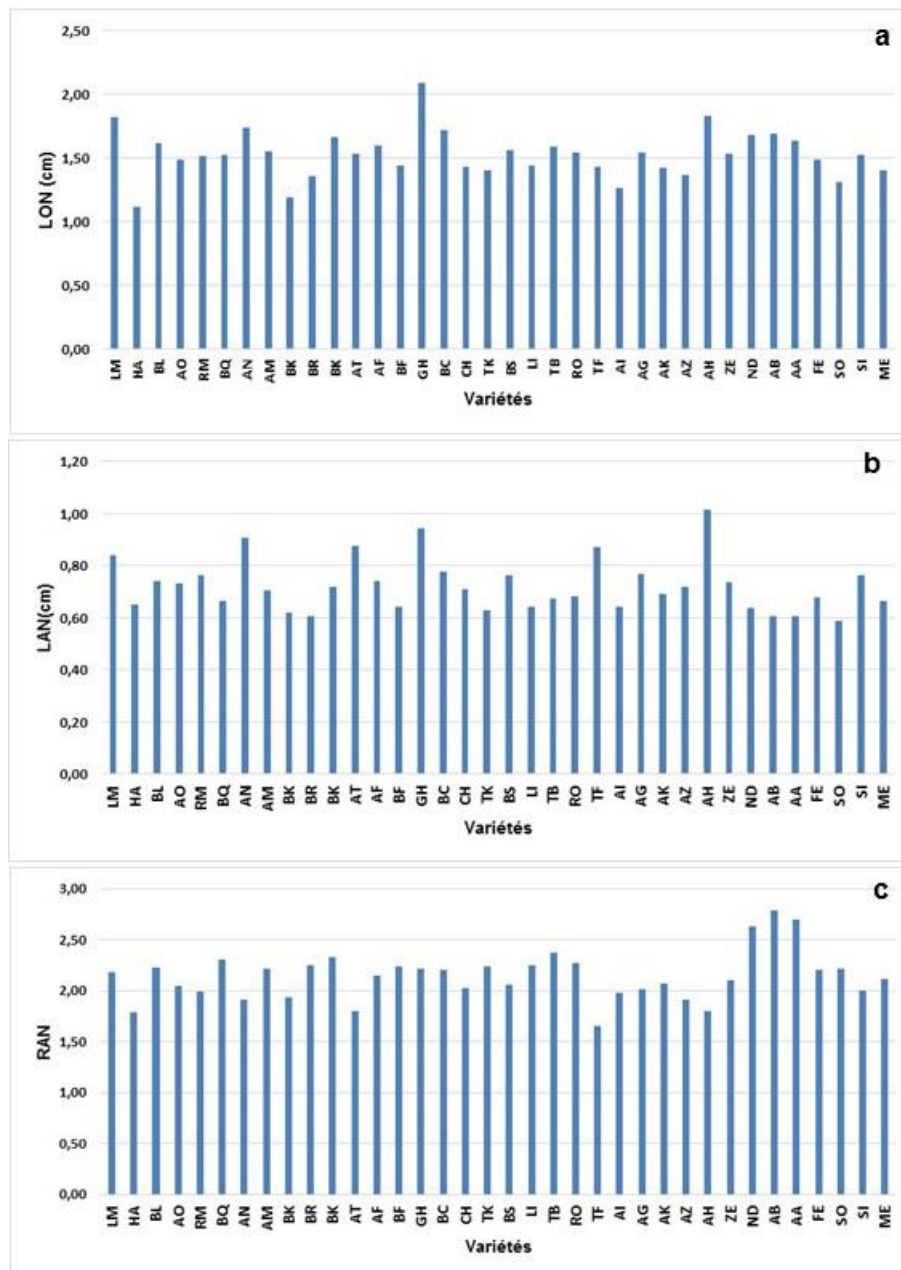


Figure 16. Caractères quantitatifs du noyau

(a) : Longueur du noyau (LON)

(b) : Largeur du noyau (LAN)

(c) : Rapport longueur/largeur du noyau (RAN)

✓ **Nombre de sillons fibrovasculaires (NBS)**

Le nombre de sillons fibrovasculaires varie de 7.73 à 10.83 (Fig. 16e).

Le nombre moyen de sillons (7 à 10) se retrouve chez la plupart des variétés (83.3 %). En revanche, Le nombre élevé de sillons (> 10) est représenté par 13.8 % de variétés et le nombre réduit (< 7) se retrouve chez une seule variété.

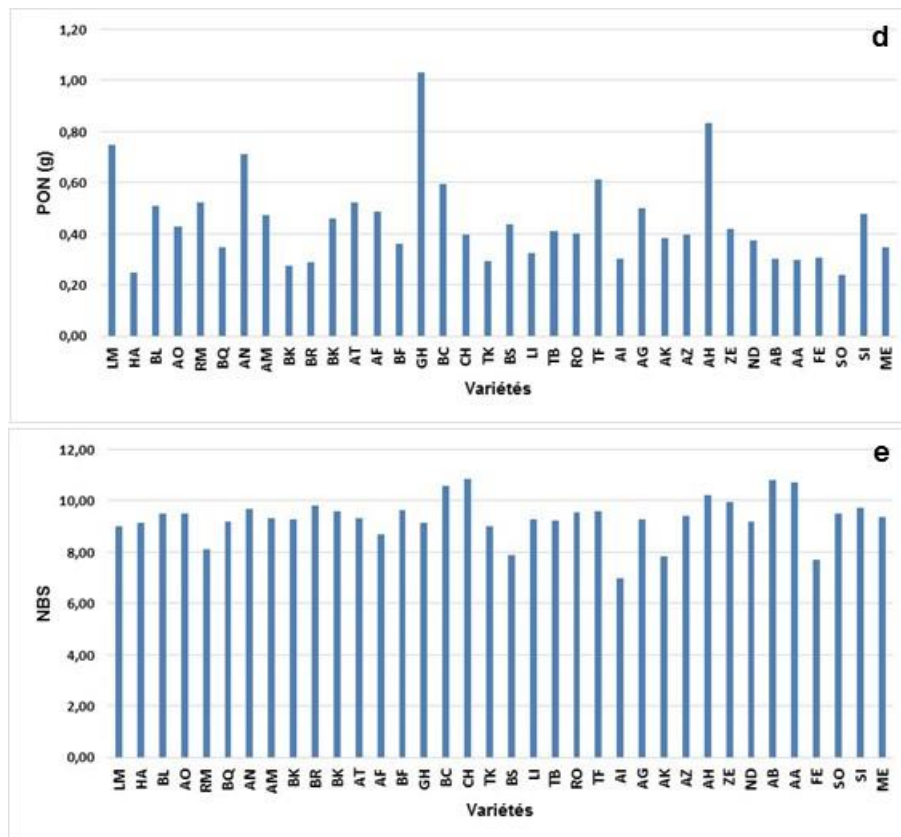


Figure 16. Caractères quantitatifs du noyau (*suite*)

(d) : Poids du noyau (PON)

(e) : Nombre de sillons fibrovasculaires (NBS)

II.2.5. Conclusion sur les caractères quantitatifs

L'analyse biométrique des 15 caractères quantitatifs nous a montré que les modalités traitées présentent une distribution assez cohérente au sein des variétés étudiées, et contribuent dans la caractérisation et l'identification des différentes variétés.

Ces modalités interviennent à des degrés de discrimination différents. En effet sur l'ensemble des modalités analysés, on distingue :

Les modalités qui présentent un pouvoir discriminant élevé. Ce sont des modalités rares, qu'on rencontre chez une à trois variétés uniquement. Ce sont :

- ✓ Le taux de fertilité réduit (FER_0), qui caractérise les variétés Ronde de Miliana (RM) et Abani (AB).
- ✓ La largeur élevée du fruit ($LAFR_2$), qui distingue les variétés Grosse de Hamma (GH), Teffah (TF) et Aharoun (AH).
- ✓ Le faible rapport longueur sur largeur du fruit (RFR_0), qui différencie les variétés Teffah (TF) et Agrarez (AG).
- ✓ Le poids élevé du fruit (POF_2), qui discrimine les variétés Longue de Miliana (LM), Aghchren d'el Ousseur (AO) et Aguenau (AN).
- ✓ Le poids très élevé du fruit (POF_3), qui caractérise les variétés Grosse de Hamma (GH), Teffah (TF) et Aharoun (AH).
- ✓ Le rapport moyen de la longueur/largeur du noyau (RAN_1), qui distingue les variétés Hamra (HA), Aghchren de Titest (AT) et Teffah (TF).
- ✓ Le nombre réduit de sillons fibrovasculaires (NBS_0), qui différencie la variété Aimel (AI)

Les modalités qui présentent un pouvoir discriminant moyen. Elles se retrouvent chez un nombre de variété, allant de de 4 à 6, ce sont :

- ✓ La longueur réduite de la feuille (LFE_0), qui caractérise les variétés Ronde de Miliana (RM), Rougette de Mitidja (RO), Neb Djmel (ND) et Ferkani (FE).
- ✓ La longueur élevée de la feuille (LFE_2), qui distingue les variétés Grosse de Hamma (GH), Chemlal (CH), Aberkane (AK) et Abani (AB).
- ✓ La largeur réduite de la feuille ($LAFE_0$), qui différencie les variétés Aghchren d'el Ousseur (AO), Akerma (AM), Aghenfes (AF), Aimel (AI), Agrarez (AG) et Aharoun (AH).

- ✓ L'importance du rapport longueur sur largeur de la feuille (RFE_2), qui discrimine les variétés Aghenfas (AF), Grosse de Hamma (GH), Aberkane (AK) et Aharoun (AH).
- ✓ La longueur moyenne de l'inflorescence (LOI_1) qui caractérise les variétés Hamra (HA), Boukaila (BK), Tabelout (TB), Aimel (AI) et Neb Djmel (ND).
- ✓ La longueur élevée du fruit (LRF_2), qui distingue les variétés Longue de Miliana (LM), Grosse de Hamma (GH), Teffah (TF) et Aharoun (AH).
- ✓ La longueur réduite du noyau (LON_0), qui différencie les variétés Hamra (HA), Boukaila (BK), Bouricha (BR), Aimel (AI), Azeradj (AZ) et Souidi (SO).
- ✓ La largeur élevée du noyau (LAN_2), qui discrimine les variétés Aguentaou (AN), Aghchren de Titest (AT), Grosse de Hamma (GH), Teffah (TF) et Aharoun (AH).
- ✓ Le poids très élevé du noyau (PON_3), qui caractérise les variétés Longue de Miliana (LM), Aguentaou (AN), Grosse de Hamma (GH), Teffah (TF) et Aharoun (AH).
- ✓ Le nombre élevé de sillons fibrovasculaires (NBS_2), qui différencie les variétés Bouichert (BC), Chemlal (CH), Aharoun (AH), Abani (AB) et Aaleth (AA).

Le reste des modalités (26) se rencontrent chez un nombre de variétés plus important qui varie de 7 à 32. Ces modalités présentent un faible pouvoir discriminant.

II.3. Description morphologique des variétés

1. Variété Aaleth (AA)

Appelée également Aeleh. Elle est originaire de Khenchela.

C'est une variété à huile, avec un rendement de 18 à 22 %.

L'arbre est de vigueur moyenne (Fig. 9b), de port étalé avec une densité de feuillage compacte.

La feuille se caractérise par des dimensions moyennes et par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a) se terminant par un mucron. L'angle apicale et basale étant aigus. Le limbe présente une courbure longitudinale plane et une face externe de couleur vert foncé. On note la présence de l'indument.

Cette variété se caractérise par un taux de fertilité moyen, et par une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre de boutons réduit.

Le fruit est de dimensions réduite et de faible poids. A maturité, il est de forme allongée (Fig. 11c), de couleur noire, lisse et asymétrique. La position du diamètre maximale se situe à la base. On note la présence de grandes lenticelles, peu nombreuses. Le sommet du fruit est pointu, sa base est arrondie. Le début de la véraison se situe au sommet.

La variété Aaleh se distingue par un noyau de longueur élevée, de largeur réduite et de faible poids, avec un nombre important et uniforme de sillons fibrovasculaires. Le noyau est lisse, asymétrique, de forme allongée (Fig. 12b), avec un diamètre maximal central. Le sommet est pointu, la base est arrondie. On note la présence de mucron.

2. Variété Abani (AB)

Dénoté Laabani. Elle est originaire de Khenchela.

C'est une variété à huile avec un rendement qui varie de 16 à 20 %.

Elle se caractérise par une vigueur élevée (Fig. 9a), une densité de feuillage moyenne et un port dressé.

La feuille, de longueur élevée et de faible largeur, présente une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec un angle apicale et basale aigus. Le limbe affiche une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité et la longueur de l'inflorescence sont faibles, par contre le nombre de boutons portés par cette dernière est moyen.

Le fruit est de longueur moyenne, de faible largeur et de poids réduit. Il est de forme allongée (Fig. 11c), d'aspect lisse et asymétrique, avec un diamètre transversal situé vers la base. Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est arrondie. On note la présence de petites et nombreuses lenticelles. La véraison débute à partir du sommet et la couleur à maturité est noire.

Le noyau présente une largeur et un poids faible, une longueur élevée, avec un nombre important et uniforme de sillons fibrovasculaires. Il est de forme allongée (Fig. 12b), légèrement asymétrique, avec une surface lisse et le diamètre maximal se situe au centre. Le sommet est pointu, tandis que la base est arrondie. On remarque la présence du mucron.

3. Variété Aberkane (AK)

Appelée averkane, elle est native de Béjaia (région d'Akbou).

C'est une variété à double aptitude ; huile et olive de table. Avec un rendement en huile qui varie de 16 à 20 %.

L'arbre présente une vigueur et une densité de feuillage moyennes (fig. 9e), avec un port dressé.

La feuille est de longueur élevée et de largeur moyenne. Elle est de forme lancéolée (Fig. 10b), avec des angles apicales et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence du mucron et de l'indument.

On remarque un faible taux de fertilité et une inflorescence réduite, qui porte un nombre de boutons moyen.

Cette variété se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier est de forme ovoïde (Fig. 11b), légèrement asymétrique, d'aspect lisse, avec le diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base sont arrondies. On remarque la présence de grandes lenticelles, mais peu nombreuse. La véraison débute à partir du sommet et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se distingue par des valeurs moyennes de son poids et de ses dimensions. Il est légèrement asymétrique et présente une forme elliptique (Fig. 12a) et une surface rugueuse. La position du diamètre maximal se situe vers le sommet du noyau qui est arrondi tandis que la base est pointue. On note la présence du mucron et la distribution des sillons fibrovasculaires est uniforme.

4. Variété Aghchren d'El ousseur (AO)

Elle est originaire de la région de Bougaa (wilaya de Setif).

C'est une variété à double fin, qui engendre l'huile et les olives de table, avec un rendement en huile de 16 à 20 %.

L'arbre se caractérise par une faible vigueur, une densité de feuillage moyenne et un port étalé (fig. 9c).

La feuille est de longueur moyenne et de faible largeur. Elle est de forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a) avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité et la longueur de l'inflorescence sont faibles, en revanche le nombre de boutons portés par cette dernière est moyen.

C'est une variété qui se caractérise par un fruit de poids élevé, mais de dimensions moyennes. Il est de forme ovoïde (Fig. 11b), d'aspect lisse, légèrement asymétrique, avec une position centrale du diamètre maximal. Le sommet du fruit est arrondi tandis que la base est tronquée, la véraison débute au sommet et la couleur à maturité est noir. Nous remarquons l'ébauche d'un mamelon au sommet du fruit et les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions.

Le noyau présente un poids ainsi que des dimensions moyennes. Il est de forme elliptique (Fig. 12a), légèrement asymétrique, de surface rugueuse, avec un diamètre maximal central. Le sommet et la base du noyau sont pointus, avec présence d'un mucron. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

5. Variété Aghchren de Titest (AT)

Originaire de Hammam guergour (wilaya de Setif).

C'est une variété à double utilisation, qui fournit l'huile et l'olive de table. Avec un rendement en huile qui varie de 14 à 18 %.

Elle présente un arbre de faible vigueur (Fig. 9c), un port étalé et une densité de feuillage lâche.

La feuille se distingue par des dimensions moyennes, une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a) avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Cette variété se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier est de forme ovoïde (Fig. 11b), légèrement asymétrique, avec un aspect lisse et une position centrale du diamètre maximal. Le sommet et la base du fruit sont arrondies, la véraison débute au sommet et la couleur à maturité est noir. On note l'ébauche d'un mamelon au sommet du fruit et les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions.

Le noyau présente une largeur et un poids élevé, mais une longueur moyenne. Il est de forme ovoïde (Fig. 12c), légèrement asymétrique, de surface rugueuse, avec une position centrale du diamètre maximal. Le sommet et la base du noyau sont arrondies avec présence de mucron. Les sillons fibrovasculaires sont de grandeur moyenne et uniforme.

6. Variété Aghenfas (AF)

Surnommé Aghenfous. Elle est originaire de la région de Bougaa (wilaya de Setif)

C'est une variété à double fin, qui engendre l'huile et l'olive de table, avec un rendement en huile de 16 à 20 %.

L'arbre de cette variété se caractérise par une vigueur et une densité de feuillage moyenne ; avec un port dressé (Fig. 9e).

La feuille est de longueur moyenne, mais de faible largeur. Elle est de forme lancéolée (Fig. 10b) avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence du mucron et de l'indument.

Cette variété se caractérise par un taux de fertilité moyen, et par une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre réduit de boutons.

Le fruit présente un poids et des dimensions moyennes. Il est caractérisé par une forme ovoïde (Fig. 11b), un aspect lisse, une asymétrie légère et la position centrale du diamètre maximal. Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est arrondie. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison est uniforme et la couleur à maturité est noir. On remarque l'ébauche du mamelon au sommet du fruit.

Le noyau se distingue par une longueur et un poids élevé, mais une largeur moyenne. Il est légèrement asymétrique et présente une forme elliptique (Fig. 12c), une surface rugueuse, avec une distribution uniforme des sillons fibrovasculaires. Le diamètre maximal se situe vers le sommet du noyau, qui est arrondi par contre sa base est pointue. On note la présence du mucron

7. Variété Agrarez (AG)

Elle est native de la région de Tazmalt (Wilaya de Béjaia).

C'est une variété à double aptitude, qui procure l'huile et l'olive de table. Avec un rendement en huile qui varie de 16 à 20 %.

L'arbre est de faible vigueur (Fig. 9c), avec une densité de feuillage moyenne et un port étalé.

La feuille présente une longueur moyenne et une faible largeur. Elle est de forme Elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec une courbure longitudinale plane. Les angles apicale et basale sont aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée. On note la présence du mucron et de l'indument

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Cette variété se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier, de forme sphérique (Fig. 11a), légèrement asymétrique d'aspect lisse, avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Les lenticelles sont peu nombreuses, mais de grandes dimensions. La véraison débute au sommet du fruit et la couleur à maturité est noir.

Le noyau présente un poids élevé, mais des dimensions moyennes. Il est de forme elliptique (Fig. 12a), sa surface est rugueuse, avec une légère asymétrie. Le sommet et la base du noyau sont arrondis, et le diamètre maximal se situe au centre. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

8. Variété Aguentaou (AN)

Dénommée Agnaw, elle est originaire de la région de Bougaa (Wilaya de Setif).

C'est une variété à double utilisation, qui fournit l'huile et l'olive de table. Avec un rendement en huile qui varie de 16 à 20 %.

Elle se caractérise par un arbre de faible vigueur (Fig. 9c), avec une densité de feuillage moyenne et un port étalé.

La feuille se distingue par des dimensions moyennes. Elle est de forme elliptique lancéolée (Fig. 10a), avec une courbure longitudinale plane. Les angles apicale et basale sont aigus. La couleur de la face externe du limbe est vert-foncée. On note la présence du mucron et de l'indument.

C'est une variété qui présente une fertilité élevée, mais un nombre de boutons réduit, porté par une faible inflorescence.

Le poids du fruit est élevé, alors que ses dimensions sont moyennes. Il est de forme ovoïde (Fig. 11b), de couleur noir, légèrement asymétrique, d'aspect lisse avec un diamètre maximal situé vers la base. Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Les lenticelles sont peu nombreuses, mais de grandes dimensions. On remarque au sommet du fruit un mamelon ébauché et le début de la véraison.

Le noyau se distingue par des dimensions élevées et un poids très élevé. Il est de forme elliptique (Fig. 12a), de surface rugueuse, légèrement asymétrique et porte un mucron à son extrémité. Le sommet du noyau est pointu par contre sa base est arrondie, le diamètre maximal se situe vers la base et la distribution des sillons fibrovasculaires est uniforme.

9. Variété Aharoun (AH)

Elle est native de la vallée de la Soummam (Wilaya de Béjaia)

C'est une variété à double fin, qui engendre l'huile et l'olive de table, avec un rendement en huile de 18 à 22 %.

L'arbre présente une vigueur moyenne (Fig. 9b), un feuillage compact et un port étalé.

La feuille est de longueur moyenne et de largeur réduite. Elle est de forme lancéolée (Fig. 10b) avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence du mucron et de l'indument. l'

L'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons. Le taux de fertilité est moyen.

Les dimensions du fruit sont élevées et son poids est très élevé. Il présente un aspect lisse, une couleur noire, une forme ovoïde (Fig. 11b), une symétrie légère, avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet du fruit est arrondi, mais la base est tronquée. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison du fruit débute vers le sommet

Le noyau se distingue par des dimensions élevées et un poids très élevé. Il est de forme elliptique (Fig. 12a), asymétrique et de surface rugueuse. Il présente un sommet pointu, qui porte à son extrémité un mucron, et une base arrondie. Les sillons fibrovasculaires sont uniformes, et le diamètre maximal se situe au centre.

10. Variété Aimel (AI)

Appelé également Haimel ou Aymel. Elle est originaire d'ath aimel (Wilaya de Béjaia).

C'est une variété à huile, avec un rendement qui varie de 18 à 22 %.

C'est une variété qui présente un arbre de vigueur élevée (Fig. 9a), avec un port dressé et une densité lâche du feuillage.

La feuille est de longueur moyenne et de faible largeur. Elle se distingue par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a) et une courbure longitudinale plane. Les angles apicale et basale sont aigus. La couleur de la face externe du limbe est vert-foncée. On observe la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est élevé, malgré la faible longueur de l'inflorescence, qui porte un nombre moyen de boutons.

Le poids et les dimensions du fruit sont faibles. Ce dernier se caractérise par un aspect lisse, une forme allongée (Fig. 11c) et une légère asymétrie. Il présente un sommet pointu, une base tronquée, avec une position centrale du diamètre maximal. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison débute au sommet et la couleur à maturité est noire.

Le poids et les dimensions du noyau sont faibles. Il présente une forme elliptique (Fig. 12a), légèrement asymétrique, une surface lisse, et porte à son extrémité un mucron. Le sommet et la base du noyau sont arrondis. Le diamètre maximal se situe vers le sommet, et les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

11. Variété Akerma (AM)

Elle est originaire de Hammam Guergour (Wilaya de Setif).

C'est une variété à double aptitude, qui procure l'huile et l'olive de table. Avec un rendement en huile qui varie de 18 à 22 %.

L'arbre présente une vigueur et une densité de feuillage moyenne (Fig. 9c), avec un port étalé.

La feuille présente une longueur moyenne et une faible largeur. Elle est de forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a) avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On signale la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen. L'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Cette variété se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier est de forme ovoïde (Fig. 11b), d'aspect lisse, légèrement asymétrique, avec une position centrale du diamètre maximal. Le sommet et la base du fruit sont arrondis, la véraison débute au sommet et la couleur à maturité est noir. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions.

Le noyau présente un poids élevé, mais des dimensions moyennes. Il est de forme allongée (Fig. 12b), de surface rugueuse, avec une légère asymétrie. Le sommet du noyau est pointu et se termine par un mucron, par contre sa base est arrondie. Le diamètre maximal se situe au centre. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

12. Variété Azeradj (AZ)

Elle est également dénommée Aradj, Adjeraz ou Azeradji.

C'est une variété à double utilisation, qui fournit l'huile et l'olive de table. Avec un rendement en huile qui varie de 24 à 28 %.

Elle se distingue par un arbre de faible vigueur, (Fig. 9c) avec un feuillage compact et un port étalé.

La feuille se caractérise par des dimensions moyennes et par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence du mucron et de l'indument.

La variété Azeradj se signale par une fertilité moyenne et par une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre réduit de boutons.

Le poids et les dimensions du fruit sont moyens. A maturité, il est de forme ovoïde (Fig. 11b), de couleur noire, lisse et légèrement asymétrique. La position du diamètre maximale se situe au centre. On note la présence de lenticelles peu nombreuses, mais de grandes dimensions. Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Le début de la véraison se situe au sommet.

Le noyau présente une largeur et un poids moyen, mais une faible longueur. Il est de forme elliptique (Fig. 12a), légèrement asymétrique, de surface lisse, avec un diamètre maximal central. Le sommet du noyau est pointu et porte un mucron à son extrémité, par contre sa base est arrondie. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule

13. Variété Blanquette de Guelma (BQ)

C'est une variété à huile, native de Guelma, avec un rendement en huile de 18 à 22 %.

L'arbre présente une vigueur moyenne (Fig. 9e), un port dressé et une densité de feuillage lâche.

La feuille se distingue par des dimensions moyennes, et par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a). Elle porte d'indument et un mucron à son extrémité. Les angles apicale et basale sont aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane.

C'est une variété qui présente un taux de fertilité élevé et une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre réduit de boutons.

Elle se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier se distingue par une forme ovoïde (Fig. 11b), une asymétrie légère, un aspect lisse, avec un diamètre maximale situé au centre. Le sommet du fruit est pointu par contre sa base tronquée. Les lenticelles sont petites et nombreuses. La véraison est uniforme et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se différencie par des valeurs moyennes de son poids et de ses dimensions. Il est d'une forme allongée (Fig. 12b), légèrement asymétrique, de surface lisse et porte à son extrémité un mucron. Le sommet du noyau est pointu par contre sa base arrondie. On remarque la position centrale du diamètre maximal, et la distribution uniforme des sillons fibrovasculaires.

14. Variété Bouchouk Guergour (BG)

Elle est originaire de Hammam Guergour (wilaya de Setif).

C'est une variété à double aptitude, qui procure de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 22 à 26 %.

Elle présente un arbre de vigueur moyenne (Fig. 9b), un port étalé et un feuillage compacte.

La feuille, de dimensions moyennes, présente une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On signale la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen. L'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

C'est une variété qui se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier est de forme allongée (Fig. 11c), d'aspect lisse, légèrement asymétrique,

avec un diamètre maximal situé vers la base. Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est arrondie. La véraison débute au sommet et la couleur à maturité est noir. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions.

Le noyau se distingue par une longueur et un poids élevé, mais une largeur moyenne. Il est de forme allongé (Fig. 12b), asymétrique, de surface rugueuse, avec un diamètre maximal central. Le sommet du noyau est pointu et porte un mucron à son extrémité, par contre sa base est arrondie. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule

15. variété Bouchouk Lafayette (BL)

Elle est native de la région de Bougaa (wilaya de Setif).

C'est une variété à double fin, qui fournit de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 22 à 26 %.

L'arbre présente une vigueur et une densité de feuillage moyenne (Fig. 9d) et un port étalé.

La feuille se distingue par des dimensions moyennes et par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence du mucron et de l'indument.

Cette variété présente une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre de boutons réduit, et un taux de fertilité moyen,

Le fruit est caractérisé par des valeurs moyennes du poids et des dimensions, ainsi que par une forme allongée (Fig. 11c), une asymétrie, un aspect lisse avec un diamètre maximal situé vers la base. Le sommet du fruit est pointu avec l'ébauche d'un mamelon, par contre sa base est tronquée. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison débute au sommet et la couleur à maturité est noir.

Le noyau présente une longueur et un poids élevé, mais une largeur moyenne. Il est de forme allongée (Fig. 12b), asymétrique, de surface rugueuse et porte à son extrémité un mucron. Le sommet et la base du noyau sont pointus. Le diamètre maximal se situe vers le centre, et les sillons fibrovasculaires sont uniformes.

16. Variété Bouchouk Soummam (BS)

Dénommée Avouchouk. Elle est originaire de Sidi-Aich (wilaya de Béjaia).

C'est une variété à double utilisation, qui fournit de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 22 à 26 %.

L'arbre de cette variété présente une vigueur et une densité de feuillage moyenne (Fig. 9d) et un port étalé.

La feuille présente des dimensions moyennes et une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a). Elle porte l'indument et un mucron à son extrémité. Les angles apicale et basale sont aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane.

L'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons, mais le taux de fertilité est élevé.

Le fruit se distingue par un poids et des dimensions moyennes, par une forme ovoïde (Fig. 11b), une asymétrie légère, un aspect lisse et un diamètre maximal central. Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Le début de la véraison se situe au sommet et la couleur à maturité est noire. Les lenticelles sont petites et peu nombreuses.

Le noyau présente un poids ainsi que des dimensions moyennes. Il se caractérise par une forme elliptique (Fig. 12a), une légère asymétrie, une surface rugueuse, un diamètre maximal situé au sommet, qui porte un mucron à son extrémité. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule. Le sommet et la base du noyau sont arrondis.

17. Variété Boughenfous (BF)

Nommée également Voughenfous, elle est native de Bouandas (wilaya de Béjaia).

C'est une variété à huile, avec un rendement de 22 à 26 %.

L'arbre présente un port étalé (Fig. 9d), avec une vigueur et une densité de feuillage moyenne.

La feuille se caractérise par des dimensions moyennes et par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a). Elle porte l'indument et un mucron à son extrémité. Les angles apicale et basale sont aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane.

On remarque un taux de fertilité élevée et une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre de boutons moyen.

Le poids et les dimensions du fruit sont faible. A maturité, il est couleur noire, de forme allongée (Fig. 11c), d'aspect lisse et légèrement asymétrique. La position du diamètre maximale se situe au centre. On note la présence de petites lenticelles, peu nombreuses. Le sommet du fruit est pointu, alors que sa base est tronquée. La véraison du fruit est uniforme.

Le noyau se distingue par une longueur et un poids moyen, mais une faible largeur. Il est de forme allongée (Fig. 12b), de surface lisse, légèrement asymétrique, portant à son extrémité un mucron. Le sommet et la base du noyau sont arrondie, et le diamètre maximal se situe au sommet. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

18. Variété Bouichert (BC)

Originaire de Tazmalt (wilaya de Béjaia). Elle porte plusieurs synonymes ; Boutichrat, Avouichert et Vouichert.

C'est une variété à double aptitude, qui procure de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 20 à 24 %.

Elle présente un arbre de vigueur moyenne (Fig. 9e), avec un port dressé et une densité de feuillage lâche.

La feuille, de dimensions moyennes, présente une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec des angles apicale et basale aigus, et se terminant par un mucron à son extrémité. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence de l'indument.

L'inflorescence affiche une longueur faible et porte un nombre de bouton réduit, par contre le taux de fertilité est élevé.

Le fruit se caractérise par un poids et des dimensions moyennes. Il est de forme allongée (Fig. 11c), d'aspect lisse, asymétrique, avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet du fruit est pointu et porte l'ébauche d'un mamelon, par contre sa base est tronquée. La véraison est uniforme et la couleur à maturité est noir. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions.

Le noyau se distingue par une longueur et un poids élevé, mais une largeur moyenne. Il présente une forme allongée (Fig. 10b), une asymétrie, une surface rugueuse et un mucron à son extrémité. Le sommet du noyau est pointu alors que sa base est arrondie. Le diamètre maximal se situe vers le centre, et les sillons fibrovasculaires sont uniformes.

19. Variété Boukaila (BK)

Originnaire de Constantine. Elle est destinée à la production de l'huile, avec un rendement de 16 à 20 %.

Cette variété se distingue par une vigueur de l'arbre élevée (Fig. 9f), avec un port étalé et une densité de feuillage moyenne.

La feuille présente des dimensions moyennes, une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec une courbure longitudinale plane. La face externe du limbe est de couleur vert foncé. Les angles apicale et basale sont aigus avec présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de longueur modeste, porte un nombre moyen de boutons.

Le fruit, de cette variété, se caractérise par de faibles valeurs du poids et des dimensions. Il se caractérise également par une forme ovoïde (Fig. 11b), un aspect lisse, une légère asymétrie et un diamètre transversal situé au centre. Le sommet et la base du fruit sont arrondies. Les lenticelles sont peu nombreuses et petites. La véraison débute à partir du sommet, et la couleur du fruit à maturité est noire.

Le noyau présente un poids réduit, de faibles dimensions, une forme elliptique (Fig. 12a), une surface rugueuse, une légère asymétrie et un diamètre maximal central. Le sommet et la base du noyau sont arrondis. On note la présence du mucron et les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

20. Variété Bouricha (BR)

C'est une variété à huile, avec un rendement qui varie de 18 à 22 %. Elle est native d'El-Harrouch (wilaya de Skikda).

L'arbre présente une vigueur élevée (Fig. 9f), avec un port étalé et une densité de feuillage moyenne.

La feuille se caractérise par des dimensions moyennes, par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec une courbure longitudinale plane. La face externe du limbe est de couleur vert foncé. Les angles apicale et basale sont aigus. On remarque la présence du mucron et de l'indument.

C'est une variété qui présente une fertilité élevée, malgré la faible longueur de l'inflorescence, qui porte un nombre réduit de boutons.

Le fruit présente de faibles valeurs du poids et des dimensions. Il est de forme allongée (Fig. 11c), d'aspect lisse, légèrement asymétrique, avec le diamètre maximal situé vers le

centre. Le sommet du fruit est pointu par contre la base est Tronquée. On note la présence des petites lenticelles, peu nombreuses. La véraison est uniforme et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se distingue par de faibles valeurs de son poids et de ses dimensions. Il se caractérise par une forme allongée (Fig. 12b), une légère asymétrie, une surface lisse et un diamètre maximal situé au centre. On note la présence d'un mucron à son extrémité. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule. Le sommet et la base du noyau sont pointus.

21. Variété Chemlal (CH)

C'est la variété emblématique de la Kabylie, dont elle est native. Elle porte plusieurs noms ; Achemlal ou Achemlali.

Elle est destinée à la production de l'huile, avec un rendement qui varie de 18 à 22 %.

Elle présente un arbre de vigueur élevée (Fig. 9a), avec un port dressé et une densité de feuillage moyenne.

La feuille est de longueur élevée et de largeur moyenne. Elle est de forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a) avec des angles apicale et basale aigus. Elle porte l'indument et se termine par un mucron à son extrémité. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane.

On constate que l'inflorescence affiche une faible longueur et porte peu de boutons. Toute fois le taux de fertilité est élevé.

Le fruit est caractérisé par de faibles valeurs de son poids et de ses dimensions. Il présente une forme allongée (Fig. 11c), un aspect lisse, une asymétrie légère et une position centrale du diamètre maximal. Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est arrondie. Les lenticelles sont nombreuses mais de petites dimensions. La véraison du fruit est uniforme et la couleur à maturité est noir.

Le noyau se distingue par des valeurs moyennes de son poids et de ses dimensions. Il est de forme elliptique (Fig. 12a), légèrement asymétrique, de surface lisse avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet est pointu, tandis que la base est arrondie. On remarque la présence de mucron et des sillons fibrovasculaires groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule

22. Variété Ferkani (FE)

Dénommée Ferkane. Elle est originaire de la région de Ferkane (wilaya de Tebessa)

C'est une variété à huile, avec un rendement de 26 à 30 %.

L'arbre présente une vigueur moyenne (Fig. 9d), avec un port étalé et une densité lâche du feuillage

La feuille se caractérise par une faible longueur et une largeur moyenne. Elle est de forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), avec des angles apicale et basale aigus. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Le poids et les dimensions du fruit sont faibles. Il présente un aspect lisse, une couleur noire, une forme allongée (Fig. 11c), une asymétrie légère, avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison du fruit débute au sommet. On remarque l'ébauche du mamelon au sommet du fruit.

Le noyau présente un poids ainsi que des dimensions moyennes. Il est de forme allongée (Fig. 12b), de surface lisse et légèrement asymétrique. La position du diamètre maximal se situe vers le centre. Le sommet du noyau est pointu tandis que sa base est arrondie. On note la présence du mucron et la distribution des sillons fibrovasculaires est uniforme.

23. Variété Grosse de Hamma (GH)

Dénommé Qelb ethour. Elle est originaire d'el Hamma (wilaya de Constantine).

C'est une variété à double aptitude, qui procure de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 16 à 20 %.

Elle présente un arbre de vigueur moyenne (Fig. 9b), avec un port étalé et une densité de feuillage compacte.

La feuille se distingue par une longueur élevée et une largeur moyenne. Sa forme est lancéolée (Fig. 10b). Le limbe présente une courbure longitudinale plane et une couleur vert-foncée de la face externe. Les angles apicale et basale sont aigus. On observe la présence du mucron et de l'indument.

L'inflorescence présente une faible longueur et porte peu de boutons. Toute fois le taux de fertilité est élevé.

Les dimensions du fruit sont élevées et son poids est très élevé. Il est de forme ovoïde (Fig. 11b), de couleur noire, d'aspect lisse et asymétrique. La position du diamètre maximale se situe vers la base. On note la présence de grandes lenticelles, peu nombreuses. Le sommet du fruit est pointu, alors que sa base est arrondie. La véraison du fruit débute au sommet, qui présente une ébauche de mamelon.

Le noyau se distingue par des dimensions élevées et un poids très élevé. Il présente un sommet pointu, une base arrondie, une surface raboteuse, une forme allongée et asymétrique (Fig. 12b). Il porte à son extrémité un mucron. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule, et le diamètre maximal se situe à la base.

24. Variété Hamra (HA)

Elle est native de Jijel, et porte plusieurs noms ; Rougette et Roussette.

C'est une variété destinée à la production de l'huile, avec un rendement qui varie de 18 à 22 %.

Elle se caractérise par un arbre de vigueur élevée (Fig. 9a), avec un port dressé et une densité de feuillage moyenne.

La feuille se distingue par des dimensions moyennes et une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a). Le limbe présente une courbure longitudinale plane et une face externe de couleur vert foncée. Les angles apicale et basale sont aigus avec présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est élevé, et l'inflorescence, de longueur intermédiaire porte un nombre de boutons moyen.

Le fruit présente de faibles valeurs du poids et des dimensions, une forme Ovoïde (Fig. 11b), un aspect lisse, une légère asymétrie et un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du fruit sont arrondie. On note la présence de petites et nombreuses lenticelles. La véraison débute à partir du sommet et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se caractérise par une longueur et un poids faible, une largeur moyenne, une forme elliptique (Fig. 12a), légèrement asymétrique, une surface lisse et un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du noyau sont arrondis. On note la présence du mucron, et les sillons fibrovasculaires sont uniformes.

25. Variété Limli (LI)

C'est une variété originaire de Sidi-Aich (wilaya de Béjaia), et porte plusieurs synonymes ; Limeli et imeli.

Elle est destinée à la production de l'huile, avec un rendement qui varie de 18 à 22 %.

L'arbre de cette variété présente une vigueur et une densité de feuillage moyenne (Fig. 9d), avec un port étalé.

La feuille se caractérise par des dimensions moyennes, par une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a), ainsi que par des angles apicale et basale aigus, se terminant par un mucron à son extrémité. Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence de l'indument.

C'est une variété qui présente un taux de fertilité élevé, malgré la faible longueur de l'inflorescence, qui porte peu de boutons.

Le fruit est caractérisé par un poids réduit, des dimensions faibles, une forme allongée (Fig. 11c), un aspect lisse, une asymétrie légère et la position centrale du diamètre maximal. Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est tronquée. Les lenticelles sont peu nombreuses et de petites dimensions. La véraison du fruit débute du sommet et la couleur à maturité est noir.

Le noyau se distingue par une longueur et un poids moyen, mais une faible largeur. Il est de forme allongée (Fig. 12b), légèrement asymétrique, de surface lisse, avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du noyau sont pointus. On remarque la présence de mucron et les sillons fibrovasculaires sont uniformes.

26. Variété Longue de Miliana (LM)

C'est une variété à double fin, qui fournit de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 16 à 20 %. Elle est originaire de Miliana (wilaya d'Ain defla).

Elle se caractérise par un arbre de vigueur et de densité de feuillage moyenne (Fig. 9d), et un port étalé.

Les dimensions de la feuille sont moyennes et sa forme est elliptique-lancéolée, se terminant par un mucron (Fig. 10a). L'angle apicale et basale étant aigus. La courbure longitudinale du limbe est plane, la couleur de la face externe est vert foncé. On note la présence de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Le fruit présente un poids et une longueur élevés, une largeur moyenne, un aspect lisse, une forme ovoïde, une asymétrie légère, avec un diamètre maximal situé au centre (Fig. 11b). Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La localisation initiale de la véraison est uniforme et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se distingue par une longueur élevée, une largeur moyenne et un poids très élevé. Il présente une forme elliptique, une légère asymétrie et une surface raboteuse (Fig. 12d). La position du diamètre maximal se situe vers le sommet. La base et le sommet du noyau sont arrondis. On note la présence du mucron et la distribution des sillons fibrovasculaires est uniforme.

27. Variété Mekki (ME)

C'est une variété à huile, avec un rendement faible qui varie de 12 à 16 %. Elle est native de Khenchela.

L'arbre de la variété Mekki présente une vigueur et une densité de feuillage moyenne ainsi qu'un port dressé (fig. 9e).

La feuille se distingue par des dimensions moyennes, une forme elliptique-lancéolée, avec une courbure longitudinale plane (Fig. 10a). Les angles apicale et basale sont aigus. La couleur de la face externe du limbe est vert-foncée. On observe la présence du mucron et de l'indument.

L'inflorescence est de longueur réduite, porte peu de boutons, mais le taux de fertilité est moyen.

Le fruit présente de faibles valeurs du poids et des dimensions. Il est de forme ovoïde, de couleur noire, d'aspect lisse et légèrement asymétrique (Fig. 11b). La position du diamètre maximale se situe au centre. On note la présence de petites et nombreuses lenticelles. Le sommet du fruit est arrondi, alors que sa base est tronquée. La véraison du fruit est uniforme.

Le noyau se distingue par des valeurs moyennes de son poids et de ses dimensions. Il est de forme elliptique, de surface lisse et légèrement asymétrique (Fig. 12a). Le sommet du noyau est arrondi, sa base est pointue, et porte à son extrémité un mucron. Les sillons fibrovasculaires sont uniformes, et le diamètre maximal se situe au sommet.

28. Variété Neb Djemel (ND)

C'est une variété à huile, avec un rendement qui varie de 16 à 20 %. Elle est originaire de la région de Cherchar (wilaya de Khenchela).

Elle se distingue par un arbre de vigueur élevée, avec un port étalé et une densité de feuillage lâche (Fig. 9f).

La feuille présente une faible longueur, une largeur moyenne, une forme elliptique-lancéolée, avec une courbure longitudinale plane (Fig. 10a). La face externe du limbe est de couleur vert foncé. Les angles apicale et basale sont aigus avec présence du mucron et de l'indument.

C'est une variété qui se caractérise par un taux de fertilité moyen, et par une inflorescence de longueur intermédiaire, qui porte un nombre de boutons réduit.

Le poids et les dimensions du fruit sont faibles. Ce dernier est de forme allongée, d'aspect lisse et asymétrique, avec un diamètre maximal situé au centre (Fig. 11c). Le sommet du fruit est arrondi par contre sa base est tronquée. On note la présence de petites lenticelles, peu nombreuses. La véraison débute à partir du sommet et la couleur à maturité est noire.

Le noyau présente une longueur élevée, une largeur réduite et un poids moyen. Il se caractérise également par une forme allongée (Fig. 12b), une asymétrie, une surface lisse et un diamètre maximal situé au sommet, qui porte un mucron à son extrémité. Les sillons fibrovasculaires sont uniformes. Le sommet et la base du noyau sont pointus.

29. Variété Ronde de Miliana (RM)

Originaire de Miliana (wilaya d'Ain defla)

C'est une variété à double fin, qui fournit de l'huile et des olives de table. Avec un rendement en huile qui varie de 16 à 20 %.

L'arbre présente une faible vigueur, un port étalé et une densité de feuillage moyenne (Fig. 9c).

La feuille est de faible longueur et de largeur moyenne. Elle est de forme elliptique-lancéolée avec des angles apicale et basale aigus, se terminant par un mucron à son extrémité (Fig. 10a). Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On note la présence de l'indument.

On remarque un faible taux de fertilité et une inflorescence réduite, qui porte peu de boutons.

Cette variété se caractérise par des valeurs moyenne du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier présente une forme ovoïde, un aspect lisse, une asymétrie légère et la position

centrale du diamètre maximal (Fig. 11b). Le sommet et la base du fruit sont arrondies. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison du fruit est uniforme et la couleur à maturité est noir.

Le noyau présente un poids élevé, mais des dimensions moyennes. Il est de forme elliptique, légèrement asymétrique, avec une surface raboteuse (Fig. 12d). Le diamètre maximal se situe au centre. Le sommet et la base du noyau sont arrondies. On remarque la présence de mucron et des sillons fibrovasculaires uniformes.

30. Rougette de Mitidja (RO)

C'est une variété à huile, avec un rendement qui varie de 18 à 20 %. Elle est originaire de la Mitidja.

L'arbre est caractérisé par une vigueur et une densité de feuillage moyenne, et un port étalé (Fig. 9d).

La feuille est de longueur élevée et de largeur moyenne. Elle est de forme elliptique-lancéolée avec des angles apicale et basale aigus (Fig. 10a). Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence du mucron et de l'indument.

C'est une variété qui présente un taux de fertilité élevé, malgré la faible longueur de l'inflorescence, qui porte peu de boutons.

Le fruit se distingue par des valeurs moyenne du poids et des dimensions. Il présente un aspect lisse, une couleur noire, une forme ovoïde, une légère asymétrie, avec un diamètre maximal situé au centre (Fig. 11b). Le sommet du fruit est arrondi, mais la base est tronquée. Les lenticelles sont petites et peu nombreuses. La véraison du fruit est uniforme.

Le noyau se distingue par des valeurs moyennes de son poids et de ses dimensions. Il est légèrement asymétrique, présente une forme allongée et une surface lisse (Fig. 12b). La position du diamètre maximal se situe au centre. Le sommet et la base du noyau sont pointus. On note la présence du mucron et la distribution des sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

31. Variété Sigoise (SI)

Dénommée olive de Tlemcen ou olive du Tell. Elle est originaire de la région du Sig (wilaya de Mascara).

C'est une variété destinée à la production des olives de table.

Son arbre se caractérise par une vigueur et une densité de feuillage moyenne, et par un port dressé (Fig. 9e).

La feuille se distingue par des dimensions moyennes, une forme elliptique-lancéolée, et une courbure longitudinale plane (Fig. 10a). La couleur de la face externe du limbe est vert foncée. On observe la présence du mucron et de l'indument. Les angles apicale et basale sont aigus.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Cette variété se caractérise par des valeurs moyennes du poids et des dimensions du fruit. Ce dernier est de forme ovoïde, de couleur noire, d'aspect lisse et légèrement asymétrique (Fig. 11b). La position du diamètre maximale se situe au centre. On note la présence de petites et nombreuses lenticelles. Le sommet du fruit est pointu, alors que sa base est tronquée. La véraison du fruit est uniforme.

Le noyau présente un poids élevé, mais des dimensions moyennes. Il est de forme elliptique, de surface lisse et asymétrique (Fig. 12b). Le sommet du noyau est pointu et sa base est arrondie. Il porte à son extrémité un mucron, et le diamètre maximal se situe au centre. Les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

32. Variété Souidi (SO)

C'est une variété originaire de la région de Cherchar (wilaya de Khenchela). Elle est destinée à la production de l'huile, avec un rendement qui varie de 18 à 22 %.

Elle présente un arbre de vigueur élevée, avec un port dressé et une densité de feuillage moyenne (Fig. 9a).

Les dimensions de la feuille sont moyennes et sa forme est elliptique-lancéolée (Fig. 10a). La face externe du limbe est de couleur vert foncé, avec une courbure longitudinale plane. Les angles apicale et basale sont aigus avec présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre moyen de boutons.

Le fruit présente de faibles valeurs de poids et des dimensions. Il est de forme allongée, d'aspect lisse, légèrement asymétrique, avec le diamètre maximal situé au centre (Fig. 11c). Le

sommet du fruit est arrondi par contre sa base est tronquée. On note la présence peu nombreuse, de petites lenticelles. La véraison débute à partir du sommet et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se distingue par de faibles valeurs de son poids et de ses dimensions. Il est de forme allongée, légèrement asymétrique, de surface lisse, avec un diamètre maximal situé au sommet (Fig. 12b). Les sillons fibrovasculaires sont uniformes. Le sommet du noyau est arrondi, mais il porte un mucron à son extrémité, par contre sa base est pointue.

33. Variété Tabelout (TB)

Surnommé Abelout, elle est native des babors (wilaya de Béjaia).

C'est une variété à huile, avec un rendement qui varié de 20 à 24 %.

L'arbre est de vigueur élevée (Fig. 9f), avec un port étalé et une densité de feuillage moyenne.

La feuille se distingue par des dimensions moyennes, une forme elliptique-lancéolée avec des angles apicale et basale aigus, se terminant par un mucron à son extrémité (Fig. 10a). Le limbe présente une face externe de couleur vert-foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence de l'indument.

Cette variété se caractérise par un taux de fertilité élevé, et par une inflorescence de longueur intermédiaire, qui porte un nombre moyen de boutons.

Le fruit se distingue par un poids et des dimensions moyennes. Il présente une forme allongée, un aspect lisse, une asymétrie légère et une position centrale du diamètre maximal (Fig. 11c). Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est tronquée. Les lenticelles sont peu nombreuses mais de grandes dimensions. La véraison du fruit débute au sommet, et la couleur à maturité est noir.

Le noyau présente un poids ainsi que des dimensions moyennes. Il est de forme allongée (Fig. 12b), légèrement asymétrique, avec une surface rugueuse et un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du noyau sont pointus. On remarque la présence du mucron et des sillons fibrovasculaires uniformes.

34. Variété Tefah (TF)

C'est une variété originaire de la région de Sedouk (wilaya de Béjaia), et porte plusieurs synonymes ; Tefahi et Atefah.

Elle est destinée à la production des olives de table, et présente un rendement en huile qui varie de 18 à 22 %.

Elle se caractérise par un arbre de vigueur élevée, avec une densité de feuillage moyenne et un port dressé (Fig. 9a).

Les dimensions de la feuille sont moyennes, sa forme est elliptique-lancéolée avec des angles apicale et basale aigus (Fig. 10a). Le limbe présente une face externe de couleur vert foncée et une courbure longitudinale plane. On remarque la présence du mucron et de l'indument.

Le taux de fertilité est moyen et l'inflorescence, de faible longueur, porte un nombre réduit de boutons.

Les dimensions du fruit sont élevées, et son poids est très élevé. Il présente un aspect lisse, une couleur noire, une forme sphérique (Fig. 11a), une légère asymétrie, avec un diamètre maximal situé au centre. Le sommet et la base du fruit sont arrondis. Les lenticelles sont petites et nombreuses. La véraison du fruit débute au sommet.

Le noyau se distingue par un poids très élevé, une longueur moyenne et une largeur élevée. Il présente une forme ovoïde, une légère asymétrie et une surface rugueuse (Fig. 12c). La position du diamètre maximal se situe au centre. Le sommet et la base du noyau sont arrondis. On note la présence du mucron et les sillons fibrovasculaires sont groupés à proximité du point d'insertion du pédoncule.

35. Variété Takesrit (TK)

Surnommé Taksrit, elle est originaire d'El-Kseur (wilaya de Béjaia).

C'est une variété destinée à la production de l'huile, avec un rendement de 16 à 20 %.

L'arbre est caractérisé par une vigueur et une densité de feuillage moyenne, avec un port étalé (Fig. 9d).

La feuille se distingue par des dimensions moyennes et une forme elliptique-lancéolée (Fig. 10a). Les angles apicale et basale sont aigus. La courbure longitudinale du limbe est plane, et la couleur de sa face externe est vert foncée. On observe la présence du mucron et de l'indument

Cette variété présente un taux de fertilité élevé, et une inflorescence de faible longueur, qui porte un nombre moyen de boutons.

Le fruit se caractérise par des valeurs faibles de son poids et de ses dimensions. Il est de forme allongée, de couleur noire, d'aspect lisse et légèrement asymétrique (Fig. 11c). La position du diamètre maximale se situe au centre. On note la présence, peu nombreuse, de petites lenticelles. Le sommet du fruit est pointu, alors que sa base est tronquée. La véraison débute au sommet.

Le noyau présente un poids réduit, une faible largeur et une longueur élevée. Il est de forme allongée, de surface lisse, légèrement asymétrique, avec un mucron à son extrémité (Fig. 12b). Le sommet et la base sont pointus. Les sillons fibrovasculaires sont uniformes, et le diamètre maximal se situe au centre.

36. Variété Zeletni (ZE)

Originaire de la région de Cherchar (wilaya de Khenchela), et surnommée Zletni.

C'est une variété à huile, avec un rendement variant de 14 à 18 %.

Elle présente une vigueur de l'arbre et une densité de feuillage moyenne, et un port étalé (Fig. 9d).

La feuille se distingue par des dimensions moyennes, une forme elliptique-lancéolée, avec une courbure longitudinale plane (Fig. 10a). La face externe du limbe est de couleur vert foncé. Les angles apicale et basale sont aigus avec présence du mucron et de l'indument.

C'est une variété qui montre un taux de fertilité élevé, malgré la faible longueur de l'inflorescence, qui porte peu de boutons.

Le fruit est de dimensions réduite, avec un faible poids. Il est de forme allongée, d'aspect lisse, légèrement asymétrique, avec le diamètre maximal situé au centre (Fig. 11c). Le sommet du fruit est pointu par contre sa base est tronquée. On note la présence de petites et nombreuses lenticelles. La véraison débute à partir du sommet et la couleur à maturité est noire.

Le noyau se distingue par des valeurs moyennes de son poids et de ses dimensions. Il est de forme elliptique, légèrement asymétrique, de surface lisse, avec un diamètre maximal situé au centre (Fig. 12a). Il porte un mucron à son extrémité. Les sillons fibrovasculaires sont uniformes. Le sommet et la base du noyau sont pointus.

Conclusion

L'analyse morphologique des caractères qualitatifs et l'analyse biométrique des caractères quantitatifs nous ont permis de caractériser et d'identifier les 36 variétés, constituant le parc oléicole algérien.

L'ensemble des paramètres morphologiques et biométriques analysés se répartissent entre les variétés avec des pourcentages divers, allant de 2.7% à 100 %.

Neuf descripteurs morphologiques, représentés par une seule modalité se retrouvent chez toutes les variétés (100 % de présence). Cela signifie que ces caractères ne présentent aucun pouvoir discriminant, et qu'ils appartiennent à l'ensemble des variétés et constituent les caractères de l'espèce *Olea europaea* L.

Ces paramètres sont :

- la courbure longitudinale du limbe, qui est plane.
- la couleur vert-foncée de la face externe du limbe.
- l'angle apical et l'angle basal de la feuille, qui sont aigus.
- la présence du mucron et de l'indument.
- l'aspect lisse et la couleur noire du fruit à maturité.
- la présence du mucron à l'extrémité du noyau.

Les modalités exprimées, au cours de ce travail, interviennent à des degrés de discrimination différents. En effet sur l'ensemble des modalités analysées, on distingue :

Les modalités qui présentent un pouvoir discriminant élevé. Ce sont des modalités rares, qu'on rencontre chez une à trois variétés uniquement, ce sont :

- La forme sphérique du fruit.
- La forme ovoïde du noyau.
- La position vers le sommet du diamètre maximal du noyau.
- La surface raboteuse du noyau.
- Le taux de fertilité réduit.
- La largeur élevée du fruit.
- Le faible rapport longueur sur largeur du fruit.
- Le poids élevé du fruit.
- Le poids très élevé du fruit.
- Le rapport moyen de la longueur sur largeur du noyau.
- Le nombre réduit de sillons fibrovasculaires.

Les modalités qui présentent un pouvoir discriminant moyen, se retrouvent chez un nombre de variété, allant de de 4 à 6, ce sont :

- La faible vigueur de l'arbre.
- La densité compact du feuillage.
- La forme lancéolée de la feuille.
- La densité lâche du feuillage.
- La position vers la base du diamètre maximal du fruit.
- Les longueurs réduite et élevée de la feuille.
- La largeur réduite de la feuille.
- L'importance du rapport longueur sur largeur de la feuille.
- La longueur moyenne de l'inflorescence.
- La longueur élevée du fruit.
- La longueur réduite du noyau.
- La forte largeur du noyau.
- Le poids très élevé du noyau.
- Le nombre élevé de sillons fibrovasculaires.

Enfin, le reste des modalités (65) se rencontrent chez un nombre de variétés plus important, qui varie de 7 à 32. Ces modalités présentent un faible pouvoir discriminant.

II.4. Analyse statistique

II.4.1. Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM).

Au cours de cette étude, nous avons analysé 45 descripteurs morphologique (variables), à raison de deux à quatre variantes par caractères. Au total 126 modalités (Tab. IV) ont été utilisés pour décrire et caractérisé les variétés (cultivars) d'olivier (*Olea europea* L.) présentes en Algérie.

La combinaison des différentes modalités ont fait l'objet d'un traitement statistique à l'aide de l'Analyse factoriel des correspondances multiple (AFCM) (Benzecri, 1973 in Lebart & al., 2006). Celle-ci est bien adaptée à la nature des données obtenues au cours de ce travail.

II.4.1.1. Nombre d'axes

L'étude morphologique et biométrique des 45 descripteurs morphologiques, nous a permet d'identifier neuf d'entre eux (avec une seule modalité), comme étant des caractères communs à toutes les variétés.

L'AFCM a donc porté sur les 36 variables restantes. Celles-ci réunissent 105 modalités, sur lesquelles 91 modalités se sont exprimées lors de l'analyse numérique.

Le nombre d'axes factoriels retenus en AFCM, se base sur les axes associés à des valeurs propres supérieures à la moyenne des valeurs propres $1/p$ (Benzecri, 1973 in Lebart & al., 2006).

La moyenne des valeurs propres étant de 0.028 ($1/p = 1/36$). Les 5 premières valeurs propres délivrée par l'AFCM dépassent ce taux (Tab. V). De plus, on constate que l'inertie totale expliquée par ces 5 axes est de 52.14 %. Pour toutes ces raisons, nous avons retenus pour cette étude les 5 premières dimensions.

Tableau V. Valeurs propres et Inertie des dimensions

Tableau d'entrée (Lignes x Colonnes) : 36 x 91.

Inertie Totale = 1,5278, $Chi^2=1980,0$ dl = 3150 p = 1,0000

Nombre de dimensions	Valeurs singulières	Valeurs propres	Pourcentage d'inertie	Pourcentage cumulé	Chi deux
1	0,511271	0,261398	17,10969	17,1097	338,7718
2	0,435583	0,189732	12,41885	29,5285	245,8933
3	0,384666	0,147968	9,68520	39,2137	191,7669
4	0,321186	0,103160	6,75231	45,9661	133,6958
5	0,307027	0,094265	6,17010	52,1361	122,1679

Les inerties expliquées par les 5 premiers axes de l'AFCM sont respectivement de 17.11, 12.42, 9.68, 6.75 et 6.17 % soit 52.13 % de l'inertie totale (Tab. V).

Les résultats livrés par l'AFCM concernent les lignes qui correspondent aux variétés et concernent également les colonnes qui correspondent aux modalités (variables).

II.4.1.2. Les variétés (cultivars)

L'interprétation de l'AFCM, s'est basée sur trois paramètres. Les coordonnées des variétés par rapport aux dimensions retenues à l'étude, leurs contributions à l'inertie totale, ainsi que leur cosinus carré.

Cinq dimensions ont été retenues pour l'interprétation de cette analyse. Par souci de clarté et de visibilité, et afin d'éviter d'encombrer le texte, nous présenterons uniquement les deux premiers axes.

✓ Axe 1

Les coordonnées associées aux variétés (Tab. VI) permettent de les subdiviser en deux groupes, par rapport à l'axe 1. L'un des groupes se situe à droite de l'axe et l'autre à sa gauche (Fig. 17).

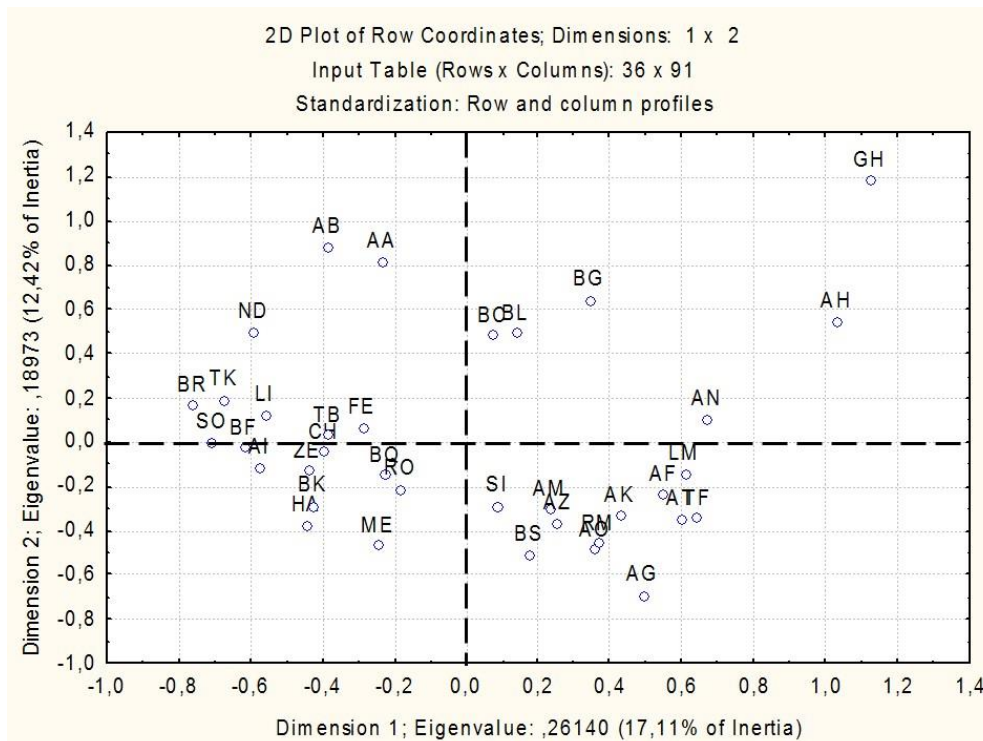


Figure 17. Répartition des variétés d'olivier en fonction des axes 1 et 2 de l'AFCM.

Tableau VI. Coordonnées associés aux variétés pour les cinq premiers axes factoriels de l'AFCM

N°	Variété	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
1	LM	0,610	-0,144	0,094	-0,494	0,169
2	HA	-0,449	-0,375	0,622	-0,030	0,263
3	BL	0,138	0,494	-0,640	0,374	0,031
4	AO	0,358	-0,483	-0,361	-0,037	0,154
5	RM	0,368	-0,454	-0,380	-0,038	0,207
6	BQ	-0,225	-0,148	-0,232	-0,071	-0,508
7	AN	0,672	0,109	-0,040	-0,226	0,190
8	AM	0,230	-0,299	-0,312	0,199	0,001
9	BK	-0,429	-0,285	0,497	-0,116	0,523
10	BR	-0,762	0,170	0,229	0,065	0,041
11	BG	0,344	0,645	-0,511	0,453	0,217
12	AT	0,596	-0,344	0,039	0,698	0,219
13	AF	0,547	-0,233	-0,327	-0,426	0,260
14	BF	-0,617	-0,024	0,106	-0,142	-0,354
15	GH	1,120	1,186	0,542	-0,444	-0,174
16	BC	0,072	0,484	-0,590	0,337	-0,036
17	CH	-0,397	-0,042	0,151	-0,193	-0,317
18	TK	-0,674	0,195	0,038	0,009	-0,194
19	BS	0,174	-0,507	-0,141	-0,171	0,008
20	LI	-0,560	0,127	-0,084	-0,030	-0,360
21	TB	-0,384	0,036	-0,181	0,154	-0,124
22	RO	-0,185	-0,211	-0,326	-0,116	-0,446
23	TF	0,640	-0,340	1,296	0,854	-0,604
24	AI	-0,576	-0,115	0,507	-0,108	0,909
25	AG	0,489	-0,690	-0,028	0,649	0,139
26	AK	0,428	-0,328	-0,136	-0,553	0,036
27	AZ	0,253	-0,364	-0,175	0,011	0,249
28	AH	1,028	0,551	0,550	-0,361	-0,165
29	ZE	-0,440	-0,130	-0,055	-0,175	-0,438
30	ND	-0,593	0,499	0,060	0,063	0,185
31	AB	-0,385	0,883	0,089	0,191	0,290
32	AA	-0,235	0,817	-0,135	0,137	0,106
33	FE	-0,287	0,067	-0,259	0,090	-0,109
34	SO	-0,709	0,002	0,332	-0,064	0,223
35	SI	0,083	-0,286	-0,282	-0,041	-0,286
36	ME	-0,243	-0,464	0,042	-0,449	-0,303

Les 36 variétés pris en considération dans l'AFCM contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 5 axes (Tab. VII).

Tableau VII. Contribution des variétés à l'inertie totale, par rapport à chaque dimension (axe) de l'AFCM.

N°	Variétés	Contribution (%)				
		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
01	LM	3,95	0,30	0,17	6,58	0,84
02	HA	2,14	2,06	7,26	0,02	2,03
03	BL	0,20	3,57	7,68	3,77	0,03
04	AO	1,36	3,42	2,45	0,04	0,70
05	RM	1,44	3,02	2,71	0,04	1,26
06	BQ	0,54	0,32	1,01	0,13	7,60
07	AN	4,79	0,17	0,03	1,37	1,06
08	AM	0,56	1,31	1,82	1,07	0,00
09	BK	1,96	1,19	4,64	0,36	8,07
10	BR	6,17	0,42	0,98	0,11	0,05
11	BG	1,25	6,09	4,90	5,52	1,39
12	AT	3,77	1,74	0,03	13,12	1,41
13	AF	3,18	0,80	2,01	4,88	1,99
14	BF	4,05	0,01	0,21	0,54	3,70
15	GH	13,34	20,60	5,52	5,31	0,90
16	BC	0,06	3,43	6,53	3,05	0,04
17	CH	1,67	0,03	0,43	1,01	2,95
18	TK	4,83	0,56	0,03	0,00	1,11
19	BS	0,32	3,76	0,37	0,78	0,00
20	LI	3,33	0,23	0,13	0,02	3,81
21	TB	1,57	0,02	0,62	0,64	0,46
22	RO	0,37	0,65	2,00	0,36	5,86
23	TF	4,35	1,69	31,55	19,62	10,76
24	AI	3,53	0,19	4,83	0,32	24,35
25	AG	2,55	6,96	0,01	11,35	0,57
26	AK	1,95	1,58	0,35	8,24	0,04
27	AZ	0,68	1,94	0,58	0,00	1,83
28	AH	11,23	4,44	5,68	3,51	0,81
29	ZE	2,06	0,25	0,06	0,83	5,66
30	ND	3,74	3,65	0,07	0,11	1,00
31	AB	1,57	11,42	0,15	0,99	2,48
32	AA	0,59	9,77	0,34	0,50	0,33
33	FE	0,87	0,07	1,26	0,22	0,35
34	SO	5,34	0,00	2,07	0,11	1,46
35	SI	0,07	1,20	1,50	0,05	2,42
36	ME	0,63	3,15	0,03	5,42	2,70

La contribution des variétés à l'inertie, au niveau de l'axe 1, varie de 0.06 % pour la variété Bouichert à 13.34 % pour la variété Grosse de Hamma (Tab. VII).

14 variétés actives Grosse de Hamma (GH), Aharoun (AH), Bouricha (BR), Souidi (SO), Takasrit (TK), Aguenau (AN), Teffah (TF), Boughenfous (BF), Longue de Miliana (LM), Aghchren de Titest (AT), Neb Djmel (ND), Aimel (AI), Limli (LI) et Aghenfas (AF) présentent une contribution supérieure à la contribution moyenne (2.8%) (Fig. 18). Ce qui représente 75.6 % de l'inertie totale.

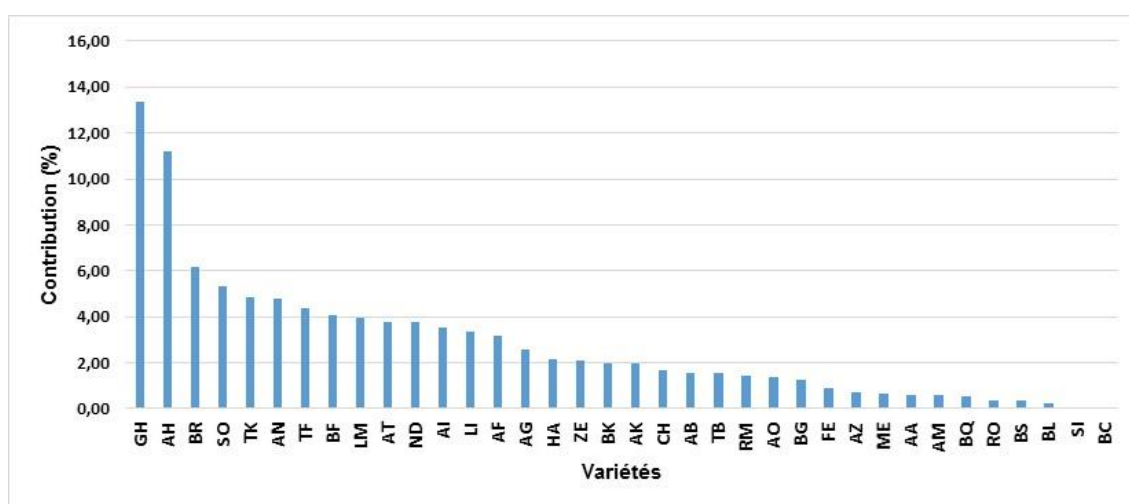


Figure 18. Contribution des variétés à l'inertie totale par rapport à l'axe 1 de l'AFCM.

La valeur élevée des Cos^2 associés à ces variétés (Tab. VIII) confirme leur importance dans la construction de la dimension 1.

Tableau VIII. Cos^2 associés aux variétés par rapport à chaque dimension (axe) de l'AFCM.

N°	Variétés	Cos^2				
		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
01	LM	0,204	0,011	0,005	0,134	0,016
02	HA	0,129	0,090	0,248	0,001	0,044
03	BL	0,016	0,206	0,346	0,118	0,001
04	AO	0,095	0,173	0,097	0,001	0,018
05	RM	0,073	0,111	0,077	0,001	0,023
06	BQ	0,052	0,022	0,055	0,005	0,264
07	AN	0,234	0,006	0,001	0,026	0,019
08	AM	0,062	0,104	0,113	0,046	0,000
09	BK	0,152	0,067	0,204	0,011	0,226
10	BR	0,534	0,027	0,048	0,004	0,002
11	BG	0,082	0,290	0,182	0,143	0,033
12	AT	0,173	0,058	0,001	0,237	0,023
13	AF	0,187	0,034	0,067	0,113	0,042
14	BF	0,353	0,001	0,010	0,019	0,116
15	GH	0,332	0,373	0,078	0,052	0,008
16	BC	0,004	0,165	0,244	0,080	0,001
17	CH	0,119	0,001	0,017	0,028	0,076
18	TK	0,503	0,042	0,002	0,000	0,042
19	BS	0,038	0,322	0,025	0,036	0,000
20	LI	0,405	0,021	0,009	0,001	0,167
21	TB	0,144	0,001	0,032	0,023	0,015
22	RO	0,035	0,046	0,110	0,014	0,205
23	TF	0,117	0,033	0,479	0,208	0,104
24	AI	0,129	0,005	0,100	0,005	0,321
25	AG	0,124	0,246	0,000	0,218	0,010
26	AK	0,123	0,072	0,012	0,205	0,001
27	AZ	0,058	0,120	0,028	0,000	0,056
28	AH	0,376	0,108	0,107	0,046	0,010
29	ZE	0,238	0,021	0,004	0,038	0,235
30	ND	0,197	0,139	0,002	0,002	0,019
31	AB	0,067	0,352	0,004	0,017	0,038
32	AA	0,036	0,441	0,012	0,012	0,007
33	FE	0,075	0,004	0,061	0,007	0,011
34	SO	0,423	0,000	0,093	0,003	0,042
35	SI	0,007	0,083	0,081	0,002	0,084
36	ME	0,061	0,222	0,002	0,207	0,094

Les variétés actives se répartissent, vis-à-vis de l'axe 1, en deux lots antagonistes (Tab. IX).

Le 1^{er} lot concerne les variétés GH, AH, AN, TF, LM, AT et AF. Ces dernières sont caractérisées par :

- Le nombre réduit de boutons par inflorescence (NBI₀) et une fertilité moyenne (FER₁).
- Le fruit présente une forme ovoïde (FFR₁) un poids élevé à très élevé (POF₂-POF₃), une base arrondie (BAF₁) et des dimensions élevées (largeur LFR₂, et longueur LAFR₂).
- Le noyau est de forme elliptique (FON₂), de poids très élevée (PON₃), de largeur élevée (LAN₂) et de surface rugueuse (SUN₁).

Le 2^{ème} lot concerne les variétés BR, SO, TK, BF, ND, AI et LI. Elles sont caractérisées par :

- Le nombre moyen de boutons par inflorescence (NBI₀) et une fertilité élevée (FER₂).
- Le fruit est de forme allongée (FFR₂), de faible poids (POF₀), avec une base tronquée (BAF₀) et des dimensions réduites (largeur LFR₀, et longueur LAFR₀).
- Le noyau présente une forme allongée (FON₃) un faible poids (PON₀), une largeur réduite (LAN₀), et une surface lisse (SUN₀).

Tableau IX. Contributions (%) des variétés actives, à l'inertie totale, par rapport à l'axe 1, de l'AFCM

Négative (-)	Positive (+)
Bouricha – BR (6.17)	Grosse de Hamma - GH (13.34)
Souidi - SO (5.34)	Aharoun - AH (11.23)
Takasrit - TK (4.83)	Aguentaou - AN (4.79)
Boughenfous - BF (4.05)	Teffah - TF (4.35)
Neb Djmel - ND (3.74)	Longue de Miliana - LM (3.95)
Aimel - AI (3.53)	Aghchren de Titest - AT (3.77)
Limli - LI (3.33)	Aghenfas - AF (3.18)

✓ Axe 2

Les coordonnées associées aux variétés (Tab. VI) permettent de les subdiviser en deux lots, par rapport à l'axe 2. L'un des lots se situe au-dessus de l'axe et l'autre au-dessous (Fig. 17).

La contribution des variétés à l'inertie varie de 0.001 % pour la variété Souidi à 20.6 % pour la variété Grosse de Hamma (Tab. VII).

13 variétés, Grosse de Hamma (GH), Abani (AB), Aaleth (AA), Agrarez (AG), Bouchouk Guergour (BG), Aharoun (AH), Bouchouk Soummam (BS), Neb Djmel (ND), Bouchouk Lafayette (BL), Bouichert (BC), Aghchren d'el Ousseur (AO), Mekki (ME) et Ronde de Miliana (RM), présentent une contribution supérieure à 2.8% (Fig. 19). Ce qui représente 83.29 % de l'inertie totale.

L'importance de ces variétés dans la construction de la dimension 2 est mis en évidence par les valeurs élevées de leurs Cos^2 (Tab. VIII).

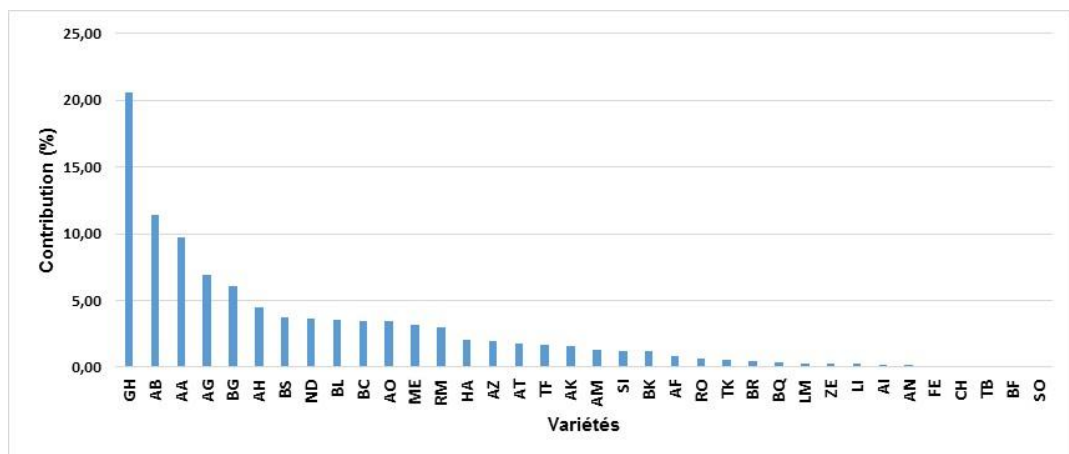


Figure 19. Contribution des variétés à l'inertie totale par rapport à l'axe 2 de l'AFCM.

Les variétés actives se répartissent, vis-à-vis de l'axe 2, en deux groupes antagonistes (Tab. X).

-le 1^{er} groupe se caractérise par :

-Un arbre de vigueur moyenne (VIA_1).

-Un fruit asymétrique (SYF_2), de forme allongée (FFR_2), avec un sommet pointu (SOF_0).

-Un noyau asymétrique (SAN_2), de forme allongée (FON_3), avec une longueur élevée (LON_2) et un sommet pointu (SON_0).

Ce groupe concerne les variétés GH, AB, AA, BG, AH, ND, BL et BC.

-Le 2^{ème} groupe se caractérise par :

-Un arbre de faible vigueur (VIA₀).

-Un fruit légèrement asymétrique (SYF₁), de forme ovoïde (FFR₁), avec un sommet arrondi (SOF₁).

-Un noyau légèrement asymétrique (SAN₁), de forme elliptique (FON₂), avec une longueur moyenne (LON₁) et un sommet arrondi (SON₁).

Ce groupe concerne les variétés AG, BS, AO, ME et RM.

Tableau X. Contributions (%) des variétés (actives) à l'inertie totale, par rapport à l'axe 2, de l'AFCM.

Négative (-)	Positive (+)
Agrarez - AG (6.96)	Grosse de Hamma - GH (20.6)
Bouchouk Soummam - BS (3.76)	Abani - AB (11.42)
Aghchren d'el Ousseur - AO (3.42)	Aaleth - AA (9.77)
Mekki - ME (3.15)	Bouchouk Guergour - BG (6.09)
Ronde de Miliana - RM (3.02)	Aharoun - AH (4.44)
	Neb Djmel - ND (3.65)
	Bouchouk Lafayette - BL (3.57)
	Bouichert - BC (3.43)

Conclusion

Les Coordonnées permettent de subdiviser l'ensemble des variétés en deux groupes, au niveau de chaque axe factoriel de l'AFCM.

Les contributions permettent d'affiner les divisions obtenues par les coordonnées, en tenant en compte des variétés actives qui sont derrière la construction de cette dimension.

Ainsi, les axes retenus au cours de l'AFCM subdivisent, chacun à sa manière, les variétés en deux catégories antagonistes.

On voit que le 1^{er} axe oppose les variétés présentant des fruits et des noyaux de gros calibre (tels que Teffah et Grosse de Hamma) aux variétés possédant de fruits et des noyaux de petites dimensions (tels que Takesrit et Aimel). Cette dernière catégorie est destinée principalement à la production de l'huile, alors que la 1^{ère} catégorie est destinée soit la production d'olive de tables soit à double fin.

On remarque au niveau de l'axe 2 et de l'axe 3 que les variétés, qui présentent des arbres de vigueur moyenne ainsi que des fruits et de noyaux allongés (tels que les variétés Bouchouk Guerguour et Bouchouk Lafayette) s'opposent, dans le cas de l'axe 2, aux variétés possédant des arbres de faibles vigueur avec des fruits ovoïdes et des noyaux elliptiques (tels que les variétés Aghchren d'el Ousseur et Ronde de Miliana) et, dans le cas de l'axe 3, à celles qui présentent des arbres de grande vigueur, avec des fruits ovoïdes et des noyaux de forme elliptique (tels que les variétés Hamra et Boukaila).

L'axe 4 confronte les variétés caractérisées par des feuilles elliptique-lancéolée, et de noyaux allongés (tels que les variétés Bouchouk Guergour et Bouchouk Lafayette) aux variétés caractérisées par des feuilles lancéolées et des noyaux elliptiques (tels que les variétés Aberkane et Aghenfas).

Enfin, l'axe 5 oppose les variétés présentant des arbres de grande vigueur, des inflorescences moyennes, des noyaux de forme elliptique et de faibles dimensions (tels que les variétés Aimel et Boukaila) aux variétés possédant des arbres de vigueur moyenne, de faibles inflorescences et des noyaux allongés avec des dimensions moyennes (tels que les variétés Blanquette de Guelma et Boughenfous).

II.4.1.3. Les descripteurs morphologiques (les variables)

II.4.1.3.1. Les modalités

Trois paramètres sont pris en considération. Les coordonnées des modalités par rapport aux dimensions retenues à l'étude, leurs contributions à l'inertie totale, ainsi que leur cosinus carré.

L'interprétation de l'AFCM s'est basé sur les cinq dimensions retenues. Toutefois, nous présenterons uniquement les deux premiers axes, par souci de clarté et afin d'éviter d'encombrer le texte.

✓ Axe1

Les coordonnées associées aux modalités (Annexe 1) permettent de les subdiviser en deux groupes, par rapport à l'axe 1. L'un des groupes se situe à droite de l'axe et l'autre à sa gauche (Fig. 20).

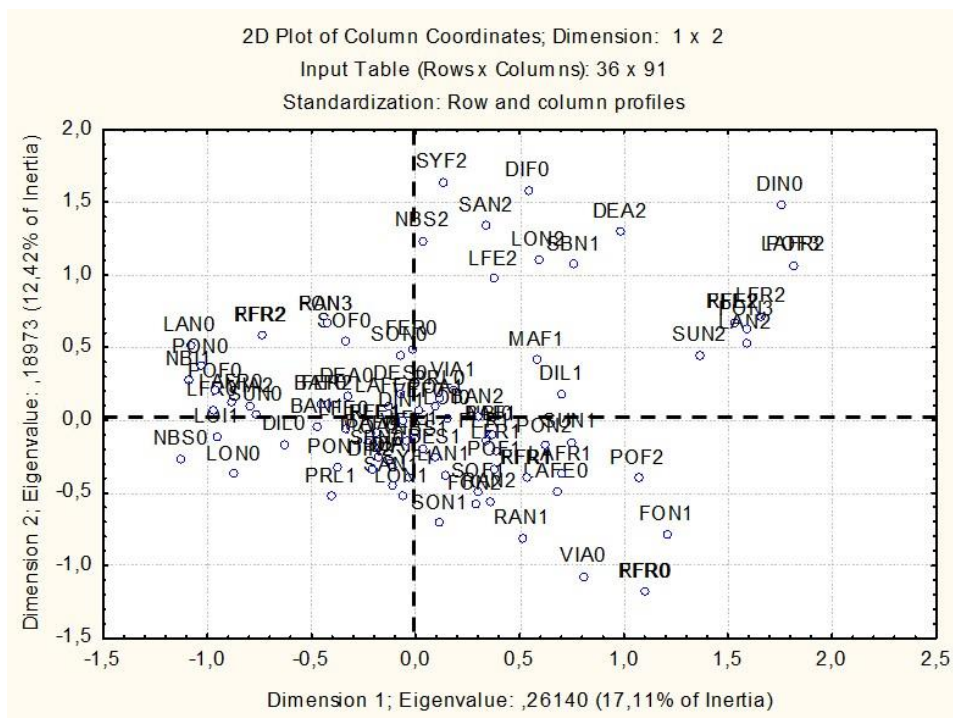


Figure 20. Répartition des modalités en fonction des axes 1 et 2 de l'AFCM.

Les 91 modalités exprimés dans l'AFCM contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 5 axes.

La contribution des modalités varie de 0.001 % pour la fertilité réduite (FER_0) à 4.17 % pour la faible largeur du fruit ($LAFR_0$). 30 modalités présentent une contribution supérieure à la contribution moyenne (1.1 %) (Annexe 2). Ce qui représente 75.79 % de l'inertie totale.

La valeur élevée des Cos^2 associés aux modalités actives (Annexe 3) confirme leur importance dans la construction de la dimension 1.

Les contributions permettent de répartir les modalités actives, par rapport à l'axe 1, en deux groupes (Fig. 20). Certaines de ces modalités sont antagonistes (Tab. XI).

Le 1^{er} groupe réunit les modalités suivantes :

La densité compacte du feuillage (DEA_2).

La feuille est de forme lancéolée (FFE_2), avec un rapport longueur/largeur élevé (RFE_2).

Le fruit présente une forme ovoïde (FFR_1), une longueur élevée (LFR_2), une largeur moyenne ($LAFR_1$) ou élevée ($LAFR_2$), un poids très élevé (POF_3), avec de grandes lenticelles (DIL_1) et un rapport longueur / largeur (RFR_1) moyen.

Un noyau caractérisé par des dimensions élevées (longueur - LON_2 , largeur - LAN_2 , poids - PON_3), une surface rugueuse (SUN_1) ou raboteuse (SUN_2), et le diamètre maximal situé vers la base (DIN_0).

La plupart de ces modalités se retrouvent dans les variétés suivantes : Longue de Miliana (LM), Aguenau (AN), Aghenfas (AF), Grosse de Hamma (GH) et Aharoun (AH).

Le 2^{ème} groupe réunit les modalités suivantes :

La vigueur élevée de l'arbre (VIA_2).

La longueur moyenne de l'inflorescence (LOI_1), qui porte un nombre de boutons moyen (NBI_1).

Un fruit de forme allongée (FFR_2) avec de faibles dimensions (longueur LFR_0 , largeur $LAFR_0$, poids POF_0), et un rapport longueur/largeur (RFR_2) élevé. On note la présence de petites lenticelles (DIL_0).

Un noyau caractérisé par de faibles dimensions (longueur (LON_0 , largeur (LAN_0) et poids (PON_0) et une surface lisse (SUN_0).

La plupart de ces modalités se retrouvent dans les variétés suivantes : Hamra (HA), Boukaila (BK), Bouricha (BR), Boughenfous (BF), Chemlal (CH), Takasrit (TK), Limli (LI), Aimel (AI), Neb Djmel (ND), Abani (AB), Aaleth (AA) et Souidi (SO).

Tableau XI. Contribution (%) des modalités actives, à l'inertie totale, par rapport à l'axe 1, de l'AFCM (**En gras** : les modalités antagonistes)

Positive (+)	Négative (-)
DEA ₂ (1.42)	VIA ₂ (1.85)
RFE ₂ (2.75)	LOI ₁ (1.34)
FFE ₂ (2.75)	NBI ₁ (3.14)
LFR₂ (3.26)	LFR₀ (3.92)
LAFR₁ (2.16)	LAFR₀ (4.17)
LAFR₂ (2.93)	-
RFR₁ (1.53)	RFR₂ (2.60)
POF₃ (2.93)	POF₀ (4.07)
FFR₁ (1.53)	FFR₂ (2.60)
DIL₁ (2.49)	DIL₀ (2.22)
LON₂ (1.13)	LON₀ (1.34)
LAN₂ (3.71)	LAN₀ (3.47)
PON₃ (3.74)	PON₀ (2.51)
DIN ₀ (1.81)	-
SBN ₁ (1.19)	-
SUN₁ (2.29)	SUN₀ (3.28)
SUN₂ (1.66)	

✓ Axe 2

L'ensemble des modalités se répartit, selon leurs coordonnées, en deux catégories (Annexe 1). L'une des catégories se situe au-dessus de l'axe et l'autre au-dessous (Fig. 20).

La contribution des modalités varie de 0.001 % pour la position centrale du diamètre maximal du noyau (DIN₁) à 7.68 % pour l'asymétrie du fruit (SYF₂). 32 modalités présentent une contribution supérieure à 1.1 % (Annexe 2), ce qui représente 81.88 % de l'inertie totale.

L'importance de ces modalités actives dans la construction de la dimension 2 est mise en évidence par les valeurs élevées de leurs Cos² (Annexe 3).

L'axe 2 subdivise les modalités actives en deux groupes (Fig. 20), parmi lesquelles certaines s'opposent (Tab. XII).

Le 1^{er} groupe réunit les modalités suivantes :

La densité compacte du feuillage (**DEA₂**).

La longueur élevée de la feuille (**LFE₂**).

Un fruit asymétrique (**SYF₂**), de forme allongé (**FFR₂**) et un sommet pointu (**SOF₀**). Il présente un poids très élevé (**POF₃**), des dimensions élevées (largeur **LAFR₂**, rapport longueur/largeur **RFR₂**) et une position du diamètre maximal, situé vers la base (**DIF₀**).

Le noyau est asymétrique (**SAN₂**), de longueur élevée (**LON₂**), de largeur réduite (**LAN₀**) et de forme allongée (**FON₃**). Il présente un sommet pointu (**SON₀**) et un rapport longueur/largeur très élevé (**RAN₃**).

La majorité de ces modalités se retrouvent dans les variétés suivantes : Bouchouk Lafayette (BL), Bouchouk Guergour (BG), Grosse de Hamma (GH), Bouichert (BC), Neb Djmel (ND), Abani (AB) et Aaleth (AA).

Le 2^{ème} groupe réunit les modalités suivantes :

La faible vigueur de l'arbre (**VIA₀**).

Un fruit légèrement asymétrique (**SYF₁**), de forme sphérique (**FFR₀**) ou ovoïde (**FFR₁**) et un sommet arrondi (**SOF₁**). Il présente un rapport longueur/largeur réduit (**RFR₀**) ou moyen (**RFR₁**) et une position centrale du diamètre maximal (**DIF₁**).

Le noyau est légèrement asymétrique (**SAN₁**), de longueur (**LON₁**) et de largeur (**LAN₁**) moyennes, de forme elliptique (**FON₂**). Il présente un sommet arrondi (**SON₁**) et un rapport longueur/largeur élevé (**RAN₂**).

La majorité de ces modalités se retrouvent dans les variétés suivantes : Longue de Miliana (LM), Hamra (HA), Aghchren d'el Ousseur (AO), Ronde de Miliana (RM), Boukaila (BK), Aghchren de Titest (AT), Aghenfas (AF), Bouchouk Soummam (BS), Agrarez (AG), Aberkane (AK), Azeradj (AZ) et Mekki (ME).

Tableau XII. Contribution (%) des modalités actives à l'inertie totale, par rapport à l'axe 2 de l'AFCM (**En gras** : les modalités antagonistes).

Positive (+)	Négative (-)
DEA ₂ (3.45)	VIA ₀ (2.34)
LFE ₂ (1.55)	
LAFR ₂ (1.40)	RFR₀ (1.13)
RFR₂ (2.26)	RFR₁ (1.13)
POF ₃ (1.40)	FFR₀ (1.13)
FFR₂ (2.26)	FFR₁ (1.13)
DIF₀ (6.11)	DIF₁ (1.22)
SOF₀ (2.08)	SOF₁ (1.86)
SYF₂ (7.68)	SYF₁ (1.85)
LON₂ (5.46)	LON₁ (2.11)
LAN₀ (1.10)	LAN₁ (1.20)
RAN₃ (3.06)	RAN₂ (2.00)
FON₃ (3.06)	FON₂ (2.27)
SON₀ (1.80)	SON₁ (2.83)
DIN ₀ (1.80)	-
NBS ₂ (3.11)	-
SAN₂ (6.62)	SAN₁ (2.21)
SBN ₁ (3.29)	

Conclusion

Les coordonnées nous ont permis de visualiser la répartition de l'ensemble des modalités par rapport aux différentes dimensions de cette analyse. Il s'est avéré que chaque Axe subdivise l'ensemble des modalités en deux groupes, localisés de part et d'autre de l'axe.

Les contributions à l'inertie totale nous permettent de mettre en évidence l'importance des modalités et leur contribution à la construction des différentes dimensions de l'AFCM.

Ainsi, La contribution des modalités, au niveau de toutes les dimensions, varie de 0.001 % à 8.73 %.

Au niveau de chaque axe, nous remarquons que certaines modalités, dite actives, présentent une contribution supérieure à la contribution moyenne (1.1 %). Leur nombre varie de 24 pour l'axe 4 à 32 pour l'axe 2. Et ils atteignent un taux d'inertie totale variant de 75.79 % (Axe 1) à 83.87 % (Axe 4).

L'importance de ces modalités actives dans la construction des différentes dimensions est mise en évidence par les valeurs élevées de leurs Cos^2 .

Nous remarquons également que toutes les dimensions répartissent les modalités actives en deux groupes, qui sont antagonistes.

Ainsi, nous constatons d'un côté la vigueur moyenne de l'arbre et du côté opposé la vigueur élevée ou la faible vigueur.

Nous remarquons que les dimensions élevées du fruit et du noyau (Longueur, largeur, poids) s'opposent aux dimensions faibles ou moyenne du fruit et du noyau.

Nous remarquons également la forme allongée du fruit et du noyau, qui s'oppose à la forme ovoïde du fruit et elliptique du noyau.

Enfin, La surface lisse du noyau s'oppose à la surface rugueuse ou raboteuse.

II.4.1.3.2. Les caractères morphologiques

Les 36 caractères morphologiques contribuent d'une manière différente à l'inertie expliquée par les 5 axes de l'AFCM (Tab. XIII).

Tableau XIII. Contributions des caractères morphologiques à l'inertie totale, par rapport aux différent axes de l'AFCM.

N°	Variables	Contributions (%)					
		Axe1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Moy.
1	VIA	3,02	2,75	6,37	4,39	5,60	4,43
2	POA	0,21	0,25	0,96	0,28	0,01	0,34
3	DEA	1,72	4,44	0,19	1,48	1,00	1,76
4	LFE	0,30	1,75	1,10	2,07	0,15	1,07
5	LAFE	0,97	0,69	0,00	0,01	2,93	0,92
6	RFE	3,10	0,83	0,39	6,49	0,00	2,16
7	FFE	3,10	0,83	0,39	6,49	0,00	2,16
8	LOI	1,55	0,03	1,85	0,00	6,21	1,93
9	NBI	4,19	0,39	1,68	0,02	0,93	1,44
10	FER	1,41	0,44	0,23	1,09	2,94	1,22
11	LFR	7,98	1,22	10,51	1,60	1,50	4,56
12	LAFR	9,26	2,34	10,46	0,52	4,16	5,35
13	RFR	4,84	4,53	3,05	11,65	1,02	5,02
14	POF	8,66	2,53	12,08	2,69	3,47	5,89
15	FFR	4,84	4,53	3,05	11,65	1,02	5,02
16	SYF	0,04	9,54	0,88	1,59	0,59	2,53
17	DIF	0,62	7,33	0,34	0,34	0,75	1,88
18	SOF	1,10	3,94	0,74	0,01	0,85	1,33
19	BAF	1,75	0,16	0,77	0,19	6,51	1,88
20	MAF	1,39	0,97	1,31	0,51	3,31	1,50
21	PRL	0,49	1,13	1,54	0,07	9,06	2,46
22	DIL	4,71	0,43	2,53	0,09	1,81	1,91
23	VEF	0,01	0,14	1,63	2,13	2,59	1,30
24	LON	2,50	7,90	2,87	0,33	12,88	5,29
25	LAN	7,30	2,89	7,68	0,49	2,41	4,15
26	RAN	1,75	5,86	5,23	9,59	1,76	4,84
24	PON	7,88	1,95	10,53	5,93	9,57	7,17
28	NBS	0,39	3,61	0,95	0,10	7,38	2,49
29	DES	0,07	0,66	0,57	0,62	0,00	0,38
30	FON	2,18	5,82	3,93	12,59	2,70	5,45
31	SAN	0,41	8,83	0,44	0,54	0,04	2,05
32	SBN	1,48	4,08	0,47	0,01	0,84	1,38
33	DIN	1,96	2,21	0,71	8,68	1,69	3,05
34	SON	0,09	4,63	2,62	0,13	2,91	2,08
35	BAN	1,50	0,02	1,15	1,01	1,11	0,96
36	SUN	7,23	0,38	0,79	4,62	0,31	2,67

Ainsi, leur contribution à l'inertie totale varie de de 0.001 % pour la longueur de l'inflorescence (LOI) au niveau de l'axe 4, à 12.88 % pour la longueur du noyau (LON) au niveau de l'axe 5 (Tab. XIII).

Au niveau de chaque axe, nous remarquons que les caractères actifs, présentent une contribution supérieure à la contribution moyenne (2.8 %). Leur nombre varie de 10 pour l'axe 4 à 14 pour l'axe 2. Ils atteignent un taux d'inertie totale variant de 75.77 % (Axe 3) à 82.10 % (Axe 2).

Par rapport à la moyenne des axes la contribution des caractères morphologiques à l'inertie totale varie de 0.34 % pour le port de l'arbre (POA) à 7.17 % pour le poids du noyau (PON) (Tab. XIII).

12 caractères sur les 36 analysés présentent une contribution à l'inertie totale supérieure à 2.8 %. Il s'agit du poids du noyau (7.17%), du poids du fruit (5.89 %), de la forme du noyau (5.45 %), de la largeur du fruit (5.35 %), de la longueur du noyau (5.29 %), du rapport longueur/largeur du fruit (5.02), de la forme du fruit (5.02 %), du rapport longueur/ largeur du noyau (4.84 %), de la longueur du fruit (4.56 %), de la vigueur de l'arbre (4.43%), de la largeur du noyau (4.15 %), de la position du diamètre maximal du noyau (3.05 %) (Fig. 21).

Ces contributions témoignent d'un potentiel d'identification important pour ces caractères, qui réunissent une contribution de 60.21 %.

Ceci rejoint les remarques faites par rapport aux modalités actives, qu'on retrouve au niveau des différentes dimensions.

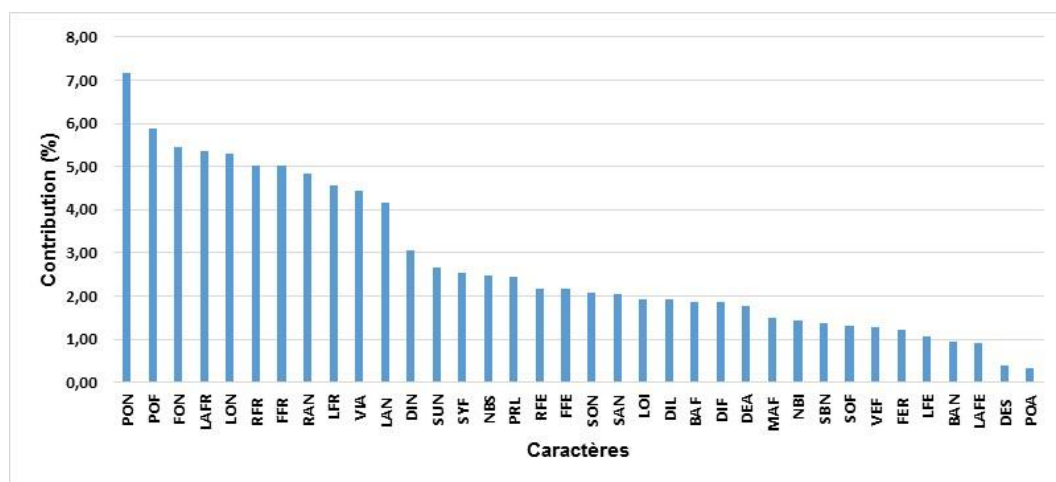


Figure 21. Contribution des caractères morphologiques à l'inertie totale, par rapport à la moyenne des axes de l'AFCM.

II.4.1.3.3. Contributions des organes de la plante

La contribution des organes à l'inertie totale expliquée l'AFCM est 41.95 % pour le noyau, 40.60 % pour le fruit, 6.53 % pour l'arbre, 6.32 % pour la feuille et 4.59 % pour l'inflorescence (Tab. XIV).

Tableau XIV. Contributions des organes de la plante à l'inertie totale de l'AFCM.

Organe	Contribution (%)
Noyau	41.95
Fruit	40.60
Arbre	6.53
Feuille	6.32
Inflorescence	4.59

L'analyse de ces résultats montre que les caractères de l'endocarpe et du fruit présentent un potentiel de discrimination supérieur à ceux de l'arbre, de la feuille et de l'inflorescence (Fig. 22). Ce classement concorde avec celui présenté par Idrissi & Ouzani (2003).

Abdali et al. (2014) in al ruqqaie 2016 stipulent que les propriétés du noyau et du fruits sont des outils plus puissants pour séparer les variétés que les autres organes.

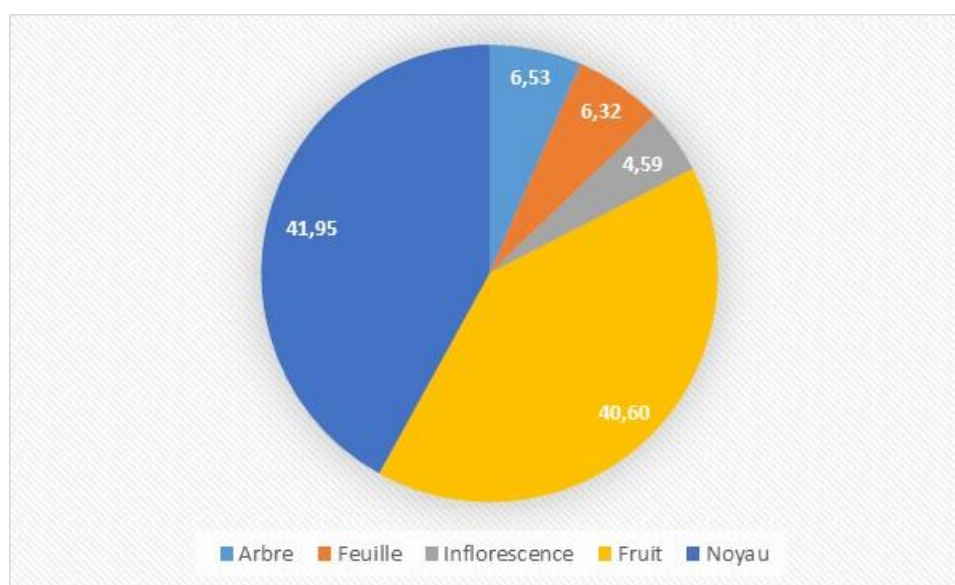


Figure 22. Contribution des organes de la plante à l'inertie totale de l'AFCM.

Discussion

Au cours de l'interprétation de l'analyse factorielle des correspondances multiples, nous avons pris en considération trois paramètres. Les coordonnées des variétés par rapport aux dimensions retenues à l'étude, leurs contributions à l'inertie totale, ainsi que leur cosinus carré.

Les coordonnées nous ont permis de visualiser la répartition de l'ensemble des modalités par rapport aux différentes dimensions de cette analyse. Il s'est avéré que chaque Axe subdivise l'ensemble des modalités en deux groupes, localisés de part et d'autre de l'axe.

Les contributions à l'inertie totale nous permettent de mettre en évidence l'importance des modalités et leur contribution à la construction des différentes dimensions de l'AFCM.

Ainsi, La contribution des modalités, au niveau de toutes les dimensions, varie de 0.001 % à 8.73 %.

Au niveau de chaque axe, nous remarquons que certaines modalités, dite actives, présentent une contribution supérieure à la contribution moyenne (1.1 %). Leur nombre varie de 24 pour l'axe 4 à 32 pour l'axe 2. Et ils atteignent un taux d'inertie totale variant de 75.79 % (Axe 1) à 83.87 % (Axe 4).

L'importance de ces modalités actives dans la construction des différentes dimensions est mise en évidence par les valeurs élevées de leurs Cos^2 .

Nous remarquons également que toutes les dimensions répartissent les modalités actives en deux groupes, qui sont antagonistes.

Ainsi, nous constatons d'un côté la vigueur moyenne de l'arbre et du côté opposé la vigueur élevée ou la faible vigueur.

Nous remarquons que les dimensions élevées du fruit et du noyau (Longueur, largeur, poids) s'opposent aux dimensions faibles ou moyenne du fruit et du noyau.

Nous remarquons également la forme allongée du fruit et du noyau, qui s'oppose à la forme ovoïde du fruit et elliptique du noyau.

Enfin, La surface lisse du noyau s'oppose à la surface rugueuse ou raboteuse.

La contribution des caractères morphologiques à l'inertie totale par rapport à la moyenne des axes varie de 0.34 % pour le port de l'arbre (POA) à 7.17 % pour le poids du noyau (PON).

12 caractères sur les 36 analysés présentent une contribution à l'inertie totale supérieure à 2.8 %. Il s'agit du PON, POF, FON, LAFR, LON, RFR, FFR, RAN, LFR, VIA, LAN et DIN. Ces contributions témoignent d'un potentiel d'identification important pour ces caractères, qui réunissent une contribution de 60.21 %.

L'analyse des résultats obtenus par organe, nous montre que les caractères de l'endocarpe et du fruit présentent un potentiel de discrimination supérieur à ceux de l'arbre, de la feuille et de l'inflorescence.

II.4.2. Classification hiérarchique ascendante

Les résultats de l'analyse morphologique des caractères qualitatifs et ceux de l'analyse biométrique des caractères quantitatifs, nous ont permis de dresser un dendrogramme correspondant à la classification hiérarchique ascendante.

Cette classification est réalisée afin d'affiner le regroupement des variétés généré par l'AFCM, et de réunir les variétés étudiées selon leurs degrés de ressemblance morphologique et de visualiser les relations existantes entre elles.

La représentation graphique nous a permis d'identifier 8 groupes de diversité morphologique (Fig. 23). Ces groupes, constitués chacun de variétés morphologiquement très proches, ont été définis au niveau de 24 % de dissimilarité.

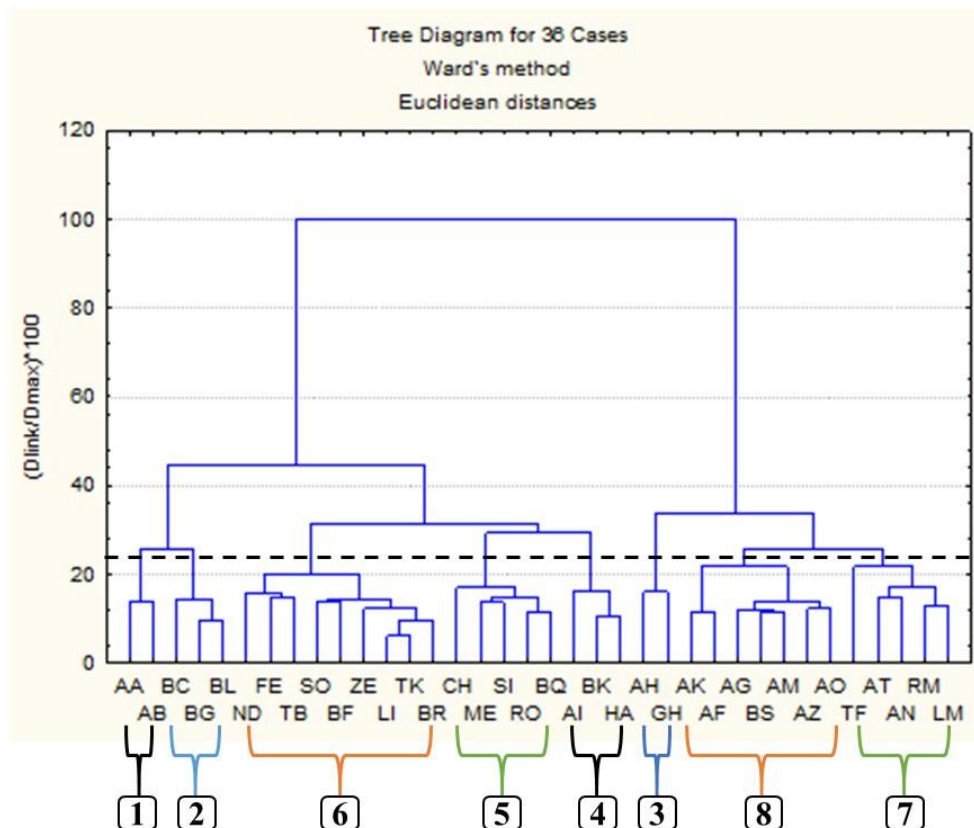


Figure 23. Dendrogramme des variétés d'olivier étudiées, issu de la CHA.

Ces groupes (Fig. 24) présentent des degrés de ressemblance importants entre elles, en effet :

- ✓ Le groupe 1 englobe les variétés Abani (AB) et Aaleth (AA).

Elles sont natives de Khenchela, et se distinguent par :

- Les dimensions moyennes de la feuille et sa forme elliptique-lancéolée.
- L'inflorescence réduite.
- Le fruit de faible dimensions (largeur, poids) présente une forme allongé et asymétrique, avec un sommet pointu et une base arrondie.
- Le noyau présente une longueur élevée, un faible poids, une forme allongée avec un sommet pointu et une base arrondie.

- ✓ Le groupe 2 réunit les variétés Bouchouk Lafayette (BL), Bouchouk Guergour (BG) et Bouichert (BC).

Elles sont natives de :

Sétif pour les variétés BL et BG

Bejaia pour la variété BC

Elles se distinguent par :

- Les dimensions moyennes de la feuille et sa forme elliptique-lancéolée.
- Des petites inflorescences qui portent un nombre réduit de fleurs.
- Le fruit présente des dimensions moyennes (longueur, largeur, poids), une forme allongé et asymétrique, avec un sommet pointu et l'ébauche d'un mamelon à son extrémité.
- Le noyau présente une longueur élevée, poids élevé, une forme allongée avec un sommet pointu et une base arrondie.

- ✓ Le groupe 3 est composé de deux variétés Aharoun (AH) et Grosse de Hamma (GH), qui sont originaires de Bejaia.

Ces variétés se discriminent par :

- Un arbre de vigueur moyenne, de densité compacte, avec un port étalé.
- La forme elliptique des feuilles.
- Des petites inflorescences qui portent un nombre de réduit de fleurs
- Le fruit présente une forme ovoïde, des dimensions élevées et un poids très élevé.
- Le noyau de dimensions élevées et un poids très élevée.

- ✓ Le groupe 4 comprend les variétés suivantes : Aimel (AI), Boukaila (BK) et Hamra (HA).

Ces dernières sont originaires de :

Jijel pour la variété HA,

Constantine pour la variété BK,

Bejaia pour la variété AI.

Ces variétés se caractérisent par :

-La vigueur élevée de l'arbre.

-La feuille de forme elliptique-lancéolée et de dimensions moyennes

-L'inflorescence de longueur moyenne.

-Un fruit légèrement asymétrique, de faible dimensions (longueur, largeur, poids), avec une base arrondie et la véraison qui débute au sommet.

-Un noyau de longueur et de poids faible, de forme elliptique, avec une base et un sommet arrondis.

- ✓ Le groupe 5 comprend les variétés Chemlal (CH), Mekki (ME), Sigoise (SI),

Rougette de Mitidja (RO) et Blanquette de Guelma (BQ).

Ces dernières sont natives de :

Guelma pour la variété BQ.

Bejaia pour la variété CH.

Metidja pour la variété RO.

Tlemcen pour la variété SI.

Khenchela pour la variété ME.

Elles se différencient par :

- Le port dressé de l'arbre.

- Les feuilles sont elliptiques-lancéolées et de dimensions moyennes

- Des petites inflorescences qui portent un nombre de réduit de fleurs.

-Le fruit de forme ovoïde, présente une légère asymétrie, une base tronquée et le début de véraison au sommet.

-Le Noyau est de forme elliptique, de surface lisse, avec des dimensions moyennes (longueur, largeur, poids).

- ✓ Le groupe 6 est composé des variétés Neb Djmel (ND), Ferkani (FE), Tabelout (TB), Souidi (SO), Boughenfous (BF), Zeletni (ZE), Limli (LI), Takasrit (TK) et Bouricha (BR).

Elles sont originaires de :

Skikda pour la variété BR.

Bejaia pour les variétés BF, TK, LI et TB.

Khenchela pour les variétés ZE, ND et SO.

Tebessa pour la variété FE.

Ces variétés se distinguent par

- Le port étalé de l'arbre
- Les feuilles sont elliptiques-lancéolées et de dimensions moyennes
- le fruit, de forme allongée, légèrement asymétrique, avec de faibles dimensions (longueur, largeur, poids).
- le noyau présente une forme allongée, une surface lisse et une base pointue.

- ✓ Le groupe 7 réunit les variétés suivantes : Teffah (TF), Aghchren de Titest (AT), Aguenou (AN), Ronde de Miliana (RM) et Longue de Miliana (LM).

Ces dernières sont originaires de :

Sétif pour les variétés AN et AT.

Miliana pour les variétés LM et RM.

Bejaia pour la variété TF.

Ces variétés se caractérisent par :

- La largeur moyenne de la feuille.
- la forme elliptique-lancéolée de la feuille
- Des petites inflorescences qui portent un nombre réduit de fleurs.
- Un fruit de forme ovoïde, légèrement asymétrique avec un sommet et une base arrondis.
- Un noyau légèrement asymétrique avec un sommet et une base arrondis.

- ✓ Le groupe 8 est constitué des variétés Aberkane (AK), Aghenfas (AF), Agrarez (AG), Bouchouk Soummam (BS), Akerma (AM), Azeradj (AZ) et Aghchren d'el Ousseur (AO).

Ces variétés sont originaires de :

Sétif pour les variétés AF, AO et AM

Bejaia pour les variétés AK, BS, AG et AZ

Elles se discriminent par :

- Des petites inflorescences qui portent un nombre réduit de fleurs
- Le fruit est de forme ovoïde, légèrement asymétrique, avec des dimensions moyennes (longueur, largeur, poids).
- Le noyau est de forme elliptique, légèrement asymétrique, avec une largeur moyenne et une surface rugueuse.

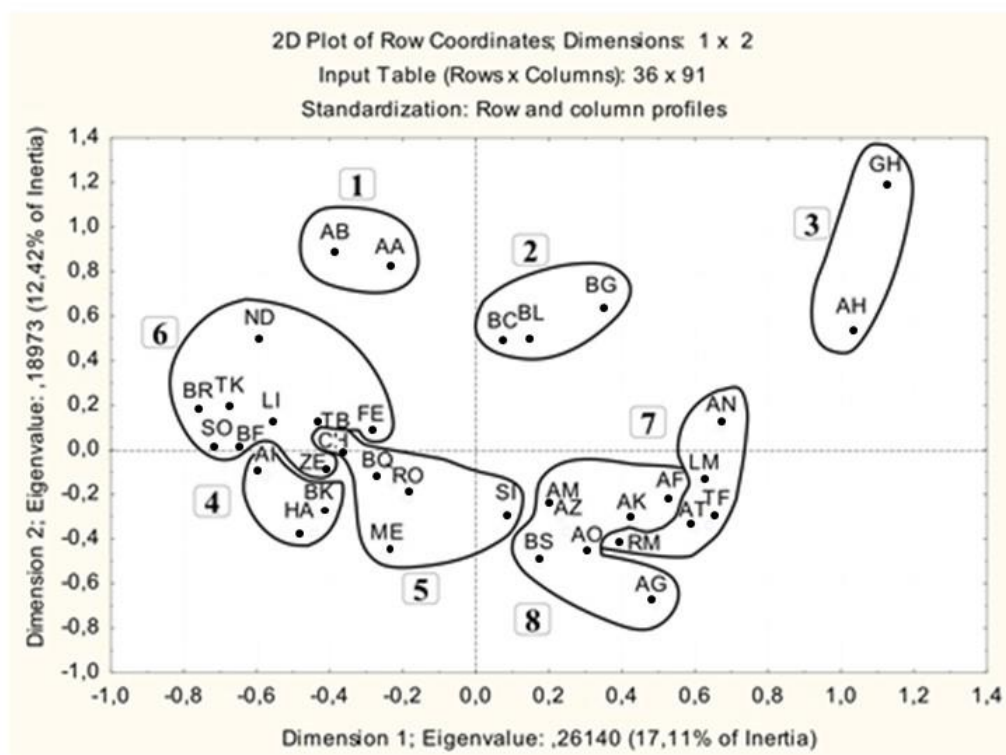


Figure 24. Représentation du regroupement des variétés d'olivier sur les deux premiers axes de l'AFCM

Les caractères de l'endocarpe et du fruit reviennent régulièrement pour caractériser et différencier les différents groupes. Ceci montre la supériorité de leur pouvoir discriminant. Différents travaux menés sur la caractérisation des variétés oléicoles, ont signalé l'importance du pouvoir discriminant du noyau et du fruit (Bari et *al.* 2002).

Nous remarquons que l'origine géographique joue un rôle non négligeable dans la structuration morphologique des variétés étudiées, en effet plusieurs variétés de même origine se retrouvent dans un groupe similaire, tels que les variétés AB et AA, originaire de Khenchela (dans le groupe 1), les variétés AK, BS, AG et AZ, originaire de Bejaia (dans le groupe 7). Et cela malgré le fait que toutes les variétés étudiées proviennent de la même collection oléicole, et qu'elles subissent les mêmes conditions environnementales.

Beladj et al 2001, stipule que les variétés originaires de la même zone géographique présentent un niveau de similarité plus élevé, ce qui est probablement dû à leur diffusion limitée à partir de leur zone de culture.

Plusieurs auteurs ont signalé l'importance de l'origine géographique dans le regroupement morphologique des variétés d'olivier (Al-Ruqaie, 2016 ; Ennouri, 2017 ; Di Rienzo, 2018).

Selon Ben Ayed (2017) l'identification des variétés d'olivier et de leur région d'origine est essentielle pour étendre la culture de ces variétés aux conditions environnementales régionales particulières.

II.5. Conclusion

L'analyse morphologique des caractères qualitatifs et l'analyse biométrique des caractères quantitatifs nous ont permis de caractériser et d'identifier les 36 variétés, constituant le parc oléicole algérien.

L'ensemble des paramètres morphologiques et biométriques analysés se répartissent entre les variétés avec des pourcentages divers, allant de 2.7% à 100 %.

L'étude des 45 descripteurs morphologiques nous a permis d'identifier neuf d'entre eux (avec une seule modalité), comme étant des caractères communs à toutes les variétés (100 % de présence). Cela signifie que ces caractères ne présentent aucun pouvoir discriminant, et qu'ils appartiennent à l'ensemble des variétés et constituent les caractères de l'espèce *Olea europaea* L.

Ces paramètres sont :

- la courbure longitudinale du limbe, qui est plane.
- la couleur vert-foncée de la face externe du limbe.
- l'angle apical et l'angle basal de la feuille, qui sont aigus.
- la présence du mucron et de l'indument.
- l'aspect lisse et la couleur noire du fruit à maturité.
- la présence du mucron à l'extrémité du noyau.

Les modalités exprimées, au cours de ce travail, interviennent à des degrés de discrimination différents. En effet sur l'ensemble des modalités analysés, on distingue :

- Les modalités qui présentent un pouvoir discriminant élevé. Ce sont des modalités rares, qu'on rencontre chez une à trois variétés uniquement, tels que ; la forme ovoïde du noyau et le poids élevé du fruit.
- Les modalités qui présentent un pouvoir discriminant moyen, se retrouvent chez un nombre de variété, allant de 4 à 6, tels que ; la faible vigueur de l'arbre et la forme lancéolée de la feuille.
- Les modalités qui se rencontrent chez un nombre de variétés plus important, qui varie de 7 à 32. Ces modalités présentent un faible pouvoir discriminant.

L'AFCM a porté sur 36 caractères. Ceux-ci réunissent 105 modalités, sur lesquelles 91 modalités se sont exprimées lors de l'analyse numérique. Ceci dénote d'un polymorphisme phénotypique important.

Les coordonnées associées aux variétés et celles associées aux modalités nous ont permis de visualiser leurs répartitions par rapport aux différentes dimensions. Il s'est avéré que les différents axes de l'AFCM subdivisent les 36 variétés puis l'ensemble des modalités en deux groupes distincts, localisés de part et d'autre de chaque axe.

Les contributions à l'inertie totale permettent d'affiner les divisions obtenues par les coordonnées et permettent de mettre en évidence l'importance des modalités et des variétés dans la construction des différentes dimensions de l'AFCM.

Au niveau de chaque axe, nous remarquons que certaines modalités, et certaines variétés dite actives, présentent des contributions supérieures à la contribution moyenne (respectivement de 1.1 % et 2.8 %).

Ainsi, les axes retenus au cours de l'AFCM subdivisent, chacun selon des modalités différentes, les variétés en deux catégories antagonistes.

Nous remarquons que toutes les dimensions répartissent les modalités actives en deux groupes, qui se confrontent.

Ainsi, nous constatons d'un côté la vigueur moyenne de l'arbre et du côté opposé la vigueur élevée ou la faible vigueur.

Nous remarquons que les dimensions élevées du fruit et du noyau (Longueur, largeur, poids) s'opposent aux dimensions faibles ou moyenne du fruit et du noyau.

Nous remarquons également la forme allongée du fruit et du noyau, qui s'oppose à la forme ovoïde du fruit et elliptique du noyau.

Enfin, La surface lisse du noyau s'oppose à la surface rugueuse ou raboteuse.

12 descripteurs morphologiques sur les 36 analysés présentent une contribution à l'inertie totale supérieure à 2.8 %. Il s'agit du poids du noyau (PON), poids du fruit (POF), forme du noyau (FON), largeur du fruit (LAFR), longueur du noyau (LON), rapport longueur sur largeur du fruit (RFR), forme du fruit (FFR), rapport longueur sur largeur du noyau (RAN), longueur du fruit (LFR), vigueur de l'arbre (VIA), largeur du noyau (LAN) et position du diamètre maximal (DIN). Ces contributions témoignent d'un potentiel d'identification important pour ces caractères, qui réunissent une contribution de 60.21 %.

L'analyse des résultats obtenus par organe, nous montre que les caractères de l'endocarpe et du fruit présentent un potentiel de discrimination supérieur à ceux de l'arbre, de la feuille et de l'inflorescence.

La CHA a classé les variétés étudiées en 8 groupes, constitués chacun de variétés morphologiquement très proches, qui ont été définis au niveau de 24 % de dissimilarité.

Ces groupes sont :

- ✓ Le groupe 1 englobe les variétés AB et AA
- ✓ Le groupe 2 englobe les variétés BL, BG et BC.
- ✓ Le groupe 6 est composé des variétés ND, FE, TB, SO, BF, ZE, LI, TK et BR
- ✓ Le groupe 5 comprend les variétés CH, ME, SI, RO et BQ
- ✓ Le groupe 4 comprend les variétés suivantes AI, BK et HA
- ✓ Le groupe 3 est composé de deux variétés AG et AH
- ✓ Le groupe 8 est constitué des variétés AK, AF, AG, BS, AM, AZ et AO
- ✓ Le groupe 7 comprend les variétés suivantes : TF, AT, AN, RM et LM.

La CHA confirme la supériorité du pouvoir discriminant des caractères de l'endocarpe et du fruit pour caractériser et différencier les différents groupes de variétés.

L'origine géographique joue également un rôle dans la structuration morphologique des variétés étudiées.

Les descripteurs morphologiques étudiés et principalement ceux ayant un grand pouvoir discriminant se sont révélés suffisants pour discriminer un nombre important de variétés d'olivier. Ce résultat montre l'importance qu'on peut accorder à leurs utilisations pour l'inventaire et l'identification des variétés de cette espèce.

2^{ÈME} PARTIE

IMPACT DES MARGINES SUR LA
FERTILITÉ DU SOL

2^{ème} Partie

Impact des margines sur la fertilité du sol

Introduction

L'industrie oléicole représente un secteur économique essentiel pour de nombreux pays méditerranéens et constitue une source importante de revenus pour les populations rurales. En effet, ces pays détiennent à eux seuls, environ, 94% de la production mondiale (Gharby & al., 2014 ; Sbai & Loukili, 2015).

L'Algérie est l'un des pays du bassin méditerranéen, qui présente, d'après Mendil (2014), une *base productive en progression en raison de la rentabilité de l'investissement dans cette activité*. Selon la Direction de la régulation et du développement des productions agricoles (DRDPA, 2021), la superficie du verger oléicole algérien s'est étendue de 168 080 ha à 431 505 ha entre 2000 et 2019 ; présentant ainsi une progression de 256.7 %. Le nombre total d'oliviers a enregistré également une progression pour atteindre 60 682 000 oliviers.

Au cours de la campagne 2018/2019, la production d'olives destinées à l'huile, a atteint 569 010 tonnes. La production d'huile d'olive a enregistré le niveau le plus élevé ces 20 dernières années en atteignant une production dépassant 1 million d'hl, à travers le territoire national. Ce résultat s'explique par l'entrée en production de nouveaux vergers.

Le développement de l'industrie oléicole et l'importance de la production qui en découle n'est pas sans conséquence sur l'environnement. En effet, l'extraction de l'huile d'olive génère deux types de résidus : les grignons (résidus solides) et les margines (résidus liquides).

Dans les unités de trituration modernes, le processus de production génère, selon (Vitolo & al. 1999), plus de 1500 kg de margines par tonne d'olive traitée. Tandis que dans les huileries traditionnelles, il est de 400 kg de margines par tonne d'olive traitée

Les margines ne subissent, en général, aucun traitement préalable et sont souvent déversées dans la nature (Filidei & al., 2003). Il en résulte un impact négatif sur l'environnement qui se traduit, selon Camurati & al. (1984) et Naija & al. (2014), par le colmatage des sols, par la pollution des eaux superficielles et souterraines et par le dégagement de mauvaises odeurs. Selon Iboukhoulef (2014), le rejet des margines reste jusqu'à présent un problème écologique prépondérant pour les pays producteurs d'huile d'olive. Ces problèmes

environnementaux sont attribués à la richesse de ses effluents en matière organique et en particulier en polyphénols (Jardak, 1999).

Pour pallier à ce problème environnemental, de nombreux travaux sont menés pour rechercher les meilleures stratégies ou technologies de valorisation ou d'élimination de ces résidus en se basant sur des traitements biologique, physico-chimique ou thermique. Ainsi certains auteurs recommandent l'utilisation des margines comme suppléments alimentaires pour le bétail (Gasa & *al.*, 1991 ; Aggoun & *al.*, 2013). D'autres voies sont également proposées telles que la valorisation biotechnologique (Roussos & *al.*, 2009, Ereqat & *al.*, 2018), la biométhanisation (M'sadak & *al.*, 2015, Nikolaou & Kourkoutas 2018) ou l'extraction d'antioxydants (Gharby & *al.*, 2014, Alfano & *al.*, 2018). Des travaux réalisés en Tunisie préconisent leur valorisation à des fins agricoles (Abichou & *al.*, 2003 ; Benrouina & *al.*, 2014).

Le présent travail envisage la valorisation de ces résidus dans le secteur agricole compte tenu de leur richesse en éléments fertilisants (Nefzaoui, 1991) et leur stimulation du développement de la microflore du sol (Yaakoubi & *al.*, 2009 ; Aissam & *al.*, 2002).

A cet effet, nous avons utilisé les margines comme fertilisants afin de déterminer leur impact sur la fertilité et la qualité du sol d'un verger d'oliviers de la variété locale 'Chemlal', dans la Vallée de la Soummam (Béjaïa) en Algérie.

I. Matériels et méthodes

Ce travail a été réalisé en 2009, dans une oliveraie, au niveau de la station expérimentale de l'Institut de Technologie de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV).

I.1. Protocole expérimental

Le verger expérimental est constitué de la variété « Chemlal ». Tous les arbres sont adultes, vigoureux et productifs (Fig. 25). Le verger est divisé en douze parcelles élémentaires d'une superficie de 288 m² (12 x 24m). Chaque parcelle comporte deux arbres. Les parcelles sont séparées entre elles par une rangée d'oliviers, qui sert de barrière, afin d'éviter toute influence entre les différentes conditions.



Figure 25. Photographie du verger analysé.

Nous avons réalisé des cuvettes autour de chaque parcelle, pour éviter le ruissèlement des margines. Ainsi que des cuvettes de 4 m² autour de chaque arbre, pour éviter toute agression du tronc.

La superficie concernée par l'épandage des margines, pour chaque parcelle élémentaire, est de 280 m².

L'épandage des margines s'est fait, en une seule fois, au moment de la période de repos végétatif entre Décembre et Février, comme le préconise Abichou & al. (2003). Nous avons étudié trois conditions expérimentales ; C₁ (5 L/m²), C₂ (10 L/m²) et C₃ (20 L/m²), avec un témoin sans margine C₀ (Tab. XV).

Chaque condition a fait l'objet de trois répétitions.

Tableau XV. Concentrations et quantités de margines épandus sur les parcelles

	Concentration des margines épandues (L/ m ²)	Quantité de margines épandus pour une parcelle (L)	Quantité totale de margines pour 3 parcelles (L)
C ₀	0	0	0
C ₁	5	1400	4200
C ₂	10	2800	8400
C ₃	20	5600	16800

Au total 29400 L de margines ont été utilisées au cours de notre expérimentation

I.2. Echantillonnage

I.2.1. Les margines

Les margines utilisées au cours de ce travail sont collectées à partir du bassin de décantation de l'huilerie (Fig.26) située au niveau de la même station expérimentale (ITAFV). Les échantillons sont conservés dans des bouteilles en verre fumé (pour éviter la photo-oxydation) au réfrigérateur à 4° C jusqu'à l'analyse.



Figure 26. Bassin de décantation des margines.

I.2.2. Le sol

Vingt-quatre échantillons de sol sont prélevés sur les douze parcelles élémentaires qui constituent le verger.

Dans chaque parcelle, deux prélèvements se font le long d'une diagonale, répartis sur deux horizons différents : l'horizon A (de 0 à 30 cm de profondeur) et l'horizon B (de 30 à 60 cm de profondeur). Les deux prélèvements d'une même parcelle provenant de la même profondeur sont mélangés entre eux. Les échantillons sont mis dans des sachets avec des étiquettes, puis transportés au laboratoire.

Le sol, débarrassé de tous les débris végétaux, est ensuite étalé sur du papier et laissé à l'air libre pour sécher

I.3. Méthodes d'analyses

I.3.1. Analyse des margines

Afin de caractériser les margines épandues, dix paramètres physicochimiques sont analysés : le pH, la conductivité électrique (CE), la teneur en eau (TE), la teneur en matière sèche (MS), la teneur en matière minérale (MM), la teneur en matière organique (MO) et la demande chimique en oxygène (DCO).

Après minéralisation des margines en milieu acide, Le phosphore total est déterminé par colorimétrie, le potassium est analysé par spectrophotométrie à flamme et le taux d'azote total est déterminé par la méthode Kjeldahl.

I.3.1.1. Teneur en eau

Elle est déterminée, d'après Martin-Prével & *al.* (1984), par la différence entre le poids frais d'un échantillon de margine, et son poids sec (après passage à l'étuve à 105 °C, jusqu'à la stabilité du poids).

Elle est déterminée comme suit :

$$TE = \frac{Pf - Ps}{Pf}$$

Avec :

TE : teneur en eau.

Pf : poids frais.

Ps : poids sec.

I.3.1.2. pH

Le pH est mesuré sur la margine fraîche par un pH mètre (de type HANNA modèle HI 2209), préalablement étalonné avec des solutions tampon pH 4, 7 et 10.

I.3.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique est également mesurée sur la margine fraîche par un conductimètre (de type HANNA modèle EC 215). Elle est exprimée en mS/cm.

I.3.1.4. Matière sèche

Elle est constituée par l'ensemble des substances organiques et inorganiques en solution ou en suspension, contenues dans les margines (Aissam, 2003). La matière sèche est obtenue par évaporation d'un échantillon de margine dans une capsule en porcelaine à 105° C, jusqu'à poids constant (Zaier & al., 2017).

La teneur en MS, exprimée en g/l, est donnée par la formule suivante :

$$MS = (M1 - M0) / V \times 1000 \text{ (g/l)}$$

Avec : M1 : masse de la capsule avec margines séchées à 105° C (g)

M0 : masse de la capsule vide(g)

V : volume de la prise d'essai (ml)

I.3.1.5. Matière minérale (teneur en cendre)

C'est l'ensemble des produits de l'incinération des résidus des margines.

L'échantillon sec de margine est calciné dans un four à moufle à 550°C, pendant 3 h. Après refroidissement dans un dessiccateur, les produits de l'incinération sont pesés et constituent la matière minérale (Zaier & al., 2017).

$$C = (M2 - M0) / V \times 1000$$

C : teneurs en cendres (g/l)

M0 : masse de la capsule vide (g)

M2 : masse de la capsule avec la matière sèche calcinée (g)

V : volume de la prise d'essai (ml)

I.3.1.6. Matière organique

La teneur en matière organique est obtenue par déduction entre le poids sec des margines et leur poids après calcination (matière minérale).

I.3.1.7. Teneur en phosphore

Les cendres obtenues par l'incinération des margines sont dissous dans l'acide chlorhydrique et la teneur en phosphore est déterminé par la méthode spectrométrique au molybdate d'ammonium (Achak & al., 2011 ; Afnor T90-023).

En milieu acide, à chaud et en présence du molybdate d'ammonium, le phosphore forme un complexe phospho-molybdique de couleur bleue dont l'intensité permet de quantifier le phosphore par colorimétrie à 660nm (Martin-Prével & *al.*, 1984).

I.3.1.8. Teneur en potassium

Les cendres obtenues par l'incinération des margines sont dissous dans l'acide chlorhydrique et la teneur en potassium est déterminé par spectrophotométrie à flamme. (Didier de Saint Amant & Cas, 1967 ; Martin-Prével & *al.*, 1984).

I.3.1.9. Azote total

Il est déterminé par la méthode Kjeldahl, qui consiste en une minéralisation de l'échantillon à chaud avec un mélange d'acide sulfurique concentré et d'acide salicylique. Après ajout de la soude sur le produit de la minéralisation qui libère l'azote sous forme d'ammoniac, celui-ci est entraîné à la vapeur et piégé par l'acide borique puis titré avec l'acide sulfurique (Martin-Prével & *al.*, 1984).

I.3.1.10. Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La détermination de la DCO a été effectuée par la méthode de dichromate de potassium (Afnor NF T90-101).

Le principe de cette méthode est basé sur une oxydation des matières réductrices, effectué pendant deux heures à chaud (150°C), par un excès de dichromate de potassium en milieu acide (H₂SO₄), et en présence du sulfate d'argent comme catalyseur et du sulfate de mercure comme complexant des chlorures.

Le bichromate en excès est mesuré par titrimétrie, en utilisant un agent réducteur (sulfate ferreux d'ammonium). La quantité de bichromate consommée permet de déduire la DCO (Tandia, 2007).

I.3.2. Analyse du sol

Dix paramètres physico-chimiques sont analysés sur les échantillons de sol : l'humidité hygroscopique (H), le pH, la conductivité électrique (CE), le calcaire total, l'azote total (N), le phosphore assimilable (P) et le potassium échangeable (K). Ainsi que l'analyse granulométrique, la matière organique et le rapport C/N.

Ces analyses du sol sont effectuées à deux intervalles de temps. La première est réalisée deux mois suivant l'application des margines (temps nécessaire à leur infiltration et à leur incorporation dans le sol). La seconde est réalisée 12 mois après épandage afin de suivre l'évolution des paramètres étudiés.

I.3.2.1. Humidité hygroscopique (teneur en eau)

Elle est déterminée par la différence entre le poids frais d'un échantillon de sol, et son poids sec. Après passage à l'étuve à 105 °C, pendant 24 h (Petard, 1993 ; Van Reeuwijk, 2002).

I.3.2.2. Granulométrie

L'analyse granulométrique a pour objectif de classer les particules minérales du sol par catégories de diamètre, afin de déterminer sa texture (Van Reeuwijk, 2002)

L'échelle utilisée est celle d'Atterberg qui donne 5 classes de particules :

- Argiles : 0 à 20 µm,
- Limons fins : 2 à 20 µm,
- Limons grossiers : 20 à 50 µm,
- Sables fins : 50 à 200 µm,
- Sables grossiers : 200 µm à 2 mm.

L'analyse consiste en une mise en suspension dans l'eau des particules après destruction de la matière organique (avec l'eau oxygénée) et dispersion des particules d'argile (avec du pyrophosphate de sodium).

La séparation des différentes classes s'effectue par sédimentation gravitaire pour les fractions fines (< 50µm) et par tamisage pour les fractions supérieures (Duchaufour, 1984).

I.3.2.3. Calcaire total

Le calcaire total est l'ensemble du calcaire du sol, représenté sous toutes dimensions. Il est déterminé par Calcimétrie volumétrique, qui consiste à mesurer le volume de CO₂ dégagé suite à l'action d'un excès de l'acide chlorhydrique sur l'échantillon du sol (Bonneau & Souchier, 1994).

Le volume dépend de la pression et de la température d'où l'étalonnage du calcimètre avec le calcium pur (Van Reeuwijk, 2002)

I.3.2.4. pH du sol

Le pH est mesuré par la méthode potentiométrique sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol/eau est égale à 1/ 2.5 (pH-eau), (Petard, 1993).

La lecture est faite avec un pH mètre (de type HANNA modèle HI 2209), préalablement étalonné avec des solutions tampon pH 4, 7 et 10 (Denis, 2000).

I.3.2.5. Conductivité électrique

La conductivité électrique est déterminée sur une suspension aqueuse dans laquelle le rapport sol/eau est égal à 1/5 (Dugain & *al.*, 1961 ; Van Reeuwijk, 2002).

La lecture se fait avec un conductimètre étalonné (de type HANNA modèle EC 215). Elle est exprimée en mS/cm.

I.3.2.6. Matière organique

Le dosage du carbone par la méthode d'Anne (1945), permet de déterminer d'une part la teneur en carbone dans le sol et d'autre part la teneur en matière organique (Bonneau & Souchier, 1994).

Le carbone de la matière organique est oxydé à chaud en CO₂, par un mélange de bichromate de potassium (K₂Cr₂O₇) et d'acide Sulfurique (H₂SO₄), le bichromate en excès est titré à froid par le sel de MOHR en présence de diphénylamine dont la couleur vire du bleu foncé au vert (Kaouritchev, 1983).

Le passage de la teneur en carbone à la teneur en matière organique totale s'effectue en multipliant la teneur en carbone par le coefficient 1.72.

I.3.2.7. Azote total

Il est déterminé par la méthode Kjeldahl, qui consiste en une minéralisation de l'échantillon à chaud avec l'acide sulfurique concentré, en présence d'un catalyseur au sélénium. Après ajout de la soude sur le produit de la minéralisation qui libère l'azote sous forme d'ammoniac, celui-ci est entraîné à la vapeur et piégé par l'acide borique puis titré avec l'acide sulfurique (Martin-Prével & *al.*, 1984 ; Van Reeuwijk, 2002 ; Tandia, 2007).

I.3.2.8. Rapport C/N

Il est calculé en divisant le taux de carbone sur le taux d'azote

I.3.2.9. Dosage du phosphore assimilable

Le phosphore est déterminé par la méthode d'Olsen modifiée (1967). Elle utilise comme réactif d'extraction une solution de bicarbonate de sodium 0.5N à pH 8.5.

Le phosphore forme un complexe phospho-molybdique de couleur bleue dont l'intensité permet de quantifier le phosphore par colorimétrie à 680nm (Petard, 1993 ; Van Reeuwijk, 2002)

I.3.2.10. Dosage du potassium assimilable

L'extraction du potassium est obtenue grâce à une percolation avec une solution d'acétate d'ammonium, comme solution d'extraction (Dugain & *al.*, 1961).

Le dosage du potassium se fait par spectrophotométrie à flamme (Petard, 1993).

I.3.3. Analyses statistiques

Au cours de cette étude, nous avons utilisé l'analyse multifactorielle de la variance, afin de suivre l'action de trois facteurs (la concentration de margines, les horizons du sol, le temps de traitement) sur la variabilité des paramètres du sol, pris en considération (pH, CE, MO, N, C/N, P, K).

Lorsque l'ANOVA révèle des différences significatives, l'analyse se poursuit par une comparaison multiple des moyennes (test complémentaire de Tukey). Cela permet de classer les différentes conditions par ordre d'influence.

Nous avons également utilisé le coefficient de corrélation (Pearson), afin de suivre les variations des paramètres étudiés en relation avec les concentrations des margines

Les résultats sont exprimés en moyenne \pm l'écart type. Le logiciel utilisé est XLSTAT (2014).

II. Résultats et discussions

Deux analyses physicochimiques sont réalisées sur des échantillons de sol et sur ceux des margines.

II.1. Les margines

Les margines se présentent sous la forme d'un liquide brun rougeâtre à noir, ce sont des eaux de végétation provenant du fruit et de l'eau utilisée lors du processus d'extraction de l'huile d'olive.

Les valeurs des paramètres analysés sont données dans le tableau XVI.

Tableau XVI. Composition physicochimique des margines épandues.

Paramètres analysés	Valeurs
Teneur en eau (TE).	89.6 %
pH.	4.7
Conductivité électrique (CE).	12.7 Ms/cm
Teneur en matière sèche (MS).	10.26 %
Teneur en matière minérale (MM)	8.9 g/l
Demande chimique en O ₂ (DCO).	87.5 g/l
Teneur en matière organique (MO).	93.7 g/l
Teneur en phosphore (P).	0.24 g/l
Teneur en potassium (K).	4.59 g/l
Teneur en azote (N)	1.28 g/l

II.1.1. La teneur en eau

Les rejets liquides analysés présentent une teneur en eau de 89.6%. Cette valeur est comparable à celles présentées par El Hadrami & *al.* (2004) et Dakhli & Lamouri (2014) sur des échantillons marocains et tunisiens.

II.1.2. Le pH

Le pH acide des margines analysées (4.7) serait la conséquence de la présence d'acides organiques tels que les acides phénoliques et les acides gras, comme l'expliquent Paredes & *al.* (2005) et Yaakoubi & *al.* (2010).

Les valeurs enregistrées dans notre étude se trouvent inclusent dans les limites citée dans la littérature (Ben rouina & *al.*, 2014 ; Zair & *al.*, 2017)

L'acidité du pH engendre un impact environnemental et constitue un facteur limitant pour le processus d'épuration et provoque la destruction de la microflore du sol (Zahari & *al.*, 2014). Elle rend également le traitement biologique des margines très difficile, suite à l'inhibition du développement des microorganismes (Achak & *al.*, 2011).

II.1.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est considérée comme un indicateur de la richesse en substances dissoutes, qui correspondent essentiellement aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium (Yahiaoui, 2012).

Elle présente une valeur de 12.7 mS/cm, qui est relativement élevée par rapport aux directives de l'OMS (2012), qui limitent cette conductivité à 3 mS/cm. pour les rejets des industries agroalimentaires.

La teneur élevée en sels minéraux des margines a déjà été rapportée pour des échantillons nord-africains par Abichou & *al.* (2003) et Dakhli & *al.* (2009) qui trouvent des valeurs allant de 10 à 18.6 mS/cm.

II.1.4. La matière sèche

Le taux de la matière sèche de l'effluent est de l'ordre de 10.26 %. Il correspond à l'ensemble de la matière organique et de la matière minérale.

Ce pourcentage est proche de celui observé par plusieurs auteurs (Hamdi, 1991 ; Garcia & *al.*, 2000 ; Assas & *al.*, 2002 ; Fountoulakis & *al.*, 2002 ; Fadil & *al.*, 2003) *in* (Assam, 2003)

II.1-5-La teneur en matières organiques

La teneur en matières organiques des margines est de l'ordre de 93.7 g/l. Cette fraction comprend des sucres, des protéines, des phénols et des lipides.

Plusieurs chercheurs, Abichou & *al.* (2003) et Bouadjila & *al.* (2015), analysant des échantillons tunisiens de margines, trouvent des quantités de MO proches des valeurs présentées dans ce travail. Ces auteurs estiment que ces valeurs sont très élevées.

II.1-6-La demande chimique en oxygène.

Les quantités importantes de matières organiques contenues dans les margines nécessitent une demande chimique en oxygène (DCO) relativement élevée (Achak & *al.*, 2009).

La DCO représente la consommation d'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'ensemble des substances organiques et minérales présentes dans l'effluent. Elle est l'un des indicateurs importants de la qualité des eaux, qui permet l'évaluation de leur charge polluante (Yapo & *al.*, 2009).

La DCO des margines étudiées dans la présente étude (87.5 g/l d'O₂) surpasse largement la norme algérienne des rejets des effluents des industries agroalimentaires, qui est limitée à 120 mg/l d'O₂ (JORA, n°26, 2006). Cette demande chimique en oxygène, excessive, constitue un facteur limitant pour la survie des organismes aérobies.

II.1-7-La matière minérale

Les margines analysés présentent une teneur en matières minérales de 8.9 g/l. Ces dernières sont constituées principalement de Potassium (4.59 g/l), d'Azote (1.28 g/l) et de Phosphore (0.24 g/l). Ces valeurs sont proches de celles obtenues par Ben rouina & *al.* (2014) et Abichou & *al.* (2012) sur des échantillons maghrébins.

Ces éléments sont d'une importance majeure pour le bon développement des végétaux. Néanmoins, leur excès, qui seraient en partie à l'origine de la grande conductivité électrique des margines analysées, engendre des nuisances environnementales, notamment dans les milieux aquatiques en provoquant l'eutrophisation. En effet, la forte disponibilité des nutriments (P, N, K) provoque la prolifération de la biomasse (algues), qui entraîne un appauvrissement des eaux en oxygène dissous (O₂) indispensable à la vie des organismes vivants (Belguerri, 2016).

Le potassium représente l'élément minéral le plus prédominant. Sa teneur est proche de celle trouvé par Aissam (2003), qui est de 4,37 g/l.

Des études similaires, effectuées sur les margines dans les pays du pourtour méditerranéen, Jiménez & Lao (2004), Abichou & *al.* (2012), M'sadak & *al.* (2015), présentent des valeurs plus ou moins variables pour les différents paramètres analysés.

Cette variabilité peut s'expliquer par les conditions de culture, la variété utilisée, le degré de maturité des olives, le système d'extraction et la qualité d'eau rajoutée lors de la phase d'extraction de l'huile (Aissam, 2003 ; Naija & *al.*, 2014 ; Zghari & *al.*, 2018)

Malgré leur profil polluant, les margines sont considérées comme une source riche en composés organiques et en éléments minéraux qui peuvent répondre aux besoins nutritionnels des végétaux. En effet, de nombreux auteurs leur attribuent une action fertilisante certaine, due notamment à leur concentration élevée en potassium et à moindre degré en azote, en phosphore (Zendjari & Nejmeddine, 2001 ; Abichou & *al.*, 2003). Cette action est due également au taux élevé de matières organiques (Parades & *al.*, 2005 ; Ben rouina & *al.*, 2014 ; Bouadjila & *al.*, 2015). Ces auteurs considèrent que les margines peuvent être utilisées comme amendement naturel des sols.

Les données consignées dans le tableau XVII montrent que, selon la dose appliquée, les margines apportent au sol des quantités d'éléments appréciables. Par rapport à une fertilisation classique des oliveraies, un apport de 100 m³/ha (10 L/m²) de margines correspond à une fertilisation élevée en phosphore et très élevée en potasse et en azote (Abichou & *al.*, 2003 ; Naija & *al.*, 2014).

Tableau XVII. *Eléments nutritifs apportés au sol, par les margines en fonction de la dose d'épandage (en Kg par hectare). Matière organique (MO), Phosphore (P), Potassium (K) et Azote (N).*

Dose (L/m ²)	MO (Kg/ha)	P (Kg/ha)	K (Kg/ha)	N (Kg/ha)
5	4685	12	229.5	64
10	9370	24	459	128
20	18740	48	918	256

Cette richesse en éléments minéraux a poussé beaucoup de chercheurs à orienter le traitement des margines vers leur valorisation en composte ou en fertilisant des terres agricoles (Tomati & Galli, 1992 ; Galli & *al.*, 1994 ; Papadimitriou & *al.*, 1997 ; Piperidou & *al.*, 2000 ; Capasso & *al.*, 2002b) in Aissam (2003).

Selon Ben Rouina & *al.* (2014), ces enrichissements justifient l'utilisation rationnelle et contrôlée des margines en tant que fertilisant, et constituent une solution possible de dépollution et de valorisation.

II.2- Le sol

II.2-1- Caractéristiques édaphiques de la station d'étude

Trois paramètres physicochimiques spécifiques au sol (humidité, granulométrie, teneur en calcaire total) et sept paramètres susceptibles d'évoluer après épandage (pH, CE, MO, K, N, P, C/N) sont évalués au niveau du verger d'oliviers. Les valeurs des premiers paramètres sont données dans le tableau XVIII.

Tableau XVIII. Evaluation des caractères spécifiques au sol analysés

Paramètres (%)	Horizon A (0-30 cm)	Horizon B (30-60 cm)
Humidité	1.39	1.16
Sable	70.4	75.9
Limon	13.7	12.10
Argile	13.8	11.93
Calcaire total	25.4	27.6

Ces valeurs des différents paramètres reportées sur le triangle textural (Duchaufour, 2001) classent le sol du verger étudié dans la catégorie limono-sableuse. Ces sols sont perméables à l'eau et à l'air du fait de leur porosité texturale, entraînant une bonne aération, un bon drainage du sol et un bon développement racinaire. Le lessivage des horizons supérieurs en est favorisé.

Les teneurs en calcaire total semblent relativement élevées, puisqu'elles classent le sol analysé parmi les sols fortement calcaires (> 25 %) LANO (1994). Ces concentrations élevées sont probablement dues à la nature calcaire de la roche mère (Denis, 2000).

II.2.2. Effet de l'épandage des margines sur la fertilité du sol

II.2.2.1. Le pH

Avant épandage, le sol présentait un pH alcalin de $7,98 \pm 0,05$ pour l'horizon A et de $8,05 \pm 0,085$ pour l'horizon B (Tab. XIX). L'épandage des margines provoque un abaissement du pH au niveau du sol, atteignant la valeur de $7,56 \pm 0,05$ pour la concentration C_3 de l'horizon A.

Tableau XIX. pH du sol, après épandage des margines.

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	pH			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	$7,98 \pm 0,05$	$8,03 \pm 0,09$	$8,05 \pm 0,085$	$8,10 \pm 0,057$
C ₁	5	$7,82 \pm 0,08$	$7,96 \pm 0,09$	$7,91 \pm 0,089$	$8,04 \pm 0,072$
C ₂	10	$7,63 \pm 0,06$	$7,89 \pm 0,086$	$7,82 \pm 0,135$	$7,98 \pm 0,091$
C ₃	20	$7,56 \pm 0,05$	$7,86 \pm 0,046$	$7,78 \pm 0,128$	$7,94 \pm 0,076$

Cet abaissement de la valeur du pH du sol est inversement proportionnel à la concentration des margines épandues (Fig. 27), le coefficient de corrélation étant de $-0,90$ pour l'horizon A et de $-0,91$ pour l'horizon B.

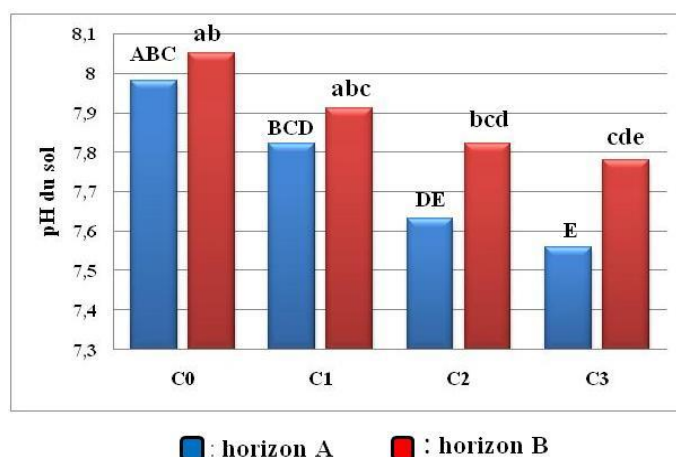


Figure 27. Evolution du pH du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.

C₀: témoin, C₁: 5 L/m², C₂: 10 L/m², C₃: 20 L/m².

(A, B, C, D, E, a, b, c, d, e : groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que la variabilité du pH du sol, observée entre les différentes conditions, après épandage des margines est hautement significative (Tab. XX).

Tableau XX. Analyse de la variance multifactorielle sur le pH du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	1.0073	0.0672	9,4026	< 0,0001
Résiduelle	32	0.2285	0.0071		
Total corrigé	47	1.2358			

L'analyse statistique montre également l'impact significative des autres facteurs étudiés (les horizons du sol, le temps de traitement) sur l'abaissement du pH du sol (Tab. XXI). Cette diminution des valeurs du pH peut s'expliquer par la richesse des margines en acides organiques et en polyphénols (Zenjari & Nejmeddine, 2001).

Tableau XXI. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur le pH du sol.

Source	DDL	Somme des Carrés	Moyenne des Carrés	F	Pr > F
Margine	3	0.4729	0.1576	22.0727	< 0,0001 ***
Horizon	1	0.1452	0.1452	20.3314	< 0,0001 ***
Temps	1	0.2945	0.2945	41.2415	< 0,0001 ***
Margine x Horizon	3	0.0132	0.0044	0.6169	0,6091 ns
Margine x Temps	3	0.0574	0.0191	2.6783	0,0636 ns
Horizon x Temps	1	0.0127	0.0127	1.7748	0,1922 ns
Margine x Horizon x Temps	3	0.0113	0.0038	0.5294	0,6654 ns

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à $p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.001$, ns = non significative.

Le test complémentaire de Tukey montre, au niveau des deux horizons, une baisse significative du pH pour les conditions C₂ et C₃ (Fig. 27). Par contre, la condition C₁ ne présente aucune différence avec le témoin C₀, puisqu'elle appartient à la même classe (Tab. XXII).

Cela signifie que la faible concentration (C₁) n'a pas d'influence sur le pH du sol, contrairement aux concentrations C₂ et C₃. Ceci est probablement dû à la nature calcaire du sol, qui atténue l'impact de la condition C₁.

Tableau XXII : Moyenne estimée du pH du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de margines (L/m ²)	Horizon	Temps de traitement (mois)	pH	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	7.98	ABC
C ₁	5	A	2	7.82	BCD
C ₂	10	A	2	7.63	DE
C ₃	20	A	2	7.56	E
C ₀	0	B	2	8.05	ab
C ₁	5	B	2	7.91	abc
C ₂	10	B	2	7.82	bcd
C ₃	20	B	2	7.78	cde

La valeur du pH du sol, de l'horizon A, est plus basse et diffère significativement avec celle de l'horizon B. Ceci est confirmé par le test de Tukey qui montre l'appartenance des deux horizons à des classes différentes (Fig. 28). Cela est dû à la faible influence des margines sur l'horizon profond.

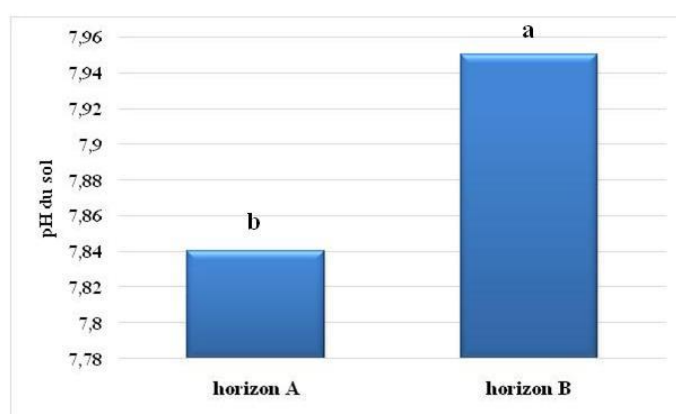


Figure 28. Evolution de la valeur moyenne du pH du sol en fonction des horizons. (a, b : groupes du Test de Tukey)

Une année après l'épandage, les valeurs du pH du sol présentent une augmentation dans la plupart des conditions, au niveau des deux horizons (Tab. XIX).

Les valeurs du pH, mesurés entre le 2^{ème} et le 12^{ème} mois, présentent des différences significatives, puisqu'elles appartiennent à des groupes de Tukey différents (Fig. 29). Ceci indique que le pH du sol tend à retrouver son niveau initial d'avant épandage.

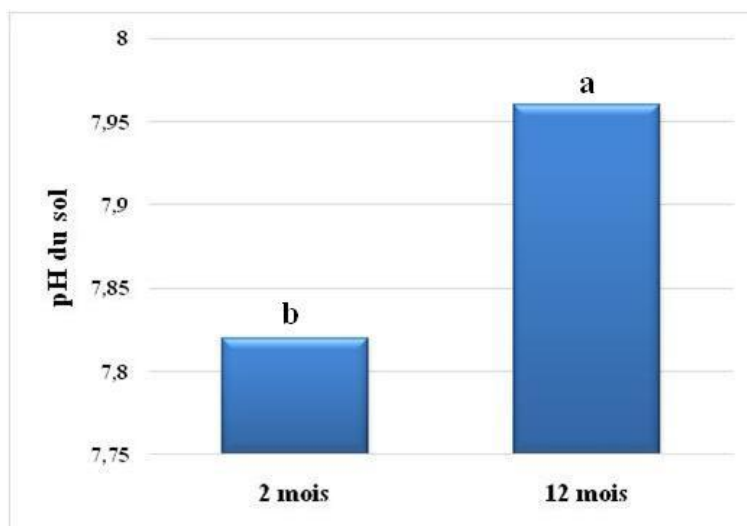


Figure 29. Evolution de la valeur moyenne du pH du sol au cours du temps. (a, b : groupes du Test de Tukey)

En résumé, malgré l'acidité des margines (pH= 4.7), leur épandage n'entraîne pas de variation notable du pH du sol, pour la faible concentration (C₁). En revanche, son action est significative pour les fortes concentrations (C₂ et C₃).

Ceci peut être expliqué par la richesse en calcaire du sol (25,4 à 27,6 %), qui lui confère un pouvoir tampon et lui permet d'atténuer l'action de l'acidité des margines (Abichou & al., 2003 ; Bouajila & al., 2015).

Ce résultat rejoint ceux de Dakhli & al. (2009), Yaakoubi & al. (2009) et Naija & al. (2014), qui concluent que l'épandage des margines sur des sols alcalins et calcaires, fréquents dans les zones méditerranéennes, n'affecte que faiblement le pH du sol.

II.2.2.2. La matière organique

Le sol étudié présente un taux en matière organique de $0,169 \pm 0,028$ % pour l'horizon A et de $0,08 \pm 0,02$ % pour l'horizon B (Tab. XXIII). Ces teneurs sont très faibles par rapport aux normes françaises d'interprétation de la teneur en matière organique d'un sol agricole LANO (1994), qui fixent la limite inférieure à 1,4 %. De plus, pour bien se développer, l'olivier requière des sols présentant des taux en matières organiques supérieurs à 1% (Soyergin & al., 2002 in Mouas-Bourbia & al., 2016).

Tableau XXIII. Teneur en matière organique du sol, après épandage des margines.

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	Matière organique (%)			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	0,169 ± 0,028	0,173 ± 0,032	0,08 ± 0,02	0,072 ± 0,01
C ₁	5	0,741 ± 0,085	0,406 ± 0,049	0,37 ± 0,16	0,2 ± 0,12
C ₂	10	1,896 ± 0,164	1,179 ± 0,034	1,06 ± 0,14	0,63 ± 0,21
C ₃	20	2,962 ± 0,18	1,93 ± 0,166	1,73 ± 0,17	1,14 ± 0,2

Les margines épandues présentent une richesse importante en matière organique, qui est de 93.7 g/L, ce qui améliore selon Benyahia & Zein, (2003), la teneur du sol en cette matière.

Deux mois après épandage, nous remarquons au niveau des deux horizons, que la teneur en matière organique présente une augmentation proportionnelle à la concentration des margines (Fig. 30), le coefficient de corrélation étant de 0,97 pour l'horizon A, et de 0,98 pour l'horizon B.

Ceci rejoint Dakhli & al. (2009), qui stipule, dans leurs travaux en Tunisie, que le taux de matière organique augmente dans le sol avec les doses de margines administrées.

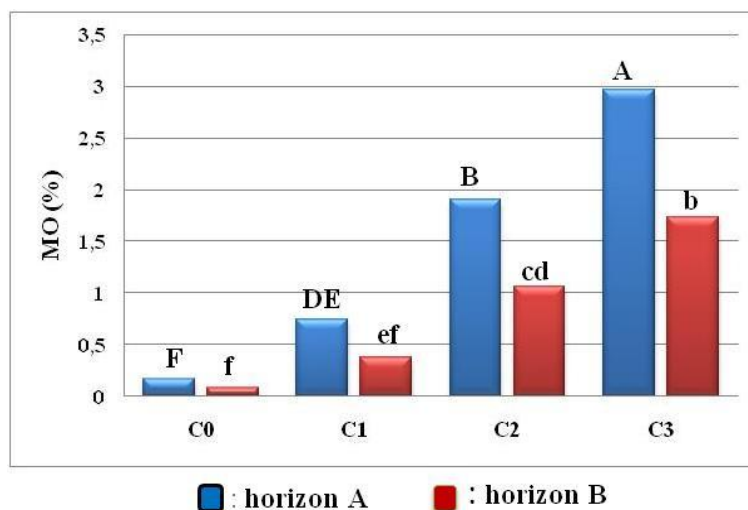


Figure 30. Evolution de la teneur en matières organiques (MO) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.

C₀: témoin, C₁: 5 L/m², C₂: 10 L/m², C₃: 20 L/m².

(A, B, D, E, F, b, c, d, e, f: groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que l'épandage des margines induit une variabilité hautement significative de la teneur en matière organique du sol, entre les différentes conditions, des deux horizons (Tab. XXIV).

Ces résultats vont dans le même sens que ceux présentés par Ben Rouina & al. (2014) au Maroc et Abichou & al. (2003) en Tunisie, qui mentionnent que l'épandage des margines, engendre un accroissement significatif de la matière organique.

Tableau XXIV. Analyse de la variance multifactorielle sur le taux de matière organique (MO) du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	32,0949	2,1397	126,9110	< 0,0001
Résiduelle	32	0,5395	0,0169		
Total corrigé	47	32,6344			

Cette analyse montre également que les deux autres variables étudiées (horizons du sol, temps de traitement) et leurs interactions apportent une information significative pour expliquer la variabilité de la teneur en matière organique du sol (Tab. XXV).

Tableau XXV. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en matières organiques (MO) du sol.

Source	DDL	Somme des Carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Margine	3	23,9388	7,9796	473,2984	< 0,0001 ***
Horizon	1	3,2703	3,2703	193,9750	< 0,0001 ***
Temps	1	2,0160	2,0160	119,5744	< 0,0001 ***
Margine x Horizon	3	1,5081	0,5027	29,8166	< 0,0001 ***
Margine x Temps	3	1,1358	0,3786	22,4555	< 0,0001 ***
Horizon x Temps	1	0,1444	0,1444	8,5667	0,0063 **
Margine x Horizon x Temps	3	0,0816	0,0272	1,6124	0,2058 ns

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à $p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.001$, ns = non significative.

Le test complémentaire de Tukey montre pour les deux horizons, que la condition C₃ présente la plus grande action sur l'enrichissement du sol en matière organique, suivie de la condition C₂ (Fig. 30).

D'autre part, l'impact de la condition C₁ semble le plus faible au niveau de l'horizon A et ne présente aucune action au niveau de l'horizon B, puisqu'elle partage une lettre commune avec le témoin C₀ (Tab. XXVI).

Tableau XXVI. Moyenne estimée de la teneur en matière organique (MO) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de margines (L/m ²)	Horizon	Temps de Traitement (mois)	MO (%)	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	0,17	F
C ₁	5	A	2	0,74	DE
C ₂	10	A	2	1,9	B
C ₃	20	A	2	2,96	A
C ₀	0	B	2	0,08	f
C ₁	5	B	2	0,37	ef
C ₂	10	B	2	1,06	cd
C ₃	20	B	2	1,73	b

Le sol, des conditions expérimentales, de l'horizon A présente une teneur moyenne en matière organique, significativement, plus importante que celle de l'horizon B. Ceci est confirmé par le test de Tukey, qui montre l'appartenance des conditions expérimentales étudiées à des classes différentes, pour les deux horizons (Fig. 31).

Des observations similaires sur des sols tunisiens montrent une augmentation de la teneur en matière organique des couches supérieures du sol, avec une légère migration vers les horizons sous-jacents (Zendjari & Nejmeddine, 2001 ; Bouajila & *al.*, 2015).

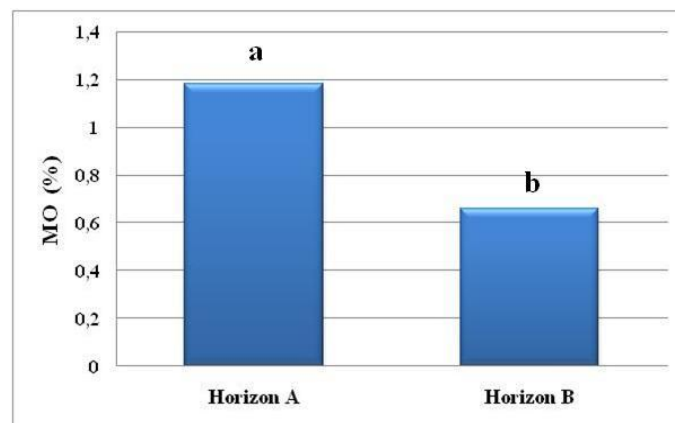


Figure 31. Evolution de la teneur moyenne en matières organiques (MO) du sol en fonction des horizons. (a, b : groupes du Test de Tukey)

Une année après l'épandage, la teneur en matière organique du sol diminue dans la plupart des conditions, au niveau des deux horizons (Tab. XXIII).

Les teneurs en MO, mesurés entre le 2^{ème} et le 12^{ème} mois, présentent des différences significatives, puisqu'elles appartiennent à des groupes de Tukey différents (Fig. 32). Cela signifie que le taux de MO présente une tendance à un retour vers l'état initial d'avant épandage

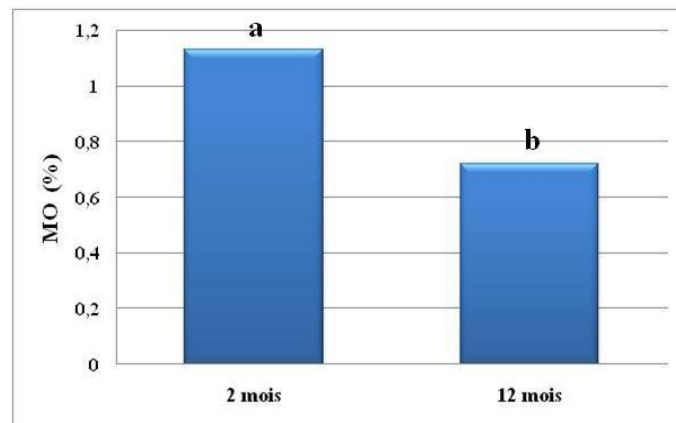


Figure 32. Evolution de la teneur moyenne en matières organiques (MO) du sol au cours du temps. (a, b : groupes du Test de Tukey)

Cette baisse de la teneur en MO du sol, et son retour à l'état initial serait due à l'interaction de plusieurs paramètres à savoir :

- la minéralisation de la matière organique sous l'action des micro-organismes du sol.
- la nutrition de la plante.
- l'action du lessivage, qui est relativement important au niveau du sol étudié.

Bien que ne représentant qu'une petite fraction du sol, les matières organiques sont l'un de ses constituants les plus importants. Elles ont un impact direct sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol ainsi qu'un rôle nutritionnel vis-à-vis de la plante, (Deblay, 2006).

Selon Abichou & al. (2003), L'enrichissement notable du sol en composés organiques induit l'amélioration de la capacité de rétention de l'eau du sol et de l'activité biologique, et par voie de conséquence celle de la croissance, de la fructification et de la fertilité des cultures.

II.2.2.3. L'Azote

Le sol présente un taux d'azote de $108,6 \pm 18,19$ mg/kg en surface et de $67,7 \pm 14,46$ mg/kg en profondeur (Tab. XXVII). Ces valeurs classent le sol étudié dans la catégorie des sols pauvres en azote. En effet, cette catégorie se caractérise par une teneur en azote inférieure à 200 mg/kg, selon la classification de la fertilité des sols de Dabin (1970) in (Drief, 2014 ; Naija & al, 2014).

Tableau XXVII. Teneur en Azote du sol. (N), après épandage des margines

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	Azote (mg/kg)			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	108,63 ± 18,19	110 ± 13,87	67,73 ± 14,46	65,73 ± 11,56
C ₁	5	268,52 ± 17,47	208 ± 17,09	116,01 ± 10,57	73 ± 12,9
C ₂	10	328,04 ± 18,99	272,2 ± 16,37	188,02 ± 12,79	91,43 ± 13,34
C ₃	20	464,77 ± 17,97	328,17 ± 16,31	215,93 ± 12,53	110,83 ± 14,37

Après épandage des margines, le taux d'azote augmente au niveau des différentes conditions des horizons A et B (Fig. 33). Cette augmentation est proportionnelle aux concentrations des margines (le coefficient de corrélation étant de 0,99 pour l'horizon A, et de 0,91 pour l'horizon B).

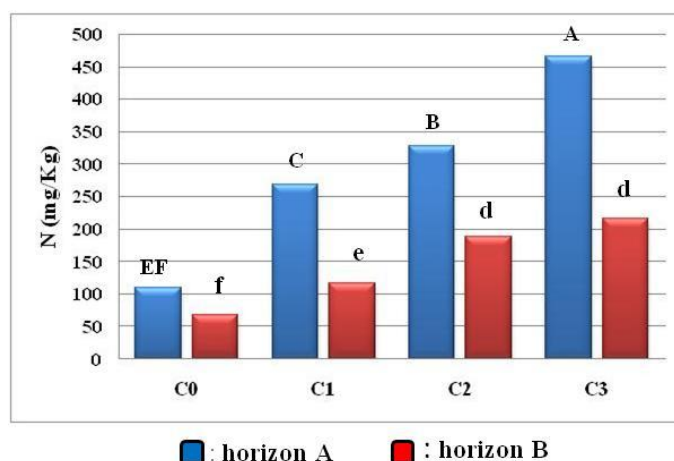


Figure 33. Evolution de la teneur en azote (N) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.
C₀: témoin, C₁: 5 L/m², C₂: 10 L/m², C₃: 20 L/m².
(A, B, C, E, F, d, e, f : groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que l'évolution de la teneur en azote du sol observé entre les différentes conditions, après épandage des margines est hautement significative (Tab. XXVIII).

Tableau XXVIII : Analyse de la variance multifactorielle sur la teneur en azote (N) du sol

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	618265.9612	41217.7307	176.3262	< 0,0001
Résiduelle	32	7480.2670	233.7583		
Total corrigé	47	625746.2282			

L'analyse statistique montre également l'impact des autres facteurs étudiés (les horizons du sol, le temps de traitement), ainsi que leurs interactions, sur la variabilité de la teneur en azote du sol (Tab. XXIX).

Tableau XXIX. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en azote (N) du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Margine	3	239163,82	79721,2759	341,0414	< 0,0001***
Horizon	1	252139,07	252139,0757	1078,6313	< 0,0001***
Temps	1	46552,43	46552,4319	199,1477	< 0,0001***
Margine x Horizon	3	55459,03	18486,3434	79,0831	< 0,0001***
Margine x Temps	3	22723,73	7574,5797	32,4035	< 0,0001***
Horizon x Temps	1	4,49	4,4958	0,0192	0,8906 ns
Margine x Horizon x Temps	3	2223,36	741,1203	3,1705	0,0375*

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à $p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.001$, ns = non significative.

Selon Ben Rouina & al. (2014), l'enrichissement du sol en azote est dû à la richesse des margines en cet élément.

Le test complémentaire de Tukey montre que l'action des margines est fonction de leur concentration et de l'horizon considéré.

En effet, pour l'horizon A, la teneur en azote du sol est plus importante dans la condition C₃ suivie par la condition C₂ et enfin par la condition C₁. En revanche, au niveau de l'horizon B, l'action la plus importante est observée dans les conditions C₃ et C₂ (Fig. 33). La teneur en azote dans la condition C₁ s'est révélée la plus faible (Tab. XXX).

Tableau XXX : Moyenne estimée de la teneur en azote (N) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de margines (L/m ²)	Horizon	Temps de Traitement (mois)	N (%)	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	108,6333	EF
C ₁	5	A	2	268,5167	C
C ₂	10	A	2	328,0367	B
C ₃	20	A	2	464,7667	A
C ₀	0	B	2	67,7333	f
C ₁	5	B	2	116,0067	e
C ₂	10	B	2	188,0167	d
C ₃	20	B	2	215,9333	d

Les couches superficielles du sol présentent une teneur moyenne en azote significativement plus élevées par rapport aux couches profondes. Ceci est confirmé par le test de Tukey qui classe les différentes concentrations des deux horizons dans des groupes différents (Fig. 34).

Des travaux sur les margines au Maroc attestent que les fortes teneurs en azote se localisent dans les couches supérieures (Zenjari & Nejmeddine, 2001)

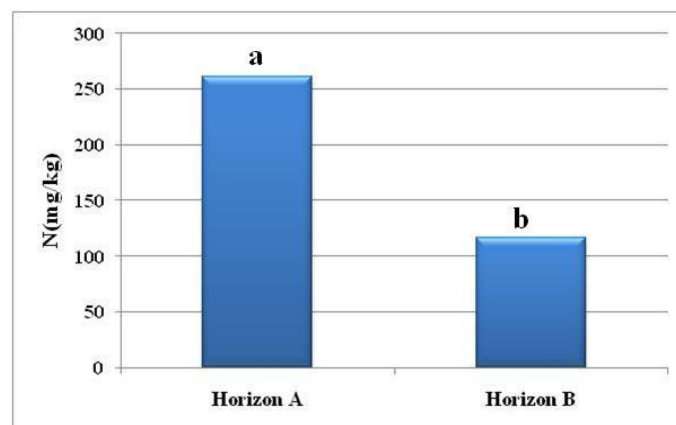


Figure 34. Evolution de la teneur moyenne en azote (N) du sol en fonction des horizons (a, b : groupes du Test de Tukey)

Douze mois après l'épandage, la teneur en azote du sol présente une nette diminution dans toutes les conditions expérimentales (Tab. XXVII).

En effet, toutes les teneurs en azote, mesurées dans les différentes conditions expérimentales, entre le 2^{ème} mois et 12^{ème} mois, présentent des différences significatives, puisqu'elles appartiennent à des groupes de Tukey différents (Fig. 35).

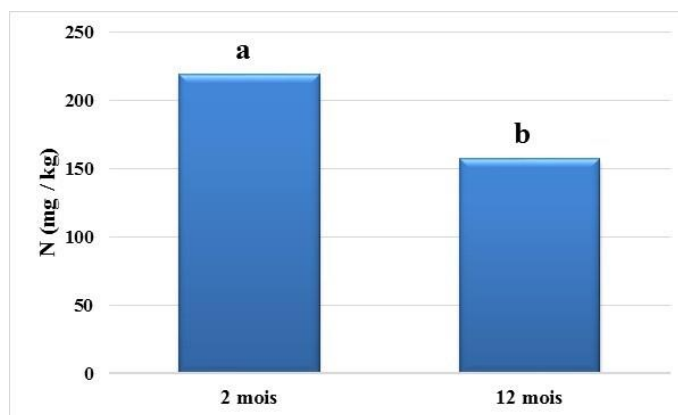


Figure 35. Evolution de la teneur moyenne en azote (N) du sol au cours du temps. (a, b : groupes du Test de Tukey)

Cette réduction de la teneur en azote pourrait être attribuée au lessivage du sol, qui se caractérise par une texture limoneux-sableuse et aux besoins élevés de l'olivier en cet élément durant les différentes phases de son cycle biologique (Abichou & al. 2003).

II.2.2.4. Le Phosphore assimilable

Le taux de phosphore assimilable (P) au niveau du sol, avant épandage, est de $14,94 \pm 2,87$ mg/kg en surface et de $9,3 \pm 2,98$ mg/kg en profondeur (Tab. XXXI). Ces valeurs classent le sol étudié parmi les sols pauvres en phosphore. En effet, les normes d'interprétation des teneurs en cet élément, d'après la grille COMIFER, fixent la limite inférieure à 35 mg/kg (Vedie, 2008).

Tableau XXXI. Teneur en phosphore assimilable (P) du sol, après épandage des margines.

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	Phosphore (mg/kg)			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	14,94 ± 2,87	15,27 ± 3,02	9,3 ± 2,98	8,9 ± 1,9
C ₁	5	29,13 ± 4,82	18,18 ± 4,16	14,53 ± 3,13	10,5 ± 2,61
C ₂	10	47,87 ± 5,87	22,25 ± 3,69	20,82 ± 4,17	13,27 ± 2,94
C ₃	20	66,05 ± 8,54	29,13 ± 5,82	27,70 ± 4,16	20,67 ± 3,16

Le taux de phosphore présente une augmentation proportionnelle à la concentration des margines épandus (Fig. 36), le coefficient de corrélation étant de 0,98 pour l'horizon A, et de 0,99 pour l'horizon B.

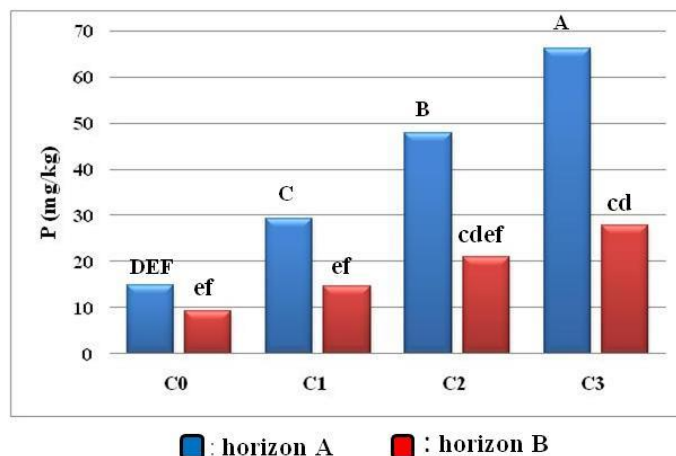


Figure 36. Evolution de la teneur en phosphore assimilable (P) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.

C_0 : témoin, C_1 : 5 L/m², C_2 : 10 L/m², C_3 : 20 L/m².
(A, B, C, E, F, c, d, e, f: groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que l'épandage des margines provoque une augmentation hautement significative du taux de phosphore dans le sol, pour les différentes conditions, des deux horizons (Tab. XXXII).

Cette augmentation du taux de phosphore est la conséquence de la richesse relative des margines en cet élément (Cadillon & Lacassin, 2002). Des travaux de synthèse de Naija & al. (2014) aboutissent à des conclusions similaires.

Tableau XXXII : Analyse de la variance multifactorielle sur la teneur en phosphore assimilable (P) du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	10309,096125	687,2731	37,2623	< 0,0001
Résiduelle	32	590,2143	18,4442		
Total corrigé	47	10899,3104			

L'analyse de la variance montre également que les deux autres variables étudiées (horizons du sol, temps de traitement) et leurs interactions apportent une information significative pour expliquer la variabilité du taux de phosphore (Tab. XXXIII).

Tableau XXXIII. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en phosphore assimilable (P) du sol.

Source	DDL	Somme des Carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
OMW	3	3819.2317	1273.0772	69.0232	< 0.0001***
Horizon	1	2572.2480	2572.2480	139.4611	< 0.0001***
Time	1	1592.5248	1592.5248	86.3429	< 0.0001***
OMW x Horizon	3	524.8308	174.9436	9.4850	0.0001***
OMW x Time	3	849.0461	283.0154	15.3444	< 0.0001***
Horizon x Time	1	549.9948	549.9948	29.8194	< 0.0001***
OMW x Horizon x Time	3	401.2199	133.7400	7.2511	0.0008***

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à $p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.001$, ns = non significative.

La comparaison multiple des moyennes montre l'action significatif des margines sur la variation de la teneur en phosphore.

En effet, au niveau de l'horizon A, cette action est plus importante d'abord dans la condition C₃, puis dans la condition C₂ et enfin dans la condition C₁ (Fig. 36). En revanche, au niveau de l'horizon B, l'action des margines se limite à la condition C₃, qui présente une différence significative, par contre les autres conditions (C₂ et C₁) ne présentent aucune évolution, puisqu'elles appartiennent à la même classe que le témoin C₀ (Tab. XXXIV).

Tableau XXXIV. Moyenne estimée de la teneur en phosphore assimilable (P) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margine, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de margines (L/m ²)	Horizon	Temps de traitement (mois)	P (mg/kg)	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	14,9433	DEF
C ₁	5	A	2	29,1333	C
C ₂	10	A	2	47,8667	B
C ₃	20	A	2	66,0467	A
C ₀	0	B	2	9,2967	ef
C ₁	5	B	2	14,5333	ef
C ₂	10	B	2	20,8167	cdef
C ₃	20	B	2	27,7000	cd

Les couches superficielles du sol présentent des teneurs en phosphore significativement plus élevées par rapport aux couches profondes. Ceci est confirmé par le test de Tukey qui classe les différentes concentrations des deux horizons en différents groupes (Fig. 37).

Zenjari & Nejmeddine (2001) stipulent que les margines induisent l'enrichissement des couches supérieures du sol en phosphore avec une migration modeste vers les horizons sous-jacents.

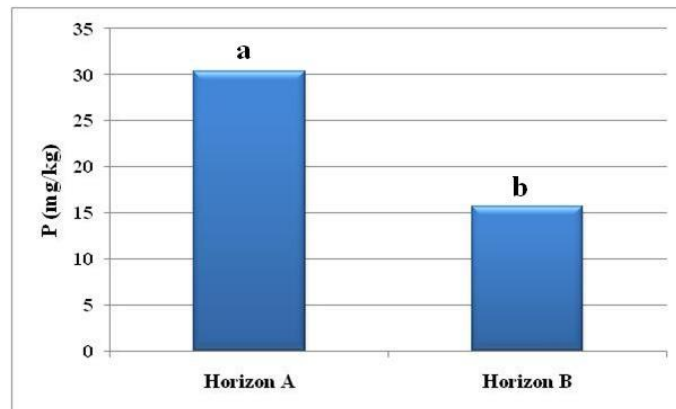


Figure 37. Evolution de la teneur moyenne en Phosphore assimilable du sol (P) en fonction des horizons. (a, b : groupes du Test de Tukey)

Une année après épandage, la teneur en Phosphore assimilable du sol (P) diminue dans la plupart des conditions, au niveau des deux horizons (Tab. XXXI).

Les teneurs en phosphore assimilable, des différentes conditions, mesurées entre le 2^{ème} et 12^{ème} mois présentent des différences significatives, puisqu'elles appartiennent à des groupes de Tukey différents (Fig. 38).

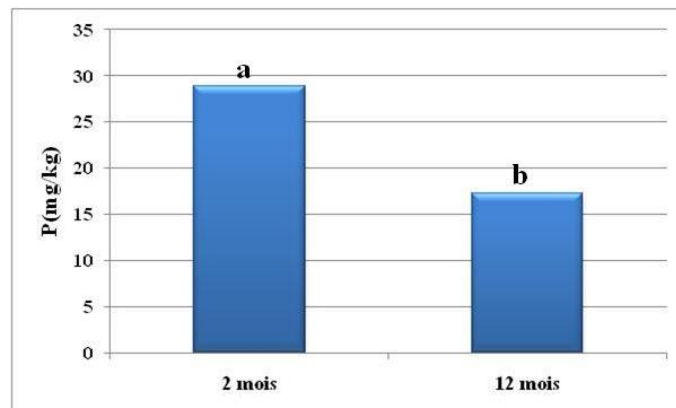


Figure 38. Evolution de la teneur moyenne en Phosphore assimilable du sol (P) au cours du temps. (a, b : groupes du Test de Tukey)

La réduction de la teneur en phosphore du sol, nous renseigne sur son évolution vers un retour à l'état initiale d'avant épandage.

Ce constat peut s'expliquer d'abord par l'apport initial en P, qui est modeste. Ensuite par la carence en P du sol, l'absorption par les plantes et le lessivage qui est favorisé par la texture du sol.

II.2.2.5. Le Potassium assimilable

Le sol analysé présente un taux de potassium de $51 \pm 7,72$ mg/kg en profondeur et de $69,8 \pm 17,33$ mg/kg en surface (Tab. XXXV).

Selon les normes d'interprétation du potassium assimilable de la grille COMIFER, le sol étudié se situe dans la catégorie des sols pauvres, puisqu'il ne dépasse pas le seuil critique de 125 mg/kg (Vedie, 2008).

Tableau XXXV. Teneur en potassium assimilable du sol, après épandage des margines.

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	Potassium (mg/kg)			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	69,83 ± 17,33	71,25 ± 17,98	51,23 ± 7,72	50,33 ± 9,39
C ₁	5	271,29 ± 20,65	120,03 ± 18,29	168,12 ± 12,36	93,08 ± 11,55
C ₂	10	439,45 ± 20,07	225,57 ± 21,08	247,43 ± 15,68	144,33 ± 13,79
C ₃	20	581,82 ± 20,24	329,83 ± 20,05	319,98 ± 8,82	198,63 ± 12,55

L'épandage des margines a entraîné une augmentation du taux de potassium dans toutes les conditions expérimentales, pour les deux horizons (Fig. 39). Cette augmentation est proportionnelle à la concentration des margines (le coefficient de corrélation étant de 0,97 pour l'horizon A, et de 0,98 pour l'horizon B). Ceci rejoint Bouajila & al. (2015), qui stipule que le taux de potassium du sol augmente avec la dose de margines appliquée.

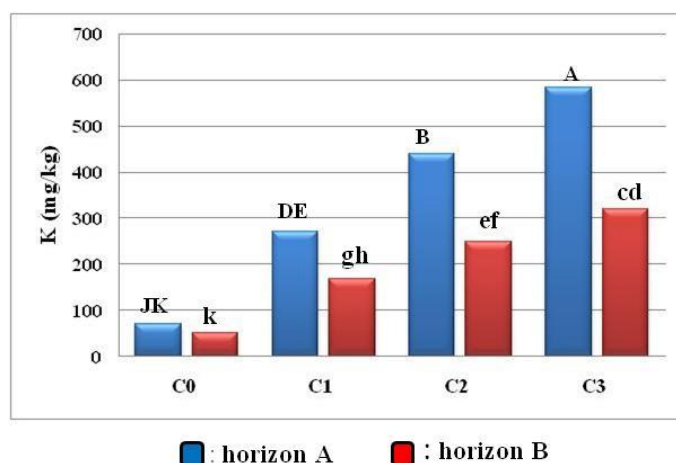


Figure 39. Evolution de la teneur en potassium assimilable (K) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.

C₀: témoin, C₁: 5 L/m², C₂: 10 L/m², C₃: 20 L/m².
(A, B, DE, JK, cd, ef, gh, k : groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que la différence de la teneur en potassium du sol, observée entre les quatre conditions, après épandage, est hautement significative au niveau des deux horizons (Tab. XXXVI).

Tableau XXXVI : Analyse de la variance multifactorielle sur la teneur en potassium assimilable (K) du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	1020848,9960	68056,5997	233,0023	< 0,0001
Résiduelle	32	9346,7379	292,0856		
Total corrigé	47	1030195,7339			

L'analyse de la variance montre également l'impact des autres facteurs étudiées (les horizons du sol, le temps de traitement), ainsi que leurs interactions, sur la variabilité de la teneur en potassium assimilable (K) du sol (Tab. XXXVII).

Tableau XXXVII. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la teneur en potassium assimilable (K) du sol.

Source	DDL	Somme des Carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
OMW	3	590451,4511	196817,1504	673,8339	< 0,0001***
Horizon	1	131021,0559	131021,0559	448,5708	< 0,0001***
Temps	1	157356,2068	157356,2068	538,7333	< 0,0001***
OMW x Horizon	3	54708,6838	18236,2279	62,4345	< 0,0001***
OMW x Temps	3	60945,2584	20315,0861	69,5518	< 0,0001***
Horizon x Temps	1	18643,6892	18643,6892	63,8295	< 0,0001***
OMW x Horizon x Temps	3	7722,6509	2574,2170	8,8132	0,0002***

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à p<0.05, p<0.01 et p<0.001, ns = non significative.

La comparaison multiple des moyennes montre au niveau des deux horizons que l'action la plus importante des margines sur l'enrichissement du sol en potassium est attribuée à la condition C₃ (Fig. 39). Par contre l'action la plus faible est attribuée à la condition C₁ (Tab. XXXVIII).

Tableau XXXVIII. Moyenne estimée de la teneur en potassium assimilable (K) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (OMW, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de margines (L/m ²)	Horizon	Temps de Traitement (mois)	K (mg/kg)	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	69,83	JK
C ₁	5	A	2	271,2900	DE
C ₂	10	A	2	439,4500	B
C ₃	20	A	2	581,8233	A
C ₀	0	B	2	51,2333	k
C ₁	5	B	2	168,1167	gh
C ₂	10	B	2	247,4333	ef
C ₃	20	B	2	319,9833	cd

Les teneurs en potassium du sol des différentes conditions de l'horizon de surface sont significativement plus importantes que celles de l'horizon profond (Tab. XXXV). Ceci est confirmé par le test de Tukey qui classe les différentes concentrations des deux horizons dans des groupes différents (Fig. 40)

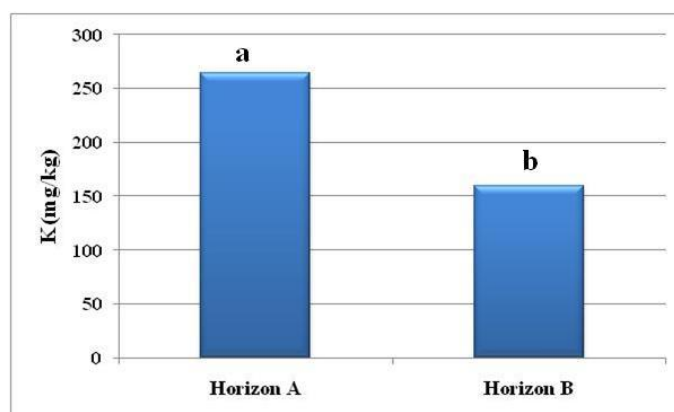


Figure 40. Evolution de la teneur moyenne en potassium assimilable (K) du sol en fonction des horizons. (a, b : groupes du Test de Tukey)

Nous remarquons au niveau de l'horizon superficiel que la dose C₁ présente une teneur en potassium de 271,29 mg/kg (Tab.1). Celle-ci coïncide avec les normes de fertilisation du COMIFER (Vedie, 2008) (125 mg/kg <C₁< 332 mg/kg). Par contre, les doses C₂ et C₃ présentent des apports de potassium au sol excessifs (> 332 mg/kg). Ces apports atteignent la valeur de 581.8 mg/kg pour la dose la plus élevée (C₃).

Le potassium est indispensable au végétal, mais la sur-fertilisation peut entraîner des déséquilibres dans le sol et devenir néfaste pour la culture (Rodriguez Lovelle & al., 2003). En effet, d'après Giroux & Lemieux (2000) et Le Mire (2012), l'excès de potassium inhibe l'assimilation du magnésium et du calcium. De même, selon Rodriguez Lovelle & al. (2003), il peut induire une carence en magnésium et une chlorose ferrique.

Pour l'horizon profond, la teneur en potassium du sol suite à l'épandage des margines présente des valeurs (de 51,2 à 319,9 mg/kg) compatibles avec les normes de fertilisation et n'affecte nullement les qualités agronomiques du sol.

Douze mois après traitement, une diminution de la teneur en potassium assimilable a été observée dans toutes les conditions et pour les deux horizons analysés (Tab. XXXV).

Les teneurs en potassium du sol, mesurées entre le 2^{ème} et le 12^{ème} mois, présentent des différences significatives, puisque toutes les conditions appartiennent à des groupes de Tukey différents (fig. 41). Ceci indique la tendance de la teneur en potassium à retourner à son état d'avant épandage.

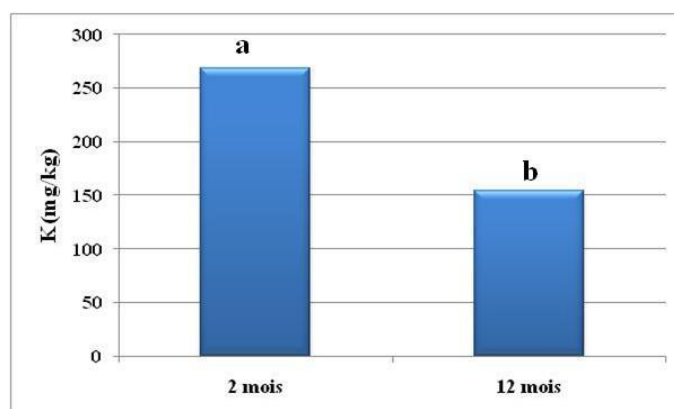


Figure 41. Evolution de la teneur moyenne en potassium assimilable (K) du sol au cours du temps. (a, b : groupes du Test de Tukey)

La réduction des teneurs en potassium peut être expliquée, d'une part, par le ruissèlement et le lessivage des éléments minéraux dans un sol limoneux-sableux (Abichou & *al.*, 2003) et d'autres part par l'importance de l'assimilation du K par l'olivier (Escobar, 2007).

II.2.2.6. La Conductivité électrique

Le sol étudié présente une salinité de 0.17 mS/cm pour l'horizon A et de 0.11 mS/cm pour l'horizon B (Tab. XXXIX). En nous basons sur l'échelle de salinité des sols de Durand (1983), on peut classer le sol étudié dans la catégorie des sols pauvre en sels solubles ($CE < 0.5$ mS/cm).

Tableau XXXIX. Conductivité électrique du sol, après épandage des margines.

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	Conductivité électrique (ms/cm)			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	0,173 ± 0,06	0,169 ± 0,05	0,110 ± 0,04	0,104 ± 0,03
C ₁	5	0,830 ± 0,22	0,297 ± 0,12	0,438 ± 0,15	0,223 ± 0,09
C ₂	10	1,953 ± 0,27	0,442 ± 0,11	1,223 ± 0,2	0,351 ± 0,10
C ₃	20	2,453 ± 0,35	0,662 ± 0,14	1,851 ± 0,23	0,511 ± 0,12

L'épandage des margines a provoqué une augmentation de la conductivité électrique pour toutes les conditions, au niveau des deux horizons (Fig. 42). Cette augmentation est proportionnelle à la concentration des margines épandus (le coefficient de corrélation est de 0.918 pour l'horizon A et de 0.968 pour l'horizon B).

Ces résultats rejoignent ceux trouvés par Zenzari & Nejmeddine (2001) et Benzarti (2003) qui notent, dans leurs travaux sur les margines, que la salinité du sol augmente avec la dose des margines.

Elle est due, selon Dakhli & *al.* (2009) et Bouajila & *al.* (2015) à la richesse en sels minéraux, de cet effluent.

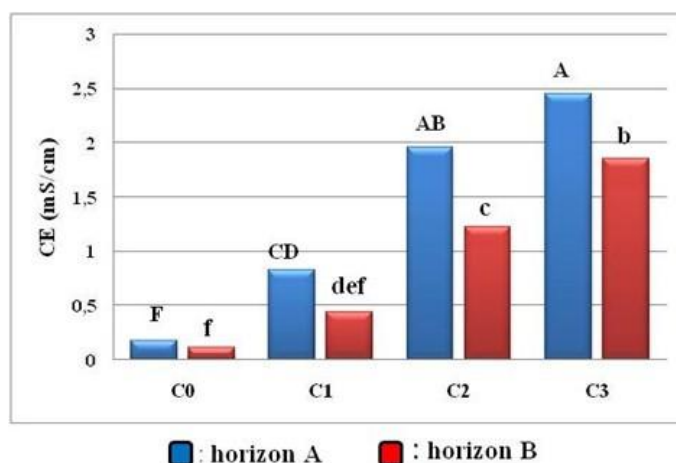


Figure 42. Evolution de la conductivité électrique (CE) du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.

C_0 : témoin, C_1 : 5 L/m², C_2 : 10 L/m², C_3 : 20 L/m².

(A, B, C, D, F, b, c, d, e, f: groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que la variation de la conductivité électrique (CE) du sol, observée entre les différentes conditions des deux horizons, est hautement significative (Tab. XXXX).

Tableau XXXX. Analyse de la variance multifactorielle sur la conductivité électrique (CE) du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	24,5547	1,6370	0,0282	58,0244
Résiduelle	32	0,9028			
Total corrigé	47	25,4575			

L'analyse statistique montre également l'impact des autres facteurs étudiés (les horizons du sol, le temps de traitement), ainsi que leurs interactions, sur la variabilité de la conductivité électrique (CE) du sol (Tab. XXXXI).

Tableau XXXXI. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur la conductivité électrique (CE) du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Marges	3	10,8802	3,6267	128,5536	< 0,0001***
Horizon	1	0,8829	0,8829	31,2959	< 0,0001***
Temps	1	7,3790	7,3790	261,5560	< 0,0001***
OMW*Horizon	3	0,2243	0,0748	2,6507	0,0655 ns
OMW*Temps	3	4,6537	1,5512	54,9844	< 0,0001***
Horizon*Temps	1	0,3703	0,3703	13,1258	0,0010**
OMW*Horizon*Temps	3	0,1642	0,0547	1,9406	0,1429 ns

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à $p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.001$, ns = non significative.

La comparaison multiple des moyennes montre que l'action la plus importante des marges sur la variabilité de la conductivité électrique (CE) du sol est obtenue par les conditions C₂ et C₃, pour l'horizon A, et par la condition C₃ pour l'horizon B (Fig. 42). Par contre l'action la plus faible est obtenue par la condition C₁, pour les deux horizons (Tab. XXXXII).

Tableau XXXXII. Moyenne estimée de la conductivité électrique (CE) du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Marges, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de marges (L/m ²)	Horizon	Temps de Traitement (mois)	CE (ms/cm)	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	0,1733	F
C ₁	5	A	2	0,8300	CD
C ₂	10	A	2	1,9533	AB
C ₃	20	A	2	2,4533	A
C ₀	0	B	2	0,1100	f
C ₁	5	B	2	0,4383	def
C ₂	10	B	2	1,2233	c
C ₃	20	B	2	1,8507	b

Les différentes conditions de l'horizon de surface montrent des valeurs de la conductivité électrique (CE) du sol, significativement, plus importantes que celles de l'horizon profond. Ceci est confirmé par le test de Tukey qui classe les différentes concentrations des deux horizons dans des groupes différents (Fig. 43)

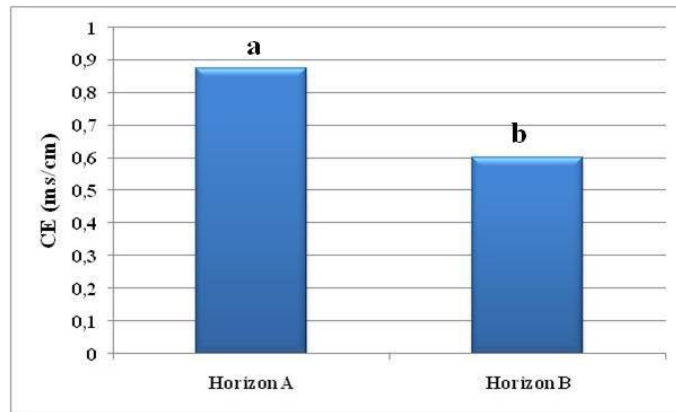


Figure 43. Evolution de la conductivité électrique moyenne (CE) du sol en fonction des horizons. (a, b : groupes du Test de Tukey)

L'action des margines sur la salinité du sol s'exprime pour les conditions C₁ et C₂, de l'horizon de surface, par une augmentation de la CE du sol, mais celle-ci reste dans une fourchette de salinité moyenne (CE = 0.5 à 2 mS/cm), Durand (1983). Par contre pour la condition C₃, l'élévation de la CE atteint la valeur de 2.45 mS/cm (Tab. XXXIX), ce qui propulse le sol étudié dans la catégorie des sols riches en sels solubles (CE = 2 à 4mS/cm). En revanche, pour l'horizon profond, l'augmentation de la CE ne dépasse pas la catégorie de salinité moyenne.

Malgré le contenu relativement élevé de la marge en sels minéraux (12.7 g/L), la salinité du sol n'augmente pas d'une manière dangereuse et n'atteint pas le stade de toxicité pour la végétation (CE > 4 mS/cm). Abichou & *al.* (2003), dans leurs travaux sur les sols tunisiens, stipulent que cela revient à la perméabilité des sols sableux et au lessivage important qui en découle.

Douze mois après traitement, nous remarquons une diminution de la conductivité électrique dans toutes les conditions et pour les deux horizons analysés (Tab. XXXIX).

Les valeurs de la conductivité électrique du sol, mesurées entre le 2^{ème} et le 12^{ème} mois, présentent des différences significatives. En effet, toutes les conditions appartiennent à des groupes de Tukey différents (Fig. 44). Ceci indique la tendance de la salinité du sol à retrouver son état initial, d'avant épandage.

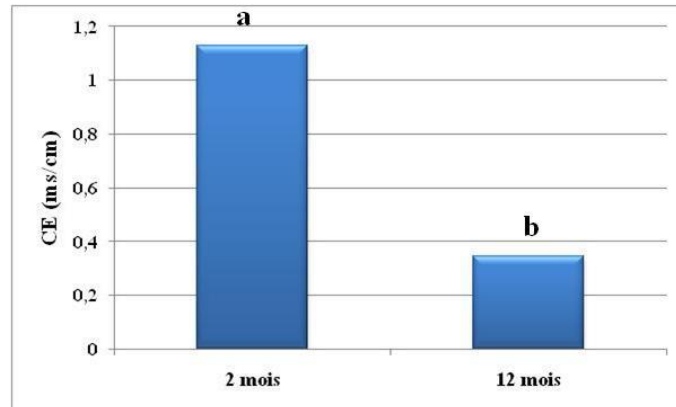


Figure 44. Evolution de la conductivité électrique moyenne (CE) du sol au cours du temps.(a, b : groupes du Test de Tukey)

La réduction de la salinité du sol peut être expliquée par la perméabilité des sols sableux, qui favorisent le lessivage (Abichou & *al.*, 2003) et par la nutrition minérale des oliviers (Escobar, 2007).

II.2.2.7. Le rapport C/N

Avant épandage des margines, le sol du verger présentait un rapport C/N de 9.37, pour les couches superficielles (Tab. XXXXIII), ce qui intègre cet horizon dans la classe des sols à C/N satisfaisant ($8 < C/N < 12$). Selon Duchaufour (1984), cette classe se caractérise par une excellente activité biologique et une très bonne décomposition de la matière organique. Ce qui aura pour résultat, la libération de l'azote et sa mise à disposition des plantes.

Pour les couches profondes, le faible taux de matière organique est responsable d'un rapport C/N faible ($C/N < 8$), qui caractérise selon Deblay (2006) les Sol à décomposition rapide de la matière organique. Ce qui aura un impact négatif sur l'activité biologique, et une diminution de la réserve d'humus du sol (Duchaufour, 1984).

Tableau XXXXIII. Rapport C/N du sol, après épandage des margines

Conditions	Concentration des margines (L/m ³)	Rapport C/N (%)			
		Horizon A		Horizon B	
		2 mois	12 mois	2 mois	12 mois
C ₀	0	9,37 ± 2,96	9,19 ± 1,83	6,74 ± 0,71	6,54 ± 1,58
C ₁	5	16,13 ± 2,41	11,40 ± 1,74	18,84 ± 5,51	15,36 ± 6,81
C ₂	10	33,75 ± 4,35	25,25 ± 1,89	32,74 ± 3,47	39,35 ± 8,43
C ₃	20	37,05 ± 1,46	34,38 ± 4,59	46,69 ± 4,11	59,75 ± 2,93

L'épandage des margines a provoqué une augmentation du rapport C/N au niveau des deux horizons (Fig. 45). Cette augmentation est proportionnelle à la concentration des margines épandues (le coefficient de corrélation étant de 0,844 pour l'horizon A et de 0,982 pour l'horizon B).

Mekki & al. (2005), dans leur étude sur les sols tunisiens concluent que le rapport C/N augmentait proportionnellement dans les sols amendés avec les margines.

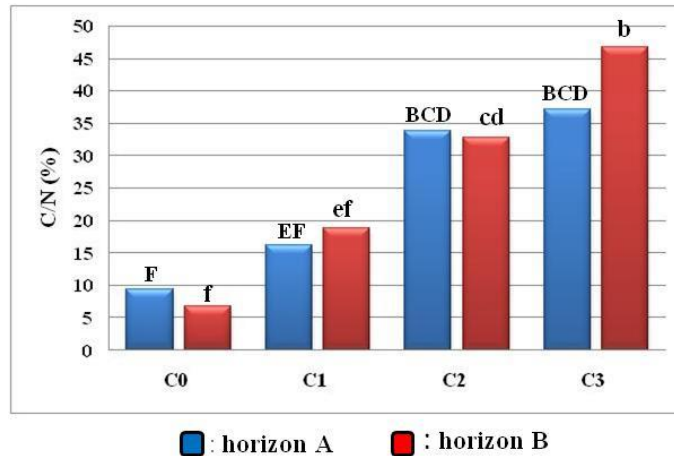


Figure 45. Evolution du rapport C/N du sol en fonction de la concentration des margines, 2 mois après l'épandage.

C₀: témoin, C₁: 5 L/m², C₂: 10 L/m², C₃: 20 L/m².

(B, C, D, E, F, b, c, d, e, f: groupes du Test de Tukey)

L'analyse de la variance multifactorielle montre que la variabilité du rapport C/N, observée entre les quatre conditions, après épandage, est hautement significative au niveau des deux horizons (Tab. XXXXIV).

Tableau XXXXIV. Analyse de la variance multifactorielle sur le rapport C/N du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Intergroupe	15	11447,4718	763,1648	41,1102	< 0,0001
Résiduelle	32	594,0445	18,5639		
Total corrigé	47	12041,5163			

L'analyse de la variance montre également l'impact des autres facteurs étudiés (les horizons du sol, le temps de traitement), ainsi que leurs interactions, sur la variabilité du rapport C/N du sol (Tab. XXXXV).

Tableau XXXXV. Moyenne des carrés et signification des facteurs étudiés sur le rapport C/N du sol.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
OMW	3	9853,4489	3284,4830	176,9286	< 0,0001***
Horizon	1	459,3404	459,3404	24,7438	< 0,0001***
Temps	1	0,0012	0,0012	0,0001	0,9935 ns
OMW x Horizon	3	642,5111	214,1704	11,5369	< 0,0001***
OMW x Temps	3	134,3126	44,7709	2,4117	0,0850 ns
Horizon x Temps	1	192,7507	192,7507	10,3831	0,0029**
OMW x Horizon x Temps	3	165,1068	55,0356	2,9647	0,0467*

NB : *, **, *** = Significative, respectivement à $p < 0.05$, $p < 0.01$ et $p < 0.001$, ns = non significative.

La comparaison multiple des moyennes montre que l'action la plus importante des marges sur l'augmentation du rapport C/N du sol est attribuée aux conditions C₂ et C₃ pour l'horizon de surface, alors qu'elle est attribuée à la condition C₃ pour l'horizon profond (Fig. 45). En revanche pour la condition C₁, des deux horizons, l'action des marges est insignifiante, puisqu'elle présente une lettre de Tukey commune avec la condition témoin (Tab. XXXXVI)

Tableau XXXXVI. Moyenne estimée du rapport C/N du sol en fonction de la combinaison des 3 facteurs étudiés (Margines, Horizon, Temps de traitement)

Conditions	Concentration de margines (L/m ²)	Horizon	Temps de Traitement (mois)	C/N (%)	Test de Tukey
C ₀	0	A	2	9,3683	F
C ₁	5	A	2	16,1301	EF
C ₂	10	A	2	33,7471	BCD
C ₃	20	A	2	37,0501	BCD
C ₀	0	B	2	6,7449	f
C ₁	5	B	2	18,8417	ef
C ₂	10	B	2	32,7363	cd
C ₃	20	B	2	46,6891	b

Malgré l'épandage des margines, La valeur du rapport C/N de la condition C₁ reste modeste ($15 < C/N < 20$). Ce qui indique que les besoins en azote sont couverts, ce qui induit une bonne décomposition de la matière organique. La minéralisation et l'humification s'équilibrent (Duchauffour, 1984)

En revanche, pour les conditions C₂ et C₃, l'augmentation du rapport C/N est importante (> 20). Ce qui indique une activité biologique très réduite et une décomposition très lente de la matière organique (Deblay, 2006).

Selon Duchauffour (1984), ce type de sol est caractérisé par une minéralisation pratiquement nulle et une humification très lente. Les micro-organismes vont puiser l'azote dans les réserves du sol au lieu d'en libérer. C'est le phénomène de faim d'azote.

De Monpezat & Denis (1999) in Najja & al. (2014) ont signalé le dédoublement du rapport C/N, un mois après l'application des margines (300 m³/ha) dans un verger d'olivier.

Les valeurs du rapport C/N du sol de l'horizon profond sont significativement plus importantes que celles de l'horizon de surface. Ceci est confirmé par le test de Tukey qui classe les différentes concentrations des deux horizons dans des groupes différents (Fig. 46)

L'augmentation du rapport C/N de l'horizon B, peut être expliquée par la nature du sol sablonneux, qui favorise le lessivage de la matière organique des couches superficielles vers les couches profondes, et leur accumulation suite à la faible activité biologique qui ralentie sa minéralisation.

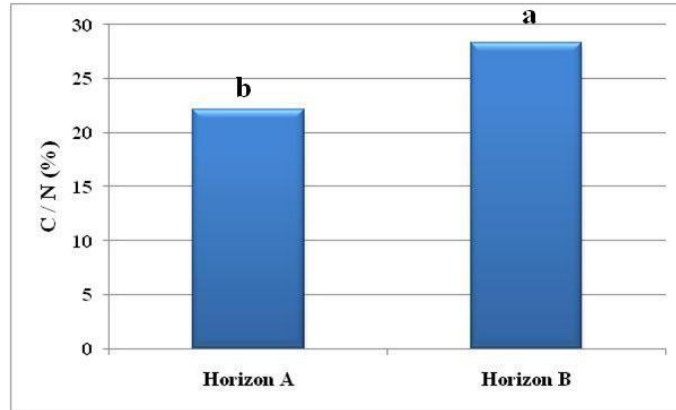


Figure 46. Evolution du rapport moyen C/N du sol en fonction des horizons
(a, b : groupes du Test de Tukey)

Une année après l'épandage, nous remarquons que le rapport C/N ne présente aucune évolution puisque la différence n'est pas significative entre les valeurs mesurées à 2 mois et celles mesurées à 12 mois (Fig. 47).

Ces valeurs classent la condition C₁ dans la catégorie satisfaisante ($8 > C/N > 12$), qui est caractérisée par une très bonne activité biologique et une décomposition rapide de la matière organique.

En revanche pour les doses C₂ et C₃, le rapport C/N demeure élevé ($C/N > 20$), ce qui signifie une activité biologique très réduite et une lente minéralisation de la matière organique.

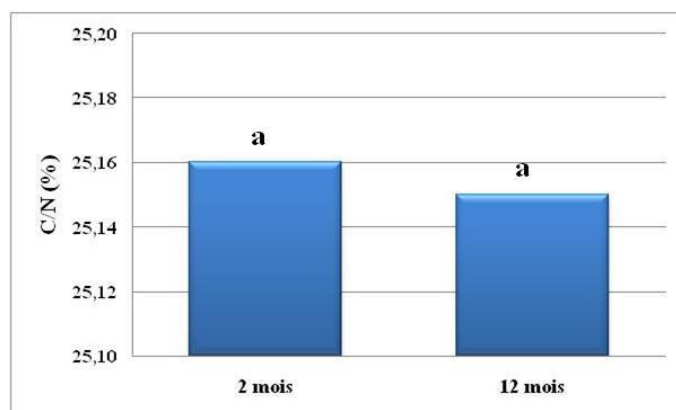


Figure 47. Evolution du rapport moyen C/N du sol au cours du temps.
(a : groupes du Test de Tukey)

La faible concentration (C₁) de margine épandue sur le sol n'a pas eu d'impact négatif sur les caractéristiques du sol, par contre les fortes concentrations (C₂ et C₃) ont induit une réduction de l'activité biologique et un ralentissement de la décomposition de la matière organique

II.2.3. Conclusion

Au terme de ce travail, qui a concerné la valorisation des margines par épandage au niveau d'une oliverie sur un sol limoneux-sableux, on constate que :

L'apport moyen en éléments fertilisants procuré par l'épandage de 1 m³ de margine sur le sol est de 93.7 kg de matière organique et de 8.9 kg de matière minérale dont 1,28 kg d'azote, 0,24 kg de phosphore et 4,59 kg de potassium.

L'acidité des margines ne semble pas avoir une grande incidence sur le pH du sol, en raison de sa richesse en calcaire qui lui confère un pouvoir tampon.

Malgré le contenu relativement élevé des margines en éléments minéraux (8.9 g/l), la perméabilité du sol et le lessivage qui en découle semblent atténuer l'augmentation de la salinité du sol pour les doses 5 et 10 L/m². En revanche la dose de 20 L/m² risque d'engendrer la dégradation des aptitudes agricoles par l'augmentation de la salinité du sol, qui s'enrichit en sels solubles.

L'enrichissement notable du sol en composés organiques améliore sa fertilité et sa capacité de rétention de l'eau, ainsi que son activité biologique, et par voie de conséquence améliore la croissance, la fructification et la fertilité des cultures.

L'épandage des margines améliore d'une manière appréciable la teneur du sol en azote total et en phosphore, mais ces augmentations ne dépassent pas les limites tolérables.

Pour le potassium, les margines provoquent une augmentation de sa teneur dans le sol mais reste toutefois conforme aux normes requises pour la faible dose (C₁). À moyennes et à fortes doses (C₂ et C₃), ils peuvent provoquer des déséquilibres dans le sol et nuire aux cultures.

Nous remarquons que les éléments fertilisants présentent :

- des augmentations proportionnelle à la dose de margine appliquée ;
- des valeurs plus importantes dans les couches superficielles avec une légère migration vers les horizons sous-jacents.

Douze mois après l'épandage des margines, nous remarquons que le sol étudié présente une tendance d'un retour à l'état initial, puisque les valeurs des éléments fertilisants ont tendance à revenir à leurs valeurs antérieures avant l'épandage, quelle que soit la dose de margines utilisée.

Ce retour à l'état initial du sol s'expliquerait par la pauvreté en élément fertilisants qui caractérise le sol étudié, l'absorption minérale des plantes et la texture du sol limoneux-sableuse favorisant le lessivage.

Sur les trois concentrations de margines utilisées, les doses C₂ (10 L/m²) et C₃ (20 L/m²) ont été défavorable aux qualités agronomique du sol, puisqu'elles ont engendré une salinité

élevée, une teneur importante en potassium avec un risque de salification, une activité biologique réduite et une minéralisation de la matière organique médiocre.

A l'inverse la dose C₁ (5 L/m²) présente des dispositions favorables à la fertilité du sol et ne semble pas présenter de risques de pollution de l'environnement.

L'épandage agricole des margines constitue une alternative parmi les solutions permettant de les valoriser, mais à condition que cette opération soit contrôlée et maîtrisée en respectant les doses à appliquer.

Cependant, utilisés rationnellement en agriculture, ils peuvent répondre aux besoins nutritionnels des plantes cultivées et constituer une solution possible de dépollution et de valorisation.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons mené deux approches visant (1) à améliorer notre connaissance des variétés d'oliviers cultivés en Algérie par une étude morphologique, et (2) à valoriser ses sous-produits par une étude physicochimique des margines par épandage au niveau d'une oliveraie située dans la station arboricole de Takerietz.

Caractérisation des variétés étudiées :

Quarante-cinq descripteurs morphologiques sont mesurés sur la collection de trente-six variétés que compte le verger analysé.

- Les descripteurs morphologiques étudiés ont mis en évidence un polymorphisme morphologique important dans l'échantillon de variétés étudiées avec un pouvoir de discrimination de l'ordre de 100%.

- Neuf descripteurs morphologiques, représentés par une seule modalité se retrouvent chez toutes les variétés (100 % de présence). Ce sont les caractères de l'espèce *Olea europaea* L. Ils ne présentent aucun pouvoir discriminant.

- Les modalités exprimées, au cours de ce travail, interviennent à des degrés de discrimination différents. En effet, on distingue :

- Des modalités qui présentent un pouvoir discriminant élevé. Ce sont des modalités rares, qu'on rencontre chez une à trois variétés uniquement.

- Celles qui présentent un pouvoir discriminant moyen, se retrouvent chez un nombre de variété, allant de de 4 à 6.

- Enfin, le reste des modalités (69) se rencontrent chez un nombre de variétés plus important, qui varie de 7 à 32. Ces modalités présentent un faible pouvoir discriminant.

Les 45 descripteurs morphologiques étudiés et principalement ceux ayant fait preuve d'un grand pouvoir discriminant se sont révélés suffisants pour discriminer un nombre important de variétés d'oliviers.

La Classification Hiérarchique Ascendante a permis de réunir les variétés étudiées en 8 groupes, selon leur affinité morphologique.

Les caractères de l'endocarpe et du fruit présentent une supériorité de leur pouvoir discriminant, par rapport aux autres organes de la plante.

L'origine des variétés est essentielle pour étendre la culture de ces variétés aux conditions environnementales régionales particulières.

Ces résultats montrent l'importance qu'on peut accorder à l'utilisation des descripteurs morphologiques pour inventorier et caractériser des variétés d'oliviers. En effet, ces caractères morphométriques peuvent contribuer à lever certaines ambiguïtés dans les cas d'homonymie et de synonymie.

Cette diversité variétale peut être exploitée dans les programmes d'amélioration et de développement de l'oléiculture en Algérie.

Valorisation des margines

Dix paramètres physicochimiques sont analysés sur les margines et sur des échantillons de sol. Cette analyse nous a permis de constater que :

- La forte acidité des margines ne semble pas avoir une grande incidence sur le pH du sol, en raison de sa nature calcaire.

- A faible concentrations, ces effluents améliorent la fertilité du sol, en augmentant le taux de la matière organique (0.74 %) et les concentrations en éléments fertilisants, notamment du phosphore (29.1 mg/kg), de l'azote (286 mg/kg) et du potassium (271.2 mg/kg). Par contre à forte concentration, la valeur élevée du potassium qui atteint un seuil de 581.8 mg/kg, peut induire un risque de pollution et nuire à la fertilité du sol.

- L'ensemble des paramètres analysés présentent une diminution de leur taux au cours du temps, avec une tendance à un retour à l'état initial du sol d'avant épandage.

- L'épandage agricole des margines constitue une alternative parmi les solutions permettant de les valoriser, mais à condition que cette opération soit contrôlée et maîtrisée en respectant les doses à appliquer.

Ce travail nous a permis d'entrevoir deux orientations, par rapport aux perspectives ; l'une concerne la caractérisation des variétés de l'olivier cultivées en Algérie et l'autre concerne la valorisation des sous-produits de l'olivier.

La poursuite de ce travail par l'étude des autres aspects de la caractérisation variétale (biochimique, moléculaire et caryologique...) permettra une identification complète des variétés analysées et une labélisation.

Une plus large prospection étendue à tout le territoire national permettra la caractérisation et l'identification de l'ensemble des variétés du patrimoine oléicole algérien.

Des travaux de sélection et d'amélioration variétales sont importants car ils constituent un pilier du développement oléicole.

L'impact des margines sur la nutrition minérale de l'olivier (en cours de réalisation), constitue la suite logique de ce qui a été réalisé par rapport à la fertilité du sol.

Il serait intéressant également d'étudier l'action des margines sur les autres cultures agricoles, ainsi que sur la microflore du sol.

Avec toutes les potentialités qu'elle détient, l'Algérie doit trouver la place qui lui convient dans l'arène des pays oléicoles, mais cela ne peut se faire sans une volonté politique réelle.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

- Abdessemed S., Abdessemed A., Boudchicha RH. & Benbouza H., 2018. Caractérisation et identification de quelques écotypes d'olivier *Olea europaea* L. en Algérie. *Agriculture*. 8(2) : 26-43.
- Abichou M., Ben Rouina B., Taamallah H. & Gargouri K., 2003. Essais de valorisation des margines par épandage en oliveries. *Rev. Ezzaitouna*, 9 : 1-21.
- Abichou M., Labiadh M., Elnwishy N. & Abichou H., 2012. The Mulching Effect of the Olives Mill Wastewaters on the Soil Cohesion Improvement and Wind Erosion Reduction in the Southern Tunisian Arid Zones. *J. Life sci.*, 6 : 1034-1040.
- Achak M., Ouazzani N. & Mandi L., 2009. Traitement des margines d'une huilerie moderne par infiltration-percolation sur un filtre à sable. *Journal of Water Science*, vol. 22, N° 3: 421-433.
- Achak M., Ouazzani N. & Mandi L., 2011. Élimination des polluants organiques des effluents de l'industrie oléicole par combinaison d'un filtre à sable et un lit planté *Journal of Water Science*, vol. 24, N° 1: 35-51.
- AFNOR T90-023, 1982. Essais des eaux : dosage des orthophosphates, des polyphosphates et du phosphore total : méthode spectrométrique : norme française homologuée. P. 10.
- AFNOR NF T90-101, 2007. *Qualité de l'eau : Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)*, AFNOR, La Plaine Saint-Denis, France, P. 6.
- Aggoun-Arhab M., 2016. Caractérisation de la composition en microconstituants des margines issues de la production oléicole et utilisabilité comme complément dans la ration chez la vache laitière. Thèse de doctorat. Université de Constantine. P. 147.
- Aissam H., Errachidi F., Merzouki M. & Benlemlih M., 2002. Identification des levures isolées des margines et étude de leur activité catalase. *European journal of water Quality*. 7 (1) : 23-30.
- Aissam H., 2003. Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase. Thèse de doctorat. Université Sidi Mohamed ben abdellah. Fes. Maroc. P. 156.
- Alfano A., Corsuto L., Finamore R., Savarese M., Ferrara F., Falco S.; Santabarbara G., De Rosa M. & Schiraldi C., 2018. Valorization of Olive Mill Wastewater by Membrane Processes to Recover Natural Antioxidant Compounds for Cosmeceutical and Nutraceutical Applications or Functional Foods. *Antioxidants*. 7(6): 72-88
- Al-Ruqaie I., Al-Khalifah N.S. & Shanavaskhan A.E., 2016. Morphological cladistic analysis of eight popular Olive (*Olea europaea* L.) cultivars grown in Saudi Arabia using Numerical Taxonomic System for personal computer to detect phyletic relationship and their proximate fruit composition. *Saudi Journal of Biological Sciences* 23 : 115–121
- Amic A. & Dalmasso C., 2013. Unité de valorisation complète de déchets oléicoles par lombricompostage : Production de produits à haute valeur ajoutée : lombricompost, savon,

collagène et lombrics. M2 professionnel. Inst. Médit. Biod. Ecol., CNRS. Université Aix-Marseille. P. 32.

Aouidi F., 2012. Etude et valorisation des feuilles d'olivier (*Olea europaea* L). Dans l'industrie Agro-alimentaire. Thèse de Doctorat, Université de Bejaia. P. 135.

B

Baldoni L., & Belaj A., 2009. Olive. In Oil Crops, Handbook of Plant Breeding. Ed. Springer Science, Business Media. pp. 397- 421.

Baldy CH., 1990. Le climat de l'olivier (*Olea europaea* L.). Volume jubilaire du professeur P. Quezel. Ecole Méditerranée, XVI: 113-121.

Bari A, Martin A, Barranco D, Gonzalez-Andujar JL, Ayad G & Padulosi S. 2002. Use of Fractals to measure biodiversity in plant morphology. In Novak MM, editor. Emergent Nature. *World Scientific Publishing*, Singapore, pp. 437- 438.

Bartolozzi F. & Fontanazza G., 1999. Assessment of frost tolerance in olive (*Olea europaea* L.). *Sci. Hort.*, 81: 309-319.

Belaj A., Trujillo I., De la Rosa R. & Rallo L., 2001. Polymorphism and Discrimination Capacity of Randomly Amplified Polymorphic Markers in an Olive Germplasm Bank. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 126(1) : 64 - 71.

Belguerri H., 2016. Contribution à l'étude de l'effet de l'irrigation et la fertilisation azotée et potassique sur les performances productives et qualitatives de l'olivier super-intensif. Thèse Docteur de l'Université de Lleida. P. 166

Ben Ayed R., Ben Hassen H., Ennouri K. & Rebai A., 2016. Genetic Markers Analyses and Bioinformatic Approaches to Distinguish Between Olive Tree (*Olea europaea* L.) Cultivars. *Interdiscip. Sci. Comput. Life Sci.*, 8 :366 - 373

Ben Ayed R., Ennouri K., Ben Amar F., Moreau F., Ali Triki M.& Rebai A., 2017. Bayesian and Phylogenic Approaches for Studying Relationships among Table Olive Cultivars. *Biochem. Genet.*, 55 :300 - 313

Ben Rouina B., Gargouri K., Abichou M., Ali Rhouma A., Magdich S. & Jilani S., 2014. *L'épandage des margines sur les terres agricoles : résultats et gestion pratique*. 7èmes Journ.Méditerr.de l'Olivier, Meknès, Maroc. P.37.

Benyahia N. & Zein K., 2003. Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. 2^{ème}Conférence Internationale Swiss Environmental Solutions for Emerging Countries (SESEC II), Lausanne, Suisse. pp.2-7

Benzarti S., 2003. Effets de la marge sur les caractéristiques chimiques et l'activité biologique du sol. DEA, I.N.A. Tunis, Tunisie, P. 99.

Berrichi M., 2002. Filière oléicole : Situation et perspectives d'avenir. Séminaire international, Acquis de recherche et contraintes de secteur oléicole. Marrakech, pp. 32-43.

Bertrand F., Maumy M., Fussler L., Kobes N., Savary S. & Grosman J., 2008. Étude statistique des données collectées par l'observatoire national des maladies du bois de la vigne. *J. Soc. Fr. de Statistique*, Tome 149, N°4 : 73-106.

- Besnard., 1999. Etude de la longévité génétique de l'olivier cultivé et des formes sauvages apparentées à l'aide de marqueurs moléculaires : Application pour l'identification variétale et pour la gestion des ressources génétiques. Thèse Doctorat. (Uni. De Montpellier 2). P. 174.
- Besnard G., Khadari B., Baradat P. & Bervillé A., 2002. Combination of chloroplast and mitochondrial DNA polymorphisms to study cytoplasm genetic differentiation in the olive complex (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 105 :139-144
- Besnard G., Henry P, Wille L., Cooke D. & Chapuis E., 2007. On the origin of the invasive olives (*Olea europaea* L., Oleaceae). *Heredity* 99: 608-619.
- Blazakis K.N., Kosma M., Kostelenos G., Baldoni L., Bufacchi M. & Kalaitzis P., 2017. Description of olive morphological parameters by using open access software. *Plant Methods*. pp.111-124.
- Bonneau M. & Souchier B., 1994. *Pédologie : 2. Constituants et propriétés du sol.* Ed. Masson, Paris, P. 654.
- Bouajila K., Ellefi K. & Taamallah H., 2015. Valorisation des margines pour améliorer la qualité des sols dans les zones arides tunisiennes. *Algerian J. arid environ.*, 5 (1), 92-105.
- Bouchier A., 2005. L'analyse des données multivariées à l'aide du logiciel R. L'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCm). Formation Permanente, INRA, Montpellier, P. 25.
- Bracci T., Busconi M., Fogher C. & Sebastiani L., 2011. Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Plant cell*. 30: 449-462.
- Brki Bubola K., Krapac M., Luki I., Sladonja B., Autino A., Cantini C. & Poljuha D., 2014. Morphological and Molecular Characterization of Bova Olive Cultivar and Aroma Fingerprint of Its Oil, Food Technol. *Biotechnol.* 52 (3) : 342-350.

C

- Cadillon M. & Lacassin J.C., 1989. La valorisation agronomique des margines. Rapport SCP (Société du Canal de Provence), P. 11
- Camurati F., Lanzani A., Arpino A., Ruffo C. & Fedeli E., 1984. Le acque di vegetazione della lavorazione delle olive : technologie de économie de recupero di sottoprodotti. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 61: 283-292.
- Chiappetta A. & Muzzalupo I., 2012, Botanical Description. In Olive Germplasm - The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy. Ed. In Tech, Croatia. pp. 23-38.
- Cimato A. & Attilio C. 2008. Conservation, characterization, collection and utilization of the genetic resources in olive. *Technical paper*, CFC/IOOC/03. COI, P. 62
- COI., 1997. Encyclopédie mondiale de l'olivier. Conseil Oléicole International. Ed. Plaza et Jans, Espagne, P. 479.
- COI., 2000. Catalogue mondial des variétés d'olivier. Conseil Oléicole International. P. 360.

COI., 2018. Aire de répartition de l'olivier dans le monde.
Conseil Oléicole International. P. 16.

COI., 2020. Production mondiale d'huile d'olive.
Newsletter N° 145. P. 18. (www.internationaloliveoil.org).

Corrado G., La Mura M., Ambrosino O., Pugliano G., Varricchio P., & Rao R., 2009. Relationships of companion olive cultivars: comparative analysis of molecular and phenotypic data. *Genome*, 52: 692–700.

Cresti M., Linskens H. F., Mulcahy D. L., Bush S., Di Stilio V., Xu M.Y., Vignani R. & Cimato A., 1996. Preliminary communication about the identification of DNA in leaves and olive oil of *Olea europaea*. *Adv. Hort. Sci.*, 10 : 105-107

D

Dagnelie P., 1982. Analyse statistique à plusieurs variables.
Les presses agronomiques de Gembloux, P. 361.

Dakhli R., Taamallah H., Nagazi K. & Lamouri R., 2009. Olive mill wastewater valorization in agriculture-Effects on the soil proprieties and barley yield.
J. Arid. Land Stud., 19 (1): 327-330.

Dakhli R. & Lamouri R., 2014. Effet des Margines sur la performance quantitative et qualitative de deux variétés d'Orge (*Hordeum Vulgare*.L). *J. Mater. Environ. Sci.*, 5 (3) : 915-922.

Daniel H., 1984. L'eau et le sol, principes et processus physique. Department of soil Science the Hebrew, university of Jerusalem, P. 288

Deblay S. 2006. Fertilisation et amendements. Ed. educagri. Dijon. P. 131.

Denis B., 2000. Guide pratique pour la description des sols. Ed. INRA, France, P. 257.

Didier de Saint amand J. & Cas G., 1967. Dosage des éléments minéraux majeurs chez les végétaux. Méthodes appliquées au laboratoire de diagnostic foliaire de l'ORSTOM. Ed. ORSTOM., Paris, P. 41.

Di-Giovacchino L. (1996) L'influence des systèmes d'extraction, sur la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 63, 52-63.

Di Rienzo V., Sion S., Taranto F., Fanelli V., Sabetta W., Boucheffa S., Tamendjari A., & Miazi M., 2018. Genetic flow among olive populations within the Mediterranean basin.
PeerJ 6: e5260 : 1-21.

Doveri S. & Baldoni L., 2007. Olive. In *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*. Ed. Springer-Verlag Berlin. Vol. 4 : 254-264.

Drief M., 2014. Caractérisation de la qualité des sols et des eaux dans le périmètre irrigué d'Issen (Souss-Massa, Maroc). Thèse, MIAVH, Maroc, P. 153.

Duchaufour P., 1984. Abrégé de pédologie. Ed. Masson. Paris. P. 206.

Duchaufour P., 2001. Introduction à la science du sol (Sol, végétation, environnement). Ed. Masson, Paris, P. 331.

Dugain F., Arial G., Audry P. & Jouga J., 1961. Les méthodes d'analyses utilisées au laboratoire de physico-chimie des sols. ORSTOM., Centre de pédologie de Hann-Dakar, P. 75.

Durand J.H., 1983. Les sols Irrigables. Etude pédologique. Ed. Presses Univ. France. P. 339.

E

El-Abbassi A., Kiai H. & Hafidi A., 2012. Phenolic profile and antioxidant activities of olive mill wastewater. *Food Chem.*, 132(1) :406-12.

El Alami B., 2000. Contribution à l'étude de l'activité anti-oxydante de la fraction phénolique des margines. Mémoire de 3ème cycle ; Inst. Agr. Vét. Hassan II, Rabat, Maroc. P. 93.

El Hadrami A., Belaqziz M., El Hassni M., Hanifi S., Abbad A., Capasso R., Gianfreda L. & El Hadrami I., 2004. Physico-chemical Characterization and Effects of Olive Oil Mill Wastewaters. Fertirrigation on the Growth of Some Mediterranean Crops. *J. Agronomy* 3 (4): 247-254.

Ennouri K., Ben Ayed R., Ercisli S., Ben amar F. & Ali Triki M., 2017. Evaluation of Variability in Tunisian *Olea europaea* L. Accessions using Morphological Characters and Computational Approaches. *Not Bot Horti Agrobo*, 45(1) :262-269.

Ereqat SI., Abdelkader AA., Nasereddin AF., Al-Jawabreh AO., Zaid TM., Letnik I. & Abdeen ZA., 2018. Isolation and characterization of phenol degrading bacterium strain *Bacillus thuringiensis* J20 from olive waste in Palestine. *J. Environ. Sci. Health. A Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* 53(1):39-45.

Escobar R.F., 2007. Fertilisation. In Techniques de production en oléiculture. COI, 145-164.

F

Fabbri A. and Benelli C., 2000. Flower bud induction and differentiation in olive. *J. Hort. Sci. Biotech.*, 75 : 131-141.

Fantanazza G. & Baldoni L., 1990. Proposition pour un programme d'améliorations Génétiques de l'olivier. *Olivae*, N°34 : 32-39.

Fausto M & Louchetti F., 2002. Importance économique de l'huile d'olive dans le monde. Séminaire international, Acquis de recherche et contraintes de secteur oléicole. Marrakech, pp. 67-75.

Filidei S., Masciandro G. & Ceccanti B., 2003. Anaerobic digestion of olive oil mill effluents: Evaluation of wastewater, the organic load and phytotoxicity reduction. *Water, Air, Soil Pollut.*, 145, 79-94.

Francesco G.L. 1993. Evaluations économiques sur l'innovation technologique. Les problèmes de l'environnement dans le secteur oléicole en Italie. *Olivae*. N° 47 : 21-27.

G

Gaour N., 1996. Apport de la biologie des populations de la mouche de l'olive. *Bactrocera (Dacus) Olea Gmle* (Diptera : tephretidea) à l'optimisation de son control dans la région de Tlemcen. Thèse doctorat. Univ.de Tlemcen. P. 116.

Gasa J., Lopes martins J.A. & Castrillo C., 1991. Utilisation des margines comme supplément des fourrages pour la brebis. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*. Série Séminaires, N° 16, 167-169

- Gemas V., M.C. Almadanim M.C., Tenreiro R., Martins A. & Fevereiro P., 2004. Genetic diversity in the Olive tree (*Olea europaea* L. subsp. *europaea*) cultivated in Portugal revealed by RAPD and ISSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 501–511
- Gharby S., Harhar H., Bouzoubaa Z., Roudani A., Chafchaoui I., Kartah B. & Charrouf Z., 2014. Effect of Polyphenols extracts from margins on the stability of sunflower oil. *J. Mater. Environ. Sci.*, 5 (2), 464-469.
- Giroux M. & Lemieux M., 2000. Effets de la fertilisation N, P et K et leurs interactions sur le rendement d'une prairie à dominance de mil (*Phleum pratense* L.), la teneur en éléments nutritifs de la récolte et l'évolution de la fertilité des sols. *Agrosol*, 11(1), 40-47.
- Green P.S., 2002. A revision of *Olea* L. (Oleaceae). *Kew Bulletin* 57: 91–140.
- Guerra D., Lamontanara A., Bagnaresi P., Orrù L., Rizza F., Zelasco S., Beghè D., Ganino T., Pagani D., Cattivelli L. & Mazzucotelli E., 2015. Transcriptome changes associated with cold acclimation in leaves of olive tree (*Olea europaea* L.). *Tree Genetics & Genomes*, : 113-124.
- Guignard JL., 2001. Botanique systématique moléculaire. Ed. Masson, Paris. P. 304.

H

- Hamdi M., 1993. Future prospects and constraints of olive mill waste waters use and treatment: A. Review. *Bioprocess Engineering*, 8: 209-214.
- Hamlat M., 1995. Influence des phytohormones sur les embryons, micro boutures d'olivier (*Olea europaea* L. var. chemlal) cultivés in vitro. Thèse magister. Université de Tizi-Ouzou. P : 167.

I

- Iboukhoulf H., 2014. Traitements des margines des huileries d'olive par les procédés d'oxydations avancée basés sur le système fenton-like (H₂O₂/Cu). Thèse de doctorat, Université de Tizi-Ouzou, P. 128.
- Idrissi A., & Ouazani N., 2003. Apport des descripteurs morphologiques à l'inventaire et à l'identification des variétés d'olivier (*Olea europaea* L.), Plant genetic resources newsletter (136) : 1-10.
- ITAFV., 2004. La culture de l'olivier. Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne. Ministre de l'Agriculture, du Développement Rural, Algérie. P. 38.

J

- Jardak T., 1999. Le secteur oléicole en Tunisie : Potentiel, contraintes et perspectives. The Olive oil wastes Remediation Symposium. Sfax, Tunisie. 46-51.
- Jimenez S. & Lao M.T., 2004. Use of olive mill wastewater like organic amendment in soil for horticultural greenhouse crop. *Food, Agric. & Environ.* 2 (2), 348-352.
- JORA, 2006. Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. *Journal Officiel de la République Algérienne* 26 : 4-9.

K

Kaouritchev I., Gretchine I.P., Savitch V.I. & Ganjra N.F., 1983. Manuel pratique de pédologie. Ed Mir. Moscou, P. 186.

L

LANO, 1994. Laboratoire agronomique de Normandie. Programme d'interprétation d'une analyse de sol. Chambre d'agriculture et d'interprofession laitière de Base-Normandie. France. <http://www.lano.asso.fr/web/analyses.html>.

Lebart L., Piron M. & Morineau A., 2006. Statistique exploratoire multidimensionnelle. Visualisation et inférence en fouilles de données. 4^{ème} édition. Ed. Dunod, P. 463.

Le Mire G., 2012. Etude de l'impact d'une fertilisation potassique sur les caractéristiques physico-chimiques de la banane dessert au cours de sa croissance et à maturité. M2, CIRAD, Université de lorraine. 31.

Levis-Menzi R., Gaviozzi A., Riffaldi R. & falzi L., 1992. L'épandage au champs des margines : effet sur les propriétés du sol. *Olivae*, 40, 20-25.

Linou A., Nikoloudakis N., Katsiotis A. & Hagidimitriou M., 2014. Genetic structure of the Greek olive germoplasm revealed by RAPD ISSR and SSR markers. *Sci. Hortic.* 175, 33–43.

Loussert R. & Brousse G., 1978. L'olivier : Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. P. 464.

M

MADR, 2018. Ministère de l'agriculture et du développement rural

MADR, 2020. Ministère de l'agriculture et du développement rural

Maillard, R., 1975. L'olivier. Comité technique de l'olivier, Institut national de vulgarisation pour les fruits, légumes et champignons, Paris. P. 75.

Mariotti R., Cultrera N., Muñoz Díez C., Baldoni L. & Rubini A., 2010. Identification of new polymorphic regions and differentiation of cultivated olives (*Olea europaea* L.) through plastome sequence comparison. *BMC Plant Biology*, 10 :211-224.

Martin-Prevel P., Gagnard J. & Gautier P., 1984. L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales. Ed. Tec. et Doc., Paris, P. 810.

Mathieu C. & Pielain F., 2003. Analyse chimique des sols, méthodes choisies. Ed. Lavoisier, Tec et Doc, Paris. P. 575.

Mekki A., Dhouib A. & Sayadi S., 2005. Changes in microbial and soil properties following amendment with treated and untreated olive mill wastewater. *Microbiological Research* 161 : 93-101.

Mendil M., 2004. La culture de l'olivier. Institut Technique de L'arboriculture fruitière et de la vigne. P. 37.

Mendil M. et Sebai A., 2006. Catalogue des variétés Algériennes de l'olivier. Ed : O.N.F.O., P. 99.

Mendil M., 2014. Communication sur la journée mondiale de l'oléiculture.
Institut Technique de L'arboriculture fruitière et de la vigne, Algérie.

Mouas-Bourbia S., Boudiaf-Nait Kaci M., Ouali R., Kacha C., Chebbi F., Loudahi Z., Issaoun D., Yahiaoui Tibiche G., Arkoub M. & Derridj A., 2016. Impact de la racine d'*Olea europea* L. sur la distribution du potassium du sol : cas d'oliveraies cultivées sous climat semi-aride. *Rev. Agric., numéro spécial 1* : 210 - 219

M'sadak Y., Makhoul M. & El Amrouni S., 2015. Évaluation qualitative et possibilités de valorisation biologique de la biomasse oléicole reprise dans le Sahel Tunisien. *J.new sci. Agric. Biotechnolog.*, 18(4) : 668-678.

Muzzalupo, I., et Micali, S., 2015. Agricultural and Food Biotechnology of *Olea europaea* L. and Stone Fruits. Bentham Science Publishers. P. 485.

N

Naija D.S., Boussaadia O., Ben Dhiab A., Ben Mariem F., & Braham M., 2014. Valorization of the olive sector effluents as potential fertilizers and their impact on biological, physical and chemical properties of the soil. *Res. J. Agric. Environ. Manage.* 3(9) : 450-459

Nefzaoui A., 1988. Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits. *CIHEAM. Options Méditerranéennes : Série Etudes*, Paris. N° 188 : 153- 173.

Nefzaoui A., 1991. Valorisation des sous-produits de l'olivier.
CIHEAM, Options Méditerranéennes, *Série Séminaires* N°16 : 101-108.

Nia H., 2005. Ode to the olive tree. Institut européen des itinéraires culturels. P.342.

Nikolaou A., & Kourkoutas Y., 2018. Exploitation of olive oil mill wastewaters and molasses for ethanol production using immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae*. *Environ Sci. Pollut. Res.* 25(8) : 7401-7408.

O

OMS, 2012. Directives OMS pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères. Volume IV, Utilisation des eaux usées en agriculture.
Organisation mondiale de la santé, P.182.

Ouazzani, N. Lumaret, R. & Villemur, P., 1995. Apport du polymorphisme alloenzymatique à l'identification variétale de l'Olivier (*Olea europaea* L.). *Agronomie* 15: 31–37.

Ouazzani N., Lumaret R., Villemur P. & Di Giusto F., 1993. Leaf allozyme variation in cultivated and wild Olive trees (*Olea europaea* L.). *Journal of Heredity*, 84 : 34-42.

P

Pages J., 2002. Analyse factorielle multiple appliquée aux variables qualitatives et aux données mixtes. *Rev. Stat. Appl.*, tome 50, N°4: 5-37.

Pagnol J., 1996. « L'olivier ». Ed Aubanel. P. 180.

Papadimitriou E.K., Chatjipa I. & Balis C., 1997. Application of composting to olive mill wastewater treatment. *Environmental technology*, 18: 101-107.

Paredes C., Cegarra J., Roig A., Sanchez-Monedero M.A. & Bernal M.P., 1999. Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. *Bioresour Technol*, 67:111 - 5.

Paredes C., Cegarra J., Bernal M.P. & Roig A., 2005. Influence of olive mill wastewater in composting and impact of the compost on a Swiss chard crop and soil properties. *Environ. Internat.*, 31 : 305 - 312.

Petard J., 1993. Les méthodes d'analyse. T 1 : Analyses de sols. Nouméa, ORSTOM. P. 192.

Q

Quezel P. & Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, CNRS, Paris, P. 603.

R

Ranalli A., 1991. The effluent from olive mills: Proposals for re-use and purification with reference to Italian legislation. *Olivae*, 37: 30 - 39.

Raven P.H., Evert R.F. & Eichhorn S.E., 2003. Biologie végétale. Ed. de boeck, P.944.

Ricelli A., Gionfra F., Percario Z., De Angelis M., Primitivo L., Bonfantini V., Antonioletti R., Bullitta S.M., Saso L., Incerpi S. & Pedersen J., 2020. Antioxidant and Biological Activities of Hydroxytyrosol and Homovanillic Alcohol Obtained from Olive Mill Wastewaters of Extra-Virgin Olive Oil Production. *J. Agric. Food Chem.*, 68(52):15428-15439.

Romeo R., De Bruno A., Imeneo V., Piscopo A. & Poiana M., 2020. Impact of Stability of Enriched Oil with Phenolic Extract from Olive Mill Wastewaters. *Foods*. 9(7) :856.

Rodriguez Lovelle B., Bérud F., Boutin F., Chantelot E., Filleron E., Jacquet O., Méjean I., Oustric J., Reynaud C., Roustang O. & Soyer J.P., 2003. Guide de la fertilisation raisonnée. Ed. Inter Rhône et l'Institut Rhodanien., France. P. 39.

Roussos S., Perraud-Gaime I., Lakhtar H., Aouidi F., Labrousse Y., Belkacem N., Macarie H. & Artaud J., 2009. Valorisation biotechnologique des sous-produits de l'olivier par fermentation en milieu solide. *Olivebioteq*, 3 : 293 - 300.

Roux M., 2006. Algorithmes de classification. Ed. CNRS Paris, P. 81.

Rugini E., De Pace C., Gutierrez-Pesce P., et Muleo R., 2011. Olea. In Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Ed. Springer-Verlag Berlin. pp.78-117.

S

Sardaro R., Girone S., Acciani C., Bozzo F., Petrontino A. & Fucilli V., 2016. Agro-biodiversity of Mediterranean crops: farmers' preferences in support of a conservation programme for olive landraces. *Biological Conservation*. Vol.201 : 210 - 219.

Sbai G. & Loukili M., 2015. Traitement des margines par un procédé couplant la coagulation floculation et la voie électrochimique. *Eur. Sci. J.*, 11 (9) : 158 - 169.

Shimon L., 1997. Biologie et physiologie de l'olivier in Encyclopédie mondiale de l'olivier. Conseil Oléicole International. pp : 61-105.

Sierra J., Martí E., Montserrat G., Crauañas R. & Garau M.A., 2001. Characterisation and evolution of a soil affected by olive oil mill wastewater disposal. *Sci. Total Environ.*, 279 : 207 - 214.

Sounni F., Aissam H., Ghomari O., Merzouki M. & Benlemlih M., 2018. Electrocoagulation of olive mill wastewaters to enhance biogas production. *Biotechnol Lett.* 40(2):297 - 301.

T

Tamburino V., Zimbone S.M. & Quattrone P., 1999. Accumulation et écoulement des margines par épandage sur le sol agricole. *Olivae*, 76 : 36-44.

Tandia T., 2007. Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ed. CREPA – OMS, P. 43.

Therios L., 2009. Olives. *Crop Production Science in Horticulture*.
Oxfordshire, UK, P.432.

Tombesi A., Tombesi S., Saavedra M.S., Fernandez-Escobar R., d'Andria R., Lavini A. & Jardak T., 2007. Technique de production en oléiculture. Conseil Oléicole Internationale Madrid (Espagne). ISBN. 1ère édition. P. 348.

V

Vachon M., Beaulieu-Prévost A. & Ouellette M.A., 2005. Analyse de classification hiérarchique et qualité de vie. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, Vol. 1 (1): 25 - 30

Van reewijk L.P., 2002. Procedures for soil analysis. International soil reference and information centre. FAO, P. 120

Vedie H., 2008. Fertilité chimique du sol : Dossier fertilité chimique du sol. *Maraichage Bio Infos*, N° 56 : 4-8.

Villa P., 2003. La culture de l'olivier. Ed. De Vecchi S.A. Paris, P. 143.

Vitolo S., Petarca L. et Bresci B., 1999. Treatment of olive oil industry wastes. *Bioresour. Technol.*, 67: 129 - 137.

W

Walali L.D., Skiredj A. & Elattir H., 2003. L'olivier. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°105 (MADER/DERD), Rabat, Maroc. P : 4*

Y

Yaakoubi A., Chahlaoui A., Rahmani M., Elyachioui M. & Oulhote Y., 2009. Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. *Agrosolutions*, 20 (1) : 35-43.

Yaakoubi A., Chahlaoui A., Elyachioui M. & Chaouch A., 2010. Traitement des margines à pH neutre et en conditions d'aérobie par la microflore du sol avant épandage. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 149 : 43-56.

Yahiaoui N., 2012. Etude de l'adsorption des composés phénoliques des margines d'olives sur carbonate de calcium, hydrxyapatite et charbon actif. Thèse de magistère, Univ. Tizi-Ouzou, P. 106.

Yapo B. O., Mambo V., Séka A., Yapi A.D. & Houenou P., 2009. Caractérisation par fractionnement gravimétrique de la matière organique contenue dans les eaux usées : application à l'étude de la biodégradabilité. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie* 27 : 21-37.

Z

Zahari A., Tazi A. & Azzi M., 2014. Optimisation des conditions de traitement des margines par un peroxydant K₃FexMnyO₈. *J. Mater. Environ. Sci.* 5 (2) : 484-489.

Zaier H., Chmingui W., Rajhi H., Bouzidi D., Roussos S. & Rhouma A., 2017. Caractérisation physico-chimique et microbiologique des margines de différentes régions de la Tunisie (Nord, Sahel, Sud). *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 48(2): 2897-2906.

Zendjari B. & Nejmeddine A., 2001. Impact of spreading olive mill wastewater on soil characteristics: laboratory experiments. *Agronomie* 21(8) : 749-755.

Zghari B., Benyoucef F. & Boukir A., 2018. Impacts environnemental des margines sur les eaux d'Oued Oussefrou : caractérisation physico-chimique et évaluation par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM). *American Journal of innovative Research and Applied Sciences*; 7(4): 276-291.

ANNEXES

Annexes

Annexe I. Coordonnées associés aux modalités pour les cinq premiers axes factoriels de l'AFCM

N°	Modalités	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
1	VIA0	0,808	-1,072	-0,471	0,799	0,631
2	VIA1	0,184	0,208	-0,334	-0,311	-0,365
3	VIA2	-0,791	0,100	0,937	0,254	0,452
4	POA1	0,099	0,092	-0,160	0,072	0,010
5	POA2	-0,198	-0,184	0,319	-0,143	-0,020
6	DEA0	-0,330	0,170	-0,206	0,523	0,358
7	DEA1	-0,117	-0,301	0,021	-0,100	-0,116
8	DEA2	0,982	1,302	0,141	-0,127	0,152
9	LFE0	-0,341	-0,057	-0,588	-0,001	-0,133
10	LFE1	-0,005	-0,131	0,024	0,111	0,038
11	LFE2	0,375	0,975	0,421	-0,777	-0,135
12	LAFE0	0,677	-0,485	0,013	-0,043	0,705
13	LAFE1	-0,135	0,097	-0,003	0,009	-0,141
14	RFE1	-0,191	-0,084	-0,051	0,174	0,005
15	RFE2	1,527	0,675	0,409	-1,388	-0,036
16	FFE1	-0,191	-0,084	-0,051	0,174	0,005
17	FFE2	1,527	0,675	0,409	-1,388	-0,036
18	LOI0	0,153	0,018	-0,126	0,004	-0,184
19	LOI1	-0,951	-0,110	0,783	-0,023	1,143
20	NBI0	0,362	-0,094	-0,172	-0,015	-0,103
21	NBI1	-1,087	0,281	0,517	0,045	0,308
22	FER0	-0,016	0,492	-0,378	0,239	0,809
23	FER1	0,334	-0,143	-0,035	0,162	0,179
24	FER2	-0,421	0,116	0,095	-0,237	-0,335
25	LFR0	-0,974	0,073	0,381	-0,210	0,041
26	LFR1	0,388	-0,217	-0,655	0,240	0,108
27	LFR2	1,661	0,720	1,614	-0,347	-0,631
28	LAFR0	-0,886	0,128	0,202	-0,136	-0,111
29	LAFR1	0,699	-0,367	-0,657	0,153	0,338
30	LAFR2	1,818	1,070	2,070	0,051	-1,025
31	RFR0	1,104	-1,181	1,649	2,340	-0,758
32	RFR1	0,536	-0,393	-0,047	-0,461	0,072
33	RFR2	-0,741	0,590	-0,153	0,226	0,014
34	POF0	-0,959	0,203	0,371	-0,156	0,101
35	POF1	0,382	-0,338	-0,732	0,303	-0,007
36	POF2	1,069	-0,396	-0,266	-0,785	0,557
37	POF3	1,818	1,070	2,070	0,051	-1,025
38	FFR0	1,104	-1,181	1,649	2,340	-0,758
39	FFR1	0,536	-0,393	-0,047	-0,461	0,072
40	FFR2	-0,741	0,590	-0,153	0,226	0,014
41	SYF1	-0,031	-0,397	0,106	-0,119	-0,069
42	SYF2	0,129	1,643	-0,440	0,494	0,288
43	DIF0	0,539	1,582	-0,301	0,252	0,358
44	DIF1	-0,108	-0,316	0,060	-0,050	-0,072

45	SOF0	-0,339	0,548	-0,210	0,016	-0,180
46	SOF1	0,304	-0,490	0,188	-0,015	0,161
47	BAF0	-0,454	0,117	-0,227	-0,094	-0,525
48	BAF1	0,363	-0,093	0,181	0,075	0,420
49	MAF0	-0,224	-0,160	0,164	-0,085	-0,208
50	MAF1	0,584	0,415	-0,426	0,221	0,541
51	PRL0	0,115	0,148	-0,153	0,028	0,296
52	PRL1	-0,403	-0,519	0,536	-0,097	-1,037
53	DIL0	-0,630	-0,163	0,347	-0,053	-0,234
54	DIL1	0,704	0,182	-0,388	0,059	0,262
55	VEF0	0,017	0,065	0,195	0,186	0,197
56	VEF1	-0,039	-0,147	-0,444	-0,424	-0,447
57	LON0	-0,871	-0,369	0,872	-0,126	1,199
58	LON1	-0,067	-0,523	-0,151	0,105	-0,562
59	LON2	0,590	1,104	-0,214	-0,112	0,317
60	LAN0	-1,084	0,521	0,426	0,002	0,446
61	LAN1	0,138	-0,375	-0,498	-0,078	-0,129
62	LAN2	1,586	0,534	1,241	0,325	-0,349
63	RAN1	0,513	-0,810	1,696	1,579	-0,133
64	RAN2	0,358	-0,555	-0,013	-0,531	0,272
65	RAN3	-0,427	0,665	-0,287	0,221	-0,232
66	PON0	-1,031	0,371	0,708	0,033	0,880
67	PON1	-0,380	-0,323	-0,295	-0,360	-0,541
68	PON2	0,623	-0,175	-0,875	0,763	0,272
69	PON3	1,592	0,626	1,270	-0,418	-0,381
70	NBS0	-1,127	-0,263	1,319	-0,337	2,961
71	NBS1	0,032	-0,197	-0,050	0,000	-0,085
72	NBS2	0,033	1,237	0,034	0,069	-0,079
73	DES0	-0,067	0,180	-0,148	-0,128	-0,009
74	DES1	0,094	-0,251	0,207	0,179	0,013
75	FON1	1,208	-0,785	1,735	2,416	-0,628
76	FON2	0,285	-0,573	0,082	-0,505	0,306
77	FON3	-0,427	0,665	-0,287	0,221	-0,232
78	SAN1	-0,114	-0,448	0,088	-0,082	-0,020
79	SAN2	0,342	1,345	-0,265	0,245	0,060
80	SBN0	-0,183	-0,259	-0,077	-0,011	-0,083
81	SBN1	0,760	1,075	0,321	0,047	0,344
82	DIN0	1,753	1,487	0,653	-1,043	0,025
83	DIN1	-0,064	0,002	-0,108	0,375	-0,149
84	DIN2	-0,213	-0,335	0,155	-0,811	0,409
85	SON0	-0,074	0,449	-0,298	0,055	-0,251
86	SON1	0,116	-0,705	0,469	-0,087	0,394
87	BAN1	-0,470	-0,043	-0,310	-0,243	-0,243
88	BAN2	0,299	0,027	0,197	0,155	0,155
89	SUN0	-0,765	0,038	0,154	-0,159	-0,090
90	SUN1	0,745	-0,149	-0,256	0,433	0,075
91	SUN2	1,368	0,450	0,222	-1,014	0,218

Annexe 2. Contributions (%) des modalités à l'inertie totale, par rapport aux différent axes.

N°	Modalités	Contributions (%)				
		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
01	VIA0	0,96	2,34	0,58	2,39	1,63
02	VIA1	0,21	0,37	1,22	1,52	2,30
03	VIA2	1,85	0,04	4,58	0,48	1,67
04	POA1	0,07	0,08	0,32	0,09	0,00
05	POA2	0,14	0,16	0,64	0,18	0,00
06	DEA0	0,19	0,07	0,13	1,23	0,63
07	DEA1	0,10	0,92	0,01	0,19	0,28
08	DEA2	1,42	3,45	0,05	0,06	0,09
09	LFE0	0,14	0,01	0,72	0,00	0,06
10	LFE1	0,00	0,20	0,01	0,26	0,03
11	LFE2	0,17	1,55	0,37	1,81	0,06
12	LAFE0	0,81	0,58	0,00	0,01	2,44
13	LAFE1	0,16	0,12	0,00	0,00	0,49
14	RFE1	0,34	0,09	0,04	0,72	0,00
15	RFE2	2,75	0,74	0,35	5,77	0,00
16	FFE1	0,34	0,09	0,04	0,72	0,00
17	FFE2	2,75	0,74	0,35	5,77	0,00
18	LOI0	0,22	0,00	0,26	0,00	0,86
19	LOI1	1,34	0,02	1,60	0,00	5,35
20	NBI0	1,05	0,10	0,42	0,00	0,23
21	NBI1	3,14	0,29	1,26	0,01	0,70
22	FER0	0,00	0,20	0,15	0,09	1,07
23	FER1	0,63	0,16	0,01	0,37	0,50
24	FER2	0,79	0,08	0,07	0,63	1,37
25	LFR0	3,92	0,03	1,06	0,46	0,02
26	LFR1	0,80	0,34	4,02	0,78	0,17
27	LFR2	3,26	0,84	5,43	0,36	1,30
28	LAFR0	4,17	0,12	0,38	0,25	0,18
29	LAFR1	2,16	0,82	3,37	0,26	1,40
30	LAFR2	2,93	1,40	6,70	0,01	2,58
31	RFR0	0,72	1,13	2,84	8,19	0,94
32	RFR1	1,53	1,13	0,02	2,86	0,08
33	RFR2	2,60	2,26	0,20	0,61	0,00
34	POF0	4,07	0,25	1,08	0,27	0,13
35	POF1	0,65	0,70	4,19	1,03	0,00
36	POF2	1,01	0,19	0,11	1,38	0,76
37	POF3	2,93	1,40	6,70	0,01	2,58
38	FFR0	0,72	1,13	2,84	8,19	0,94
39	FFR1	1,53	1,13	0,02	2,86	0,08
40	FFR2	2,60	2,26	0,20	0,61	0,00
41	SYF1	0,01	1,85	0,17	0,31	0,11
42	SYF2	0,03	7,68	0,71	1,28	0,47
43	DIF0	0,51	6,11	0,28	0,28	0,63
44	DIF1	0,10	1,22	0,06	0,06	0,13
45	SOF0	0,58	2,08	0,39	0,00	0,45

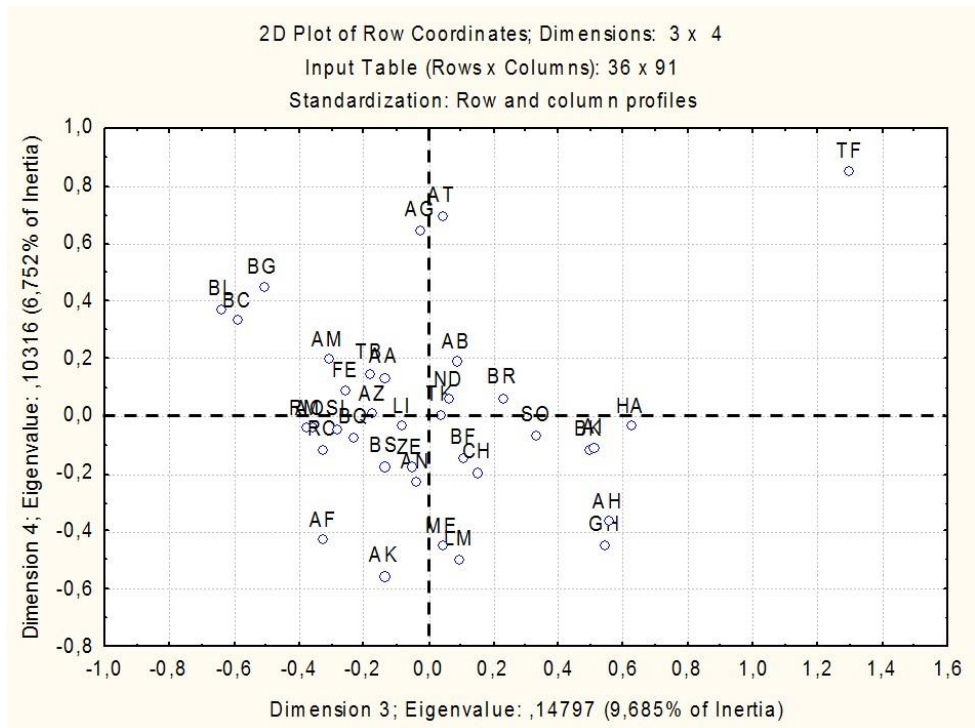
46	SOF1	0,52	1,86	0,35	0,00	0,40
47	BAF0	0,97	0,09	0,43	0,11	3,62
48	BAF1	0,78	0,07	0,34	0,08	2,89
49	MAF0	0,39	0,27	0,36	0,14	0,92
50	MAF1	1,01	0,70	0,95	0,37	2,39
51	PRL0	0,11	0,25	0,34	0,02	2,01
52	PRL1	0,38	0,88	1,20	0,06	7,04
53	DIL0	2,22	0,20	1,19	0,04	0,85
54	DIL1	2,49	0,23	1,34	0,04	0,95
55	VEF0	0,00	0,04	0,50	0,65	0,79
56	VEF1	0,00	0,10	1,13	1,48	1,80
57	LON0	1,34	0,33	2,38	0,07	7,06
58	LON1	0,02	2,11	0,23	0,16	4,91
59	LON2	1,13	5,46	0,26	0,10	0,91
60	LAN0	3,47	1,10	0,95	0,00	1,63
61	LAN1	0,12	1,20	2,72	0,10	0,29
62	LAN2	3,71	0,58	4,02	0,39	0,50
63	RAN1	0,23	0,80	4,50	5,59	0,04
64	RAN2	0,60	2,00	0,00	3,37	0,97
65	RAN3	0,92	3,06	0,73	0,62	0,75
66	PON0	2,51	0,45	2,09	0,01	5,07
67	PON1	0,60	0,60	0,64	1,36	3,36
68	PON2	1,03	0,11	3,60	3,92	0,54
69	PON3	3,74	0,80	4,21	0,65	0,60
70	NBS0	0,37	0,03	0,91	0,08	7,17
71	NBS1	0,01	0,47	0,04	0,00	0,18
72	NBS2	0,00	3,11	0,00	0,02	0,03
73	DES0	0,03	0,28	0,24	0,26	0,00
74	DES1	0,04	0,39	0,33	0,36	0,00
75	FON1	0,86	0,50	3,14	8,73	0,64
76	FON2	0,41	2,27	0,06	3,24	1,30
77	FON3	0,92	3,06	0,73	0,62	0,75
78	SAN1	0,10	2,21	0,11	0,13	0,01
79	SAN2	0,31	6,62	0,33	0,40	0,03
80	SBN0	0,29	0,79	0,09	0,00	0,16
81	SBN1	1,19	3,29	0,38	0,01	0,68
82	DIN0	1,81	1,80	0,44	1,63	0,00
83	DIN1	0,03	0,00	0,15	2,63	0,46
84	DIN2	0,12	0,41	0,11	4,43	1,24
85	SON0	0,04	1,80	1,02	0,05	1,13
86	SON1	0,06	2,83	1,60	0,08	1,78
87	BAN1	0,91	0,01	0,70	0,62	0,68
88	BAN2	0,58	0,01	0,45	0,39	0,43
89	SUN0	3,28	0,01	0,23	0,36	0,13
90	SUN1	2,29	0,13	0,48	1,96	0,07
91	SUN2	1,66	0,25	0,08	2,31	0,12

Annexe 3. Cos² associés aux modalités par rapport à chaque dimension (axe).

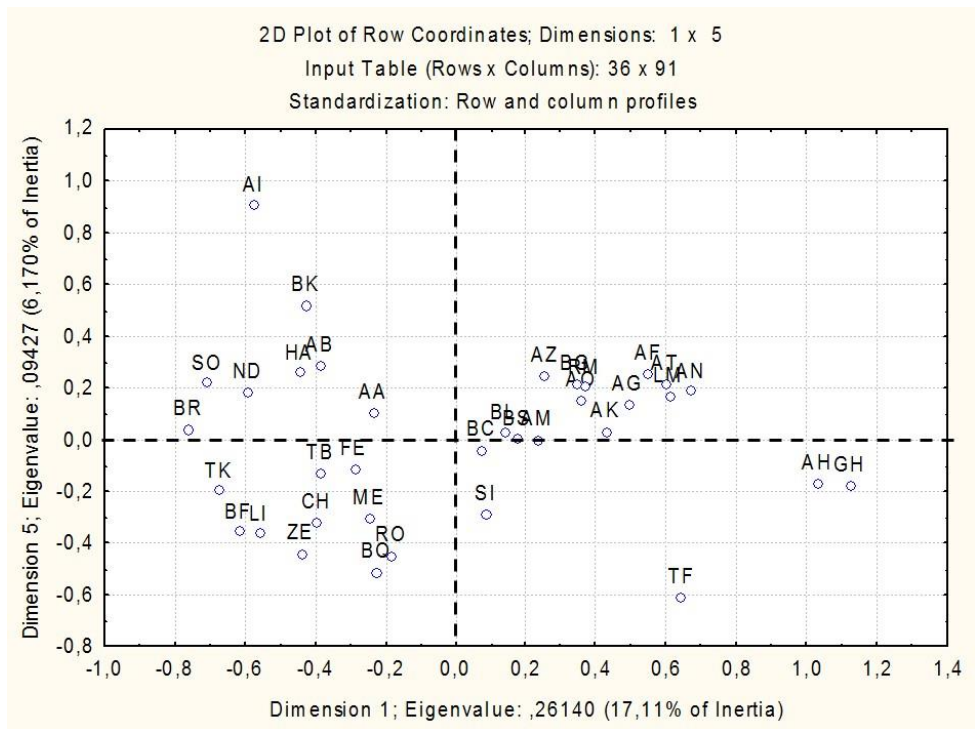
N°	Modalités	Cos ²				
		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
01	VIA0	0,1052	0,1854	0,0358	0,1030	0,0641
02	VIA1	0,0476	0,0604	0,1560	0,1356	0,1870
03	VIA2	0,2406	0,0038	0,3374	0,0248	0,0787
04	POA1	0,0195	0,0169	0,0510	0,0103	0,0002
05	POA2	0,0195	0,0169	0,0510	0,0103	0,0002
06	DEA0	0,0218	0,0058	0,0085	0,0548	0,0256
07	DEA1	0,0312	0,2060	0,0010	0,0228	0,0307
08	DEA2	0,1555	0,2733	0,0032	0,0026	0,0037
09	LFE0	0,0145	0,0004	0,0433	0,0000	0,0022
10	LFE1	0,0001	0,0602	0,0020	0,0432	0,0051
11	LFE2	0,0176	0,1189	0,0221	0,0756	0,0023
12	LAFE0	0,0916	0,0471	0,0000	0,0004	0,0993
13	LAFE1	0,0916	0,0471	0,0000	0,0004	0,0993
14	RFE1	0,2916	0,0569	0,0209	0,2410	0,0002
15	RFE2	0,2916	0,0569	0,0209	0,2410	0,0002
16	FFE1	0,2916	0,0569	0,0209	0,2410	0,0002
17	FFE2	0,2916	0,0569	0,0209	0,2410	0,0002
18	LOI0	0,1459	0,0020	0,0988	0,0001	0,2109
19	LOI1	0,1459	0,0020	0,0988	0,0001	0,2109
20	NBI0	0,3939	0,0264	0,0892	0,0007	0,0317
21	NBI1	0,3939	0,0264	0,0892	0,0007	0,0317
22	FER0	0,0000	0,0143	0,0084	0,0033	0,0385
23	FER1	0,1249	0,0229	0,0014	0,0293	0,0358
24	FER2	0,1268	0,0096	0,0064	0,0401	0,0799
25	LFR0	0,6035	0,0034	0,0923	0,0280	0,0011
26	LFR1	0,1507	0,0469	0,4287	0,0578	0,0118
27	LFR2	0,3451	0,0647	0,3255	0,0150	0,0498
28	LAFR0	0,7842	0,0164	0,0409	0,0184	0,0123
29	LAFR1	0,3491	0,0964	0,3080	0,0166	0,0816
30	LAFR2	0,3004	0,1040	0,3894	0,0002	0,0955
31	RFR0	0,0717	0,0821	0,1599	0,3220	0,0338
32	RFR1	0,2876	0,1543	0,0022	0,2122	0,0051
33	RFR2	0,4397	0,2781	0,0188	0,0408	0,0002
34	POF0	0,6570	0,0295	0,0983	0,0174	0,0073
35	POF1	0,1041	0,0815	0,3824	0,0656	0,0000
36	POF2	0,1039	0,0143	0,0064	0,0561	0,0282
37	POF3	0,3004	0,1040	0,3894	0,0002	0,0955
38	FFR0	0,0717	0,0821	0,1599	0,3220	0,0338
39	FFR1	0,2876	0,1543	0,0022	0,2122	0,0051
40	FFR2	0,4397	0,2781	0,0188	0,0408	0,0002
41	SYF1	0,0040	0,6513	0,0467	0,0589	0,0200
42	SYF2	0,0040	0,6513	0,0467	0,0589	0,0200
43	DIF0	0,0581	0,5004	0,0181	0,0127	0,0256
44	DIF1	0,0581	0,5004	0,0181	0,0127	0,0256
45	SOF0	0,1031	0,2689	0,0396	0,0002	0,0289

46	SOF1	0,1031	0,2689	0,0396	0,0002	0,0289
47	BAF0	0,1648	0,0109	0,0411	0,0071	0,2209
48	BAF1	0,1648	0,0109	0,0411	0,0071	0,2209
49	MAF0	0,1310	0,0664	0,0698	0,0189	0,1124
50	MAF1	0,1310	0,0664	0,0698	0,0189	0,1124
51	PRL0	0,0464	0,0769	0,0820	0,0027	0,3073
52	PRL1	0,0464	0,0769	0,0820	0,0027	0,3073
53	DIL0	0,4433	0,0296	0,1347	0,0032	0,0614
54	DIL1	0,4433	0,0296	0,1347	0,0032	0,0614
55	VEF0	0,0007	0,0095	0,0868	0,0789	0,0878
56	VEF1	0,0007	0,0095	0,0868	0,0789	0,0878
57	LON0	0,1517	0,0273	0,1520	0,0032	0,2874
58	LON1	0,0049	0,3053	0,0255	0,0122	0,3532
59	LON2	0,1532	0,5366	0,0202	0,0055	0,0442
60	LAN0	0,4516	0,1045	0,0697	0,0000	0,0765
61	LAN1	0,0268	0,1971	0,3476	0,0085	0,0234
62	LAN2	0,4059	0,0459	0,2485	0,0170	0,0196
63	RAN1	0,0239	0,0597	0,2615	0,2266	0,0016
64	RAN2	0,1023	0,2460	0,0001	0,2253	0,0590
65	RAN3	0,1632	0,3956	0,0735	0,0437	0,0482
66	PON0	0,3039	0,0394	0,1432	0,0003	0,2212
67	PON1	0,0918	0,0665	0,0556	0,0824	0,1865
68	PON2	0,1295	0,0102	0,2555	0,1939	0,0246
69	PON3	0,4087	0,0632	0,2602	0,0282	0,0235
70	NBS0	0,0363	0,0020	0,0497	0,0032	0,2504
71	NBS1	0,0051	0,1947	0,0123	0,0000	0,0365
72	NBS2	0,0002	0,2466	0,0002	0,0008	0,0010
73	DES0	0,0064	0,0452	0,0305	0,0229	0,0001
74	DES1	0,0064	0,0452	0,0305	0,0229	0,0001
75	FON1	0,0859	0,0363	0,1771	0,3433	0,0232
76	FON2	0,0726	0,2933	0,0061	0,2283	0,0838
77	FON3	0,1632	0,3956	0,0735	0,0437	0,0482
78	SAN1	0,0389	0,6031	0,0234	0,0200	0,0012
79	SAN2	0,0389	0,6031	0,0234	0,0200	0,0012
80	SBN0	0,1394	0,2787	0,0248	0,0005	0,0286
81	SBN1	0,1394	0,2787	0,0248	0,0005	0,0286
82	DIN0	0,1807	0,1300	0,0251	0,0639	0,0000
83	DIN1	0,0092	0,0000	0,0266	0,3201	0,0507
84	DIN2	0,0151	0,0373	0,0080	0,2191	0,0559
85	SON0	0,0085	0,3163	0,1398	0,0048	0,0988
86	SON1	0,0085	0,3163	0,1398	0,0048	0,0988
87	BAN1	0,1407	0,0012	0,0611	0,0376	0,0376
88	BAN2	0,1407	0,0012	0,0611	0,0376	0,0376
89	SUN0	0,6537	0,0016	0,0264	0,0282	0,0091
90	SUN1	0,3530	0,0140	0,0418	0,1191	0,0036
91	SUN2	0,1702	0,0184	0,0045	0,0934	0,0043

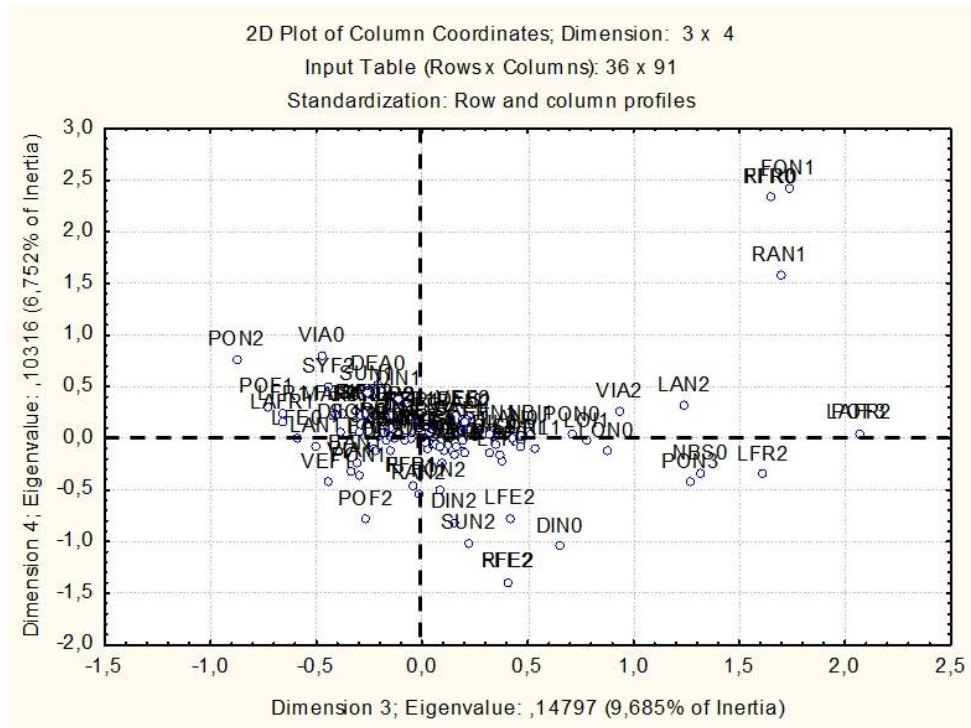
Annexe 4. Répartition des variétés d'olivier en fonction des axes 3 et 4 de l'AFCM



Annexe 5. Répartition des variétés d'olivier en fonction des axes 1 et 5 de l'AFCM



Annexe 6. Répartition des modalités en fonction des axes 3 et 4 de l'AFCM



Annexe 7. Répartition des variétés d'olivier en fonction des axes 1 et 5 de l'AFCM

