

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار - عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA



**FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
LABORATOIRE DE BIOCHIMIE ET DE MICROBIOLOGIE APPLIQUEES**

**Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat 3^{ème} cycle (LMD)
En BIOCHIMIE
Option : Biochimie Appliquée**

Intitulée

**Caractérisation physicochimique et biochimique des huiles de soja
raffinée et d'olive extra vierge «Rougette» consommées en Algérie;
Effets sur certains paramètres biologiques chez des rats *Wistar***

Présentée par : M^{me} DERRADJ Meriem

Directrice de thèse : M^{me}. HENCHIRI Chérifa Professeur, Université d'Annaba

Membres de Jury :

Président : LADJAMA A. Professeur, Université d'Annaba

Examineurs : BOUZERNA N. Professeur, Université d'Annaba

GRARA N. Maître de conférences A, Université de Guelma

Année universitaire : 2015/2016

REMERCIEMENTS

Dieu merci pour avoir achevé ce modeste travail.

A l'issue de ce travail, j'ai l'immense plaisir de remercier tous ceux qui ont permis sa réalisation dans des conditions exceptionnelles.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et ma gratitude à mon encadreur, Professeur **HENCHIRI Chérifa** d'avoir accepté de diriger ce travail, je la remercie infiniment pour ses critiques constructives, pour sa patience et pour son aide précieuse tout au long de la préparation de cette thèse.

Mes remerciements vont à Mlle **GRARA Njoud** Maître de conférences A à l'université de Guelma, qui m'a fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Je remercie Monsieur **LADJAMA Ali** professeur à l'université d'Annaba, qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider ce jury, ainsi que pour son aide en tant que responsable de la formation doctorale de Biochimie Appliquée et du laboratoire de biochimie et de microbiologie appliquée.

Je tiens à remercier également Monsieur **BOUZERNA Noureddine** Professeur à l'université d'Annaba, qui m'a fait l'honneur d'accepter d'examiner ce travail, ainsi que pour son aide.

Je remercie infiniment Monsieur le Professeur **TAHAR Ali** pour son aide très importante pour la réalisation des analyses statistiques de cette thèse.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus profonds à Monsieur **BOUROUIS** responsable du laboratoire régional de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes annexe d'Alger (CACQE), Algérie pour sa participation à la réalisation des analyses biochimiques des deux huiles étudiées.

Mes vifs remerciements vont également à Mlle **BOUGAMOUZA Ouided** ingénieur à l'institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne d'Emjez edchich, Skikda (ITAFV) pour son aide et ces conseils pertinents.

Je remercie très sincèrement Monsieur Said et l'équipe du laboratoire analyse chimique au niveau de l'entreprise COGB Bejaia de m'avoir bien accueillie et pour leurs conseils et leur aide à la réalisation des analyses physicochimiques de l'huile d'olive.

Je remercie infiniment le propriétaire du verger Monsieur **Larbi** et Monsieur **BELKHIR** Pour leur aide.

Mes plus profonds remerciements vont à **Mes chers parents**. Tout au long de mon cursus, ils m'ont toujours soutenue, encouragée et aidée. Ils ont su croire en moi et me donner toutes les chances pour réussir. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude.

Mes profonds remerciements s'adressent à **Mon Marie Amine** pour sa présence, son aide et son encouragement.

Je tiens à remercier **Mon Frère Anouar** pour sa présence et son aide tout au long de cette période de préparation de la thèse, Merci beaucoup mon frère.

Je tiens à remercier aussi **Mon frère Naoufel** et **Ma sœur Chayma** pour leur amour et leur présence.

Je remercie infiniment **Mon beau-frère Soufiane** pour son aide et pour le temps qu'il m'a consacré .

Je remercie **Ma Famille, Ma belle-famille** et **Mes amies** pour leur soutien.

Mes profonds remerciements et prières s'adressent à Monsieur **MEZOUARI Brahim** (Epoux de Mme Henchiri) pour ses services et pour sa gentillesse. Que Dieu lui accorde sa miséricorde.

Je n'oublie pas de remercier mes collègues : **Zahra, Meriem Ouazouaz, Amina Bouzitouna, Soumaya Badech, Karima, Meriem Krim, Hannen Zemmouri, Soumaya Habera, Lazhar, Hicham Maammar, Bilel Kerouaz**, Pour leur aide et à qui je dois ma reconnaissance.

ملخص

الغرض من هذه الدراسة هي الخصائص الفيزيائية والكيميائية الحيوية وتقييم آثارها على نسبة الدهون و نشاط أنزيم الليباز في المصل لدى الفئران ويستار سليمة (Wistar albinos) بعد تناولها لزيوتين يستهلكان في الجزائر : زيت الزيتون ROUGETTE و زيت الصويا .

الخصائص الفيزيوكيميائية المتحصل عليها تصنف زيت الزيتون في فئة "زيت الزيتون البكر الممتاز (EVOO) ، نتائج المؤشرات الفيزيوكيميائية التي تم الحصول عليها لزيت فول الصويا المكرر تتوافق مع تلك التي أوصت بها المعايير الدولية للدستور الغذائي (Codex Alimentarius).

تركيز الحموض الدهنية كشف عن ثراء زيت الزيتون بالأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة AGMI 80.12 % . إذ أن أغلبية الأحماض الدهنية متمثلة في حمض الأوليك (79,02% ω -9 ، و غناء زيت الصويا بالأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة 60.35 % الذي يمثلته حمض اللينوليك 6- ω (53.67 %) ، كشف زيت الزيتون احتوائه على نسبة عالية من توكوفيرول ألفا (340,32 مغ / كغ) مقارنة مع زيت الصويا المكرر (130.98 مغ / كغ) . هذه الأخيرة غنية بـ β توكوفيرول.

أظهرت الدراسة البيولوجية الآثار المفيدة لزيت الزيتون المتناول دفعات متقطعة مقارنة بالدفعات المستمرة خلال 45 يوما من العلاج، بزيادة نشاط أنزيم الليباز ومستويات HDL -C (المضادة لتصلب الشرايين) وتنقص مستويات LDL- C (المتسبب لتصلب الشرايين) .

إلا زيت الصويا المتناول باستمرار ، قدم آثار مفيدة على النشاط الليباز بعد 25 و 45 يوما من العلاج و على مستوى الدهون في الدم عن طريق زيادة الكوليسترول الجيد ، واستقرار الكوليسترول السيئ بعد 25 يوما من العلاج.

قد لوحظ ارتفاع النشاط الليباز أيضا بعد العلاج بكل من الزيوتين التي اخذت بالتناوب في حين لم يلاحظ أي تأثير على مستوى الدهون في الدم بعد فترتي العلاج 25 يوم و 45 يوم.

كلمات البحث: زيت الزيتون ، والأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة ، زيت فول الصويا ، والأحماض الدهنية غير المشبعة ، الدهون ، والنشاط الليباز .

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical and biochemical characteristics and effects on lipid profile and serum lipase activity on normal Wistar albinos rats of two oils consumed in Algeria, one of Rougette olive and the other of refined soybean.

The olive oil was ranked among “Extra-virgin olive oils (EVOO)” according to its physicochemical characteristics. Fatty acids assessment has shown a wealth of the olive oil in MUFA (80.12%), the oleic acid (C18:1, ω -9) is the predominant fatty acid (79.02%). Soybean oil, rich in PUFA (60.35%), represented by linoleic acid (C18:2, ω -6 at 53.67%). Olive oil has represented a high content in α -tocopherols (340.32mg/kg) compared to refined soybean oil (130.98mg/kg). This latter is rich in γ tocopherols

The biological study showed that olive oil taken discontinuously for 45 days, resulted in an increase of the lipase activity and HDL-c levels (anti-atherogenic) and a decrease in LDL-c levels (atherogenic) compared to that administrated daily.

Only continuous administration of soybean oil for 25 days has improved the lipid profile resulting in a very highly significant increase of good cholesterol (HDL-c) and stabilizing the bad cholesterol (LDL-c). This treatment stimulated serum lipase activity for both administration periods.

High lipase activity was also observed after a treatment with both oils taken, however, no significant effect on lipidic profile was noted after the two treatment periods.

Keywords: Olive oil, soybean oil, monounsaturated fatty acid, polyunsaturated fatty acid, lipid profile, lipase activity.

RESUME

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité de deux huiles consommées en Algérie, l'une d'olive Rougette et l'autre de soja raffinée en déterminant leurs caractéristiques physicochimiques et biochimiques ainsi que leurs effets sur le profil lipidique et l'activité lipasique sériques chez des rats *Wistar albinos* normaux .

Les caractéristiques physicochimiques obtenues classent l'huile d'olive dans la catégorie «Huile d'olive vierge extra (HOVE) », les résultats des indices physicochimiques obtenus pour l'huile de soja raffinée correspondent à ceux préconisés par les normes internationales du Codex Alimentarius.

Le dosage des AG a révélé une richesse de l'huile d'olive en AGMI 80,12% dont l'acide gras majoritaire est l'acide oléique ω -9 (79,02%) et une richesse de l'huile de soja en AGPI 60,35% représentée par l'acide linoléique ω -6 (53,67%). L'huile d'olive a présenté une teneur élevée en α tocophérols (340,32 mg/kg) par rapport à l'huile de soja raffinée (130,98 mg/kg) ; cette dernière est très riche en γ tocophérols.

L'étude biologique a montré des effets bénéfiques pour l'huile d'olive prise en discontinu que celle prise en continu pendant 45 jours de traitement, en augmentant l'activité lipasique sérique et les taux des HDL-C (antiathérogènes) et en diminuant les taux des LDL-C (athérogènes).

Seule l'huile de soja prise en continu a présenté des effets bénéfiques sur l'activité lipasique sérique après 25 et 45 jours de traitement et sur le profil lipidique en augmentant le bon cholestérol d'une manière très hautement significative et en stabilisant le mauvais cholestérol après 25 jours de traitement.

Une activité lipasique sérique élevée a été également observée suite au traitement par les deux huiles prises en alternance, alors qu'aucun effet significatif sur le profil lipidique n'a été remarqué après les deux périodes de traitement.

Mots clés : Huile d'olive, acides gras monoinsaturés, huile de soja, acides gras polyinsaturés, profil lipidique, activité lipasique.

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION.....	1
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
1. HUILE D'OLIVE.....	4
1.1.Généralités sur l'olivier.....	4
1.1.1.Origine géographique.....	4
1.1.2.Systématique.....	4
1.1.3.Cycle végétatif annuel.....	5
1.1.4.Exigences pédoclimatiques de l'olivier.....	6
1.1.4.1.Exigences climatiques.....	6
1.1.4.2.Exigences pédologiques.....	6
1.1.5.Description botanique de l'olivier et du fruit, l'Olive.....	6
1.1.6.Techniques d'extraction e l'huile.....	7
1.1.7.Composition chimique de l'huile.....	8
1.1.7.1.Acides gras.....	9
1.1.7.2.Les triglycérides.....	9
1.1.7.3.Composés mineurs.....	11
1.1.8.Effets de l'huile d'olive sur la santé.....	11
1.1.8.1. Effets des AGMI.....	11
1.1.8.2.Effets des composés mineurs.....	12
2. HUILE DE SOJA.....	14
2.1.Généralités sur le soja.....	14
2.1.1 Origines géographique et expansion du soja	14
2.1.2.Systématique.....	14
2.1.3.Description du soja.....	15
2.1.4.Exigences pédoclimatiques de soja.....	16
2.1.4.1.Exigences climatiques.....	16
2.1.4.2.Exigences pédologiques.....	16
2.1.5.Utilisation.....	17
2.1.6.Huile de soja brute.....	17
2.1.6.1.Définition.....	17

2.1.6.2.Composition.....	18
2.1.6.3.Trituration.....	18
2.1.7.Huile de soja raffinée.....	21
2.1.7.1.Définition.....	21
2.1.7.2.Raffinage.....	21
2.1.7.3.Comparaison.....	22
2.1.8.Effet de l'huile de soja sur la santé.....	23
MATERIELSET METHODES.....	25
1. OBJECTIFS DU TRAVAIL.....	25
2. HUILE D'OLIVE.....	25
2.1.Choix de la zone d'étude.....	25
2.2.Choix de la variété.....	26
2.3.Choix de la culture du verger et échantillonnage.....	26
2.4.Etude de la zone de production.....	26
2.4.1.Position géographique.....	26
2.4.2.Climat.....	28
2.4.3.Etude pédologique.....	29
2.4.4. Caractérisation morphologique de la variété «Rougette ».....	34
2.4.4.1. La feuille.....	34
2.4.4.2.Le fruit.....	35
2.4.5. Teneur en huile des fruits.....	41
2.4.6.Screening phytochimique des fruits d'Olives.....	42
2.4.6.1.Recherche de groupes bioactifs dans l'infusé.....	42
2.4.6.2.Recherche de groupes bioactifs dans le broyat d'olives.....	43
2.4.7. Extraction de l'huile.....	43
3. HUILE DE SOJA.....	44
4.DETERMINATION DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES DES DEUX HUILES.....	45
4.1.Eau et matières volatiles.....	45
4.2.L'acidité libre.....	45
4.3.Indice de peroxyde (I _p).....	46
4.4.Indice de saponification.....	47
4.5.Indice d'iode.....	48

4.6. Densité.....	48
4.7. Indice de réfraction "R".....	49
4.8. Couleur.....	49
4.9. Analyse spectrophotométrique dans l'ultra-violet.....	49
5. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES DEUX HUILES.....	50
5.1. Les acides gras.....	50
5.2. Détermination de la teneur en tocophérols.....	51
5.3. Détermination de la teneur en chlorophylles.....	52
5.4. Détermination de la teneur en caroténoïdes.....	52
6. ETUDE IN VIVO DES EFFETS DES HUILES SUR LE PROFIL LIPIDIQUE.....	53
6.1. Animaux et conditions d'élevage.....	53
6.2. Protocole expérimental.....	54
6.3. Suivi des animaux pendant la période du traitement.....	55
6.4. Sacrifice et prélèvements.....	56
6.4.1. Sacrifice des rats.....	56
6.4.2. Prélèvement sanguin.....	56
6.5. Pesée des organes.....	56
6.6. Dosage des paramètres biochimiques.....	56
6.6.1. Dosage de la glycémie.....	56
6.6.2. Dosage des Lipides totaux.....	57
6.6.3. Dosage des triglycérides.....	57
6.6.4. Dosage du Cholestérol total.....	57
6.6.5. Dosage des HDLc.....	58
6.6.6. Dosage des LDLc.....	58
6.6.7. Dosage des lipases.....	58
7. TRAITEMENT STATISTIQUE DES RESULTATS.....	59
RESULTATS ET DISCUSSION.....	60
1. ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	60
2. CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE LA VARIETE «ROUGETTE».....	65
3. DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE DES OLIVES.....	66

4.ETUDE PHYTOCHIMIQUE.....	66
5.CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES HUILES.....	68
5.1.Caractérisation physicochimique de l’huile d’olive.....	68
5.2.Caractérisation physicochimique de l’huile de soja.....	70
6. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES DEUX HUILES.....	71
6.1.Composition en acides gras par CPG.....	71
6.2.Composition en Tocophérols.....	73
6.3.composition en pigments des deux huiles.....	74
7. EFFETS DES DEUX HUILES SUR CERTAINS PARAMETRES BIOLOGIQUES.....	75
7.1.Effet des huiles sur les poids corporels.....	75
7.2.Effet des huiles sur les poids des organes.....	76
7.3.Effet des huiles sur la glycémie.....	78
7.4.Effets des huiles sur le profil lipidique.....	79
7.4.1.Lipides totaux.....	79
7.4.2.Triglycérides.....	80
7.4.3.Cholestérol total.....	82
7.4.4.HDL-C.....	83
7.4.5.LDL-C.....	84
7.5.Effet des huiles sur l’activité LPL sérique.....	85
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	
PUBLICATION	

LISTE DES FIGURES

	Page
<i>Figure 1. Photos montrant le cycle végétatif annuel de l'olivier.</i>	5
<i>Figure 2. Composition chimique du fruit, l'olive</i>	7
<i>Figure 3. Photos montrant les feuilles, fleurs, fruit et graines de soja</i>	15
<i>Figure 4. Schéma des différentes étapes de trituration de graines oléagineuses</i>	19
<i>Figure 5. Carte de situation géographique de la zone d'étude (Ain Larbi)</i>	27
<i>Figure 6. Diagramme climatique de la région d'Ain Larbi</i>	28
<i>Figure 7. Diagramme triangulaire permettant une classification des sols selon leur texture</i>	29
<i>Figure 8. Photo montrant les différents caractères des feuilles</i>	34
<i>Figure 9. Photos montrant les différents caractères du fruit entier</i>	37
<i>Figure 10. Photos montrant les différents caractères de l'endocarpe (noyau) de l'oliv</i>	40
<i>Figure 11. Système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases</i>	44
<i>Figure 12. Texture du sol du verger Maamer (Ain Larbi) selon le Triangle de « Tavernier et Maréchal, 1958 »</i>	61
<i>Figure 13. Appréciation du niveau de P2O5 assimilable en fonction de la teneur en argile</i>	63
<i>Figure 14. Appréciation du niveau de K2O échangeable en fonction de la teneur en argile</i>	64
<i>Figure 15. Appréciation du niveau de MgO échangeable en fonction de la teneur en argile</i>	64
<i>Figure 16. Chromatogramme des esters méthyliques des acides gras de l'huile d'olive</i>	71
<i>Figure 17. Chromatogramme des esters méthyliques des acides gras de l'huile de soja</i>	71
<i>Figure 18. Chromatogramme des tocophérols de l'huile d'olive</i>	73
<i>Figure 19. Chromatogramme des tocophérols de l'huile de soja</i>	73
<i>Figure 20. Variation des poids corporels pendant la première période de traitement (25 jours)</i>	76
<i>Figure 21. Variation des poids corporels pendant la 2ème période de traitement (45 jours)</i>	76

Figure 22 : Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur les poids des organes après la première période de traitement (25 jours)	77
Figure 23. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur les poids des organes après la deuxième période de traitement (45 jours).....	77
Figure 24. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur la glycémie après la première période de traitement (25 jours).....	78
Figure 25. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur la glycémie après la deuxième période de traitement (45 jours)	78
Figure 26. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur les lipides totaux sériques après la première période de traitement (25Jour).	79
Figure 27. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur les lipides totaux sériques après la deuxième période de traitement (45 Jours)..	80
Figure 28. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les Triglycérides sériques après la première période de traitement (25 jours).....	81
Figure 29. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les	81
Figure 30. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de Soja sur les taux du Cholestérol total après la première période de traitement (25Jours).....	82
Figure 31. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de Soja sur les taux du Cholestérol total après la deuxième période de traitement (45 Jours).	82
Figure 32. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les taux des HDL-C après la première période de traitement (25 Jours).....	83
Figure 33. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les taux des HDL-C après la deuxième période de traitement (45Jours).....	84
Figure 34. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les taux des LDL-C après la première période de traitement (25 Jours).	84
Figure 35. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les taux des LDL-C après la deuxième période de traitement (45Jours).....	85
Figure 36. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur l'Activité Lipasique après la première période de traitement (25 Jours).....	86
Figure 37. Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur l'Activité Lipasique après la deuxième période de traitement (45Jours).	86

LISTE DES TABLEAUX

	Page
<i>Tableau I : Classification botanique de l'olivier</i>	5
<i>Tableau II : Composition en acides gras de l'huile d'olive</i>	9
<i>Tableau III: Composition en triglycérides des huiles d'olive vierges françaises</i>	10
<i>Tableau IV : Composés mineurs de l'huile d'olive</i>	11
<i>Tableau V : Classification botanique du soja</i>	15
<i>Tableau VI : composition de l'huile brute de soja en acides gras et composés mineurs</i>	18
<i>Tableau VII : Composition de l'huile de soja durant les étapes de raffinage</i>	22
<i>Tableau VIII: Classe des sols selon l'échelle de Durand</i>	30
<i>Tableau IX : Echelle d'interprétation de l'acidité</i>	31
<i>Tableau X : Echelle d'interprétation de la charge en calcaire dans le sol</i>	32
<i>Tableau XI : Echelle d'interprétation de la matière organique</i>	32
<i>Tableau XII : Normes d'interprétation pour l'azote</i>	33
<i>Tableau XIII : Seuils d'interprétation du phosphore assimilable</i>	33
<i>Tableau XIV : Stratégies de fertilisation</i>	33
<i>Tableau XV : Composition de l'alimentation pour 1 kilogramme d'aliment (UAB, Béjaia)</i>	54
<i>Tableau XVII : Protocole expérimental</i>	55
<i>Tableau XVIII : Analyse de sols de la zone d'étude (verger Maamer)</i>	60
<i>Tableau XIX : Caractéristiques morphologiques de la variété d'olivier Rougette</i>	65
<i>Tableau XX : Résultats du screening phytochimique des fruits de l'olivier</i>	66
<i>Tableau XXI : Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive « Rougette »</i>	68
<i>Tableau XXII : Caractérisation physico-chimique de l'huile de soja raffinée</i>	70
<i>Tableau XXIII : Composition biochimique en acides gras de l'huile d'olive et de soja</i>	72
<i>Tableau XXIV :Composition en Tocophérols des deux huiles</i>	74
<i>Tableau XXV : Composition en chlorophylles et caroténoïdes des deux huiles</i>	74

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Actuellement, la composition en acides gras des huiles comestibles a été l'une des principaux arguments pour la définition de leur valeur nutritionnelle et pharmacologique. Plusieurs études ont montré une corrélation entre les principaux acides gras alimentaires et leurs bienfaits sur la santé. La substitution d'acides gras alimentaires saturés par des acides gras monoinsaturés (AGMI) et les acides gras polyinsaturés (AGPI) reste la meilleure stratégie nutritionnelle dans la prévention des maladies cardio-vasculaire (**Perona et al, 2004**).

Les acides gras saturés (AGS) à courte chaîne, de C10 à C16, surtout l'acide palmitique (C16) sont fortement athérogènes en induisant une augmentation de la cholestérolémie totale avec une élévation de la fraction LDL «mauvais cholestérol» et une baisse des HDL «bon cholestérol» (**Schlienger, 2001**). Les AGMI, en particulier le C18 : 1 ω 9, ont un effet hypocholestérolémiant ; ils diminuent le cholestérol LDL alors que le cholestérol HDL est maintenu ou augmenté (**Grundy, 1987 ; Grundy & Denke, 1990**). Les AGPI en n-6 et n-3 (C18 :2 ω 6 et C18 :3 ω 3) ont aussi une action réductrice sur la cholestérolémie, en particulier le LDL (**Grundy & Denke, 1990**).

L'huile d'olive fait partie intégrante de l'alimentation méditerranéenne, elle constitue une des principales sources de matières grasses. C'est un nutriment essentiel dans le régime méditerranéen ou crétois. Depuis plusieurs années, l'alimentation méditerranéenne suscite un intérêt international et des débats dans les milieux scientifiques, en particulier dans le domaine de la nutrition. Plusieurs chercheurs ont travaillé pour démontrer la réalité de son lien avec la prévention de la santé (**Estruch et al, 2013 ; Nordmann et al, 2011 ; Richard et al, 2001**).

Aujourd'hui, ce régime méditerranéen est devenu une référence mondiale en termes de bénéfices pour la santé et la longévité. Il repose sur une alimentation saine, équilibrée, riche en huile d'olive, en fruits et légumes frais ou légumes secs et en céréales. Malheureusement, à l'heure actuelle, ce modèle d'alimentation perd son équilibre nutritionnel en se transformant en un modèle d'excès alimentaires avec une consommation exagérée de produits animaux (**Cesar, 2005**).

On attribue souvent les bienfaits de ce régime à l'apport élevé en acides gras monoinsaturés provenant de l'huile d'olive et à l'apport faible en acides gras saturés. Effectivement, une diète riche en acides gras monoinsaturés réduit les taux de cholestérol total

et des LDL et augmente celui des HDL. En 1994, les bénéfices de l'alimentation méditerranéenne ont été officiellement reconnus par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

L'huile d'olive riche en AGMI et en composés mineurs, bénéficie d'une forte image santé auprès des consommateurs. Elle est considérée comme un "aliment fonctionnel" ou un "alicament". Elle représente une source typique de lipides dont la consommation a été associée à une incidence limitée des maladies cardiovasculaires, des désordres neurologiques, diabète, cancers du sein et du côlon, ainsi qu'aux propriétés antioxydantes (**Gimeno et al, 2002 ; Medeiros, 2001**). La majorité de ses bienfaits sont considérés comme des allégations nutritionnelles et de santé, ont été utilisées malgré que peu ont été autorisées par les Commissions pour ces huiles.

Cependant, d'autres effets bénéfiques sur la santé ont pu être mis en évidence dans le régime méditerranéen grâce à certaines études récentes. En 2011, il a été démontré que la diète méditerranéenne était plus efficace qu'une diète faible en gras monoinsaturés pour induire des changements dans le risque cardio-vasculaire ; en 2013, une autre étude reconnaît les bienfaits de la diète méditerranéenne sur les événements cardio-vasculaires et la mortalité (**Richard et al, 2011 ; Estruch et al, 2013**).

L'huile de soja raffinée contient environ 61 % d'acides gras polyinsaturés, 24% d'acides gras monoinsaturés et seulement 15% de saturés: sa consommation peut donc permettre une réduction du cholestérol total et du cholestérol LDL. De même, sa teneur élevée en acide alpha linoléique est compatible avec des propriétés antithrombotiques et antiarythmiques (**Lecerf & Borgies, 2002**).

Ces deux catégories d'huiles sont très utilisées en Algérie, leur qualité et leurs effets « santé » sont une priorité pour le consommateur ; en effet, l'Algérie mène dans le secteur de l'agroalimentaire, surtout l'huile d'olive, un programme qui vise principalement à encourager la production de produits alimentaires de haute qualité dans l'intérêt des producteurs et des consommateurs. L'Algérie a décidé d'instaurer le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) dans les industries alimentaires pour obtenir des produits de qualité concurrentiels sur le marché mondial.

Pour cela, il nous a semblé qu'il serait intéressant d'étudier leur qualité par la détermination de leurs caractéristiques physicochimiques et composition biochimique ainsi que leurs effets sur la santé en évaluant leurs impacts sur certains paramètres sanguins chez le rat.

Sachant qu'il n'existe pas une huile dans la nature équilibrée en AGS, AGMI et AGPI n-6 et n-3 ; pour un effet bénéfique sur la santé et pour limiter l'apport en AGS et majorer les AGMI et les AGPI et obtenir un rapport AGPI n-6/n-3 proche de 5, rapport considéré comme optimal conseillé pour la santé (**Paillard & Dourmap-Collas, 2007**) ; l'utilisation conjointe d'huiles d'olive et de soja pourrait-elle remplir ce rôle et améliorer surtout la lipémie.

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif de comparer les effets de deux huiles consommées en Algérie, l'une, huile d'olive extra vierge produite en Algérie et l'autre, huile de soja importée brute et raffinée dans le pays, sur certains paramètres biologiques chez des rats *Wistar albinos* normaux. Ces huiles, étant très utilisées dans le régime alimentaire de la population algérienne, nous avons voulu vérifier si cette consommation pourrait avoir des effets bénéfiques sur la santé des algériens.

Cette étude est constituée de trois parties :

Tout d'abord, une partie « synthèse bibliographique » qui comprend deux chapitres dont le premier décrit l'huile d'olive et ses bienfaits sur la santé ; le deuxième traite l'huile de soja, son raffinage et ses effets bénéfiques.

Une partie : « matériels et méthodes » où sont décrites les méthodes et les techniques utilisées dans ce travail.

Une partie « résultats et discussion » consacrée à la présentation des résultats et leur discussion à la lumière d'une bibliographie récente.

Enfin, on terminera cette étude par une conclusion générale et des perspectives.

***SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE***

1. HUILE D'OLIVE

1.1. Généralités sur l'olivier

1.1.1. Origine géographique ; expansion

Le berceau de l'olivier fut vraisemblablement l'Asie Mineure ou la Crète. Les premières traces que l'on a de l'olivier datent de 37 000 ans avant Jésus-Christ, en Grèce. Bien que les historiens et les archéologues ne soient pas unanimes sur le pays d'origine de l'olivier, cet arbre a incontestablement trouvé en Méditerranée des conditions climatiques auxquelles il s'est parfaitement adapté (**AMOURETTI & COMET, 1985**). Dès 3000 ans avant J-C, l'olivier est cultivé dans le Croissant fertile, aire englobant l'Égypte, la Syrie, la Palestine et la Phénicie (**DOUAT, 1998**). Vers 1600 ans avant J-C, les Phéniciens diffusent l'olivier dans toute la Grèce.

A partir du VI^{ème} siècle avant J-C, sa culture s'est étendue à tout le bassin méditerranéen en passant par la Libye, la Tunisie, la Sicile puis l'Italie. En Afrique du Nord, la culture de l'olivier existait déjà avant l'arrivée des Romains car les berbères savaient greffer les oléastres (**Camps-fabrer, 1983**). Au Moyen-âge, la culture de l'olivier continue mais peu d'informations circulent dans ce domaine pour cette époque.

Au XVI^{ème} siècle, conséquence des grandes expéditions maritimes parties d'Espagne et du Portugal en direction du Nouveau Monde, l'olivier est introduit en Amérique centrale, au Pérou, au Chili, en Argentine (**COI, 2010**), puis au XVIII^{ème} siècle en Californie.

Enfin, plus récemment, l'olivier a poursuivi son expansion au-delà de la Méditerranée, s'implantant en Afrique du Sud, en Australie, en Chine, au Japon (**DOUAT, 1998**). Mais jamais l'olivier ne poussera aussi bien que sur sa terre de prédilection, la Méditerranée.

1.1.2. Systématique

Olea europaea Linné est l'unique espèce méditerranéenne représentative du genre *Olea* (**Tableau I**). Certaines classifications distinguent deux sous-espèces :

- l'olivier cultivé : *Olea europaea* Linné variété sativa.
Il est constitué par un grand nombre de variétés améliorées, multipliées par bouturage.
- L'olivier sauvage, encore appelé oléastre : *Olea europaea* Linné variété oléastre.

L'oléastre se différencie de l'olivier cultivé par ses caractères : c'est un arbrisseau qui possède des rameaux épineux et quadrangulaires, ses fruits sont petits et nombreux et son huile est peu abondante.

Tableau I: Classification botanique de l'olivier selon (Henry, 2003)

Classification	
Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Srophulariales
Famille	Oleaceae
Genre	Olea
Espèce	<i>Olea europaea</i> Linné

1.1.3. Cycle végétatif annuel

Le cycle végétatif annuel de l'olivier est présenté sur la **Figure 1**.

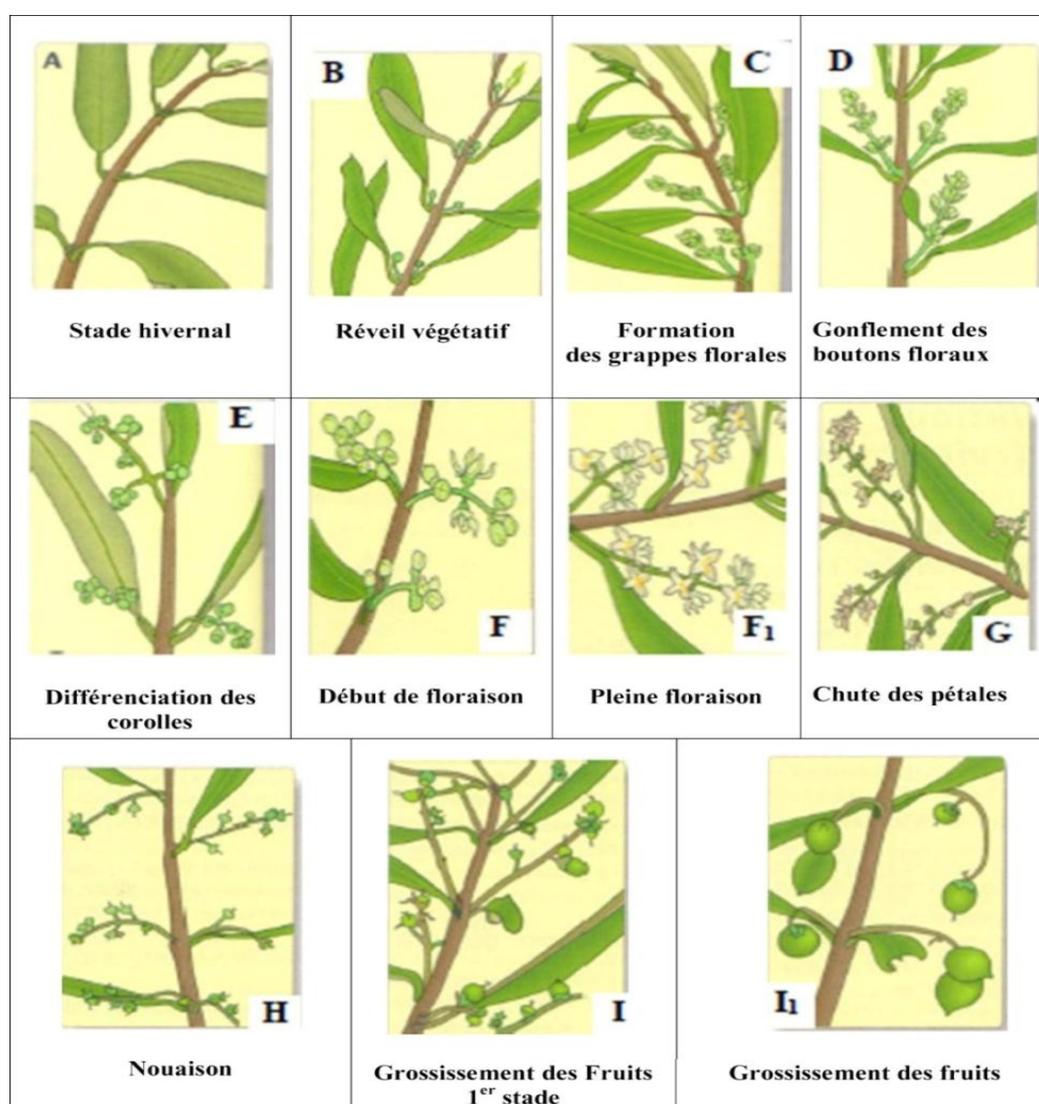


Figure 1 : Photos montrant le cycle végétatif annuel de l'olivier (Argenson et al, 1999).

1.1.4. Exigences pédoclimatiques de l'olivier

1.1.4.1. Exigences climatiques

- **La température**

L'olivier est un arbre des pays à climat méditerranéen où les températures varient en moyenne entre 16 et 22°C. Il préfère la lumière et la chaleur, Il est aussi apte à bien supporter les températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante (enracinement profond nécessaire en climat présaharien).

De même, l'olivier craint le froid, les températures négatives peuvent être dangereuses particulièrement si elles se produisent au moment de la floraison (**Hannachi et al, 2007**).

- **La pluviométrie**

Les précipitations hivernales permettent au sol d'emmagasiner des réserves en eau. Les pluies automnales de Septembre-Octobre favorisent le grossissement et la maturation des fruits. La pluviométrie ne doit pas être inférieure à 220 mm par an, ce nombre peu élevé montre que l'olivier supporte bien la sécheresse, il se contente d'une pluviométrie basse, la moins élevée de toutes les espèces fruitières. La période du 15 Juillet au 30 Septembre est très importante pour le développement des fruits. Si elle est trop sèche, les fruits tombent prématurément et le rendement diminue considérablement. C'est pourquoi, une irrigation est parfois nécessaire pour éviter cet accident.

1.1.4.2. Exigences pédologiques

L'olivier est très tolérant à la nature et à la richesse du sol. Il se contente d'un sol pauvre mais, comme c'est le cas pour beaucoup de plantes, il poussera d'autant mieux que le sol est riche et profond. Il est très important de le planter sur un sol bien drainé, l'olivier n'aimant pas l'eau stagnante, ni les sol argileux, trop collants, et préfère au contraire les sols où l'eau s'évacue bien, sableux ou même caillouteux. Le sol doit avoir une teneur en azote élevée (**Polese, 2007; Hannachi et al, 2007**).

1.1.5. Description botanique de l'olivier et du fruit, l'Olive

L'olivier est un arbre typiquement méditerranéen, de 6 à 8 m de hauteur, à tronc tortueux et à écorce grisâtre et crevassée. Les feuilles sont blanches, argentées sur la face inférieure, vertes grisâtres sur la face supérieure, opposées, persistantes, coriaces et lancéolées. Les fleurs, petites et blanches, à quatre pétales, sont réunies en grappes dressées.

L'olive est une drupe de forme ovale constituée d'un péricarpe qui comprend deux parties : l'épicarpe (la peau) et le mésocarpe (la pulpe) et d'un endocarpe (noyau). Elle pèse de

2 à 12 g, bien que certaines variétés puissent peser jusqu'à 20 g. La composition chimique moyenne de l'olive est présentée sur la **Figure 2 (Benlemlih & Ghanam, 2012)**.

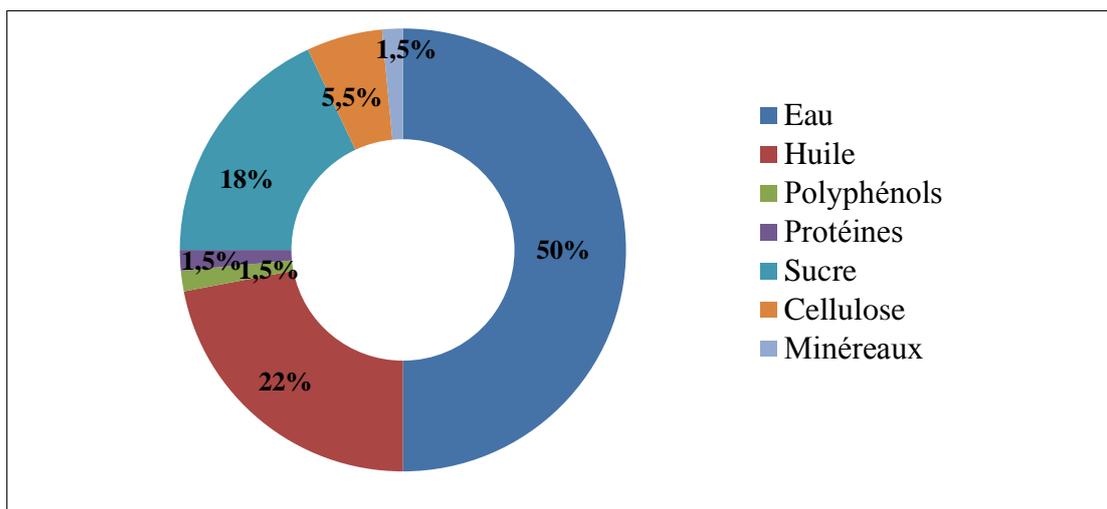


Figure 2 : Composition chimique du fruit, l'olive exprimée en % du poids total (Benlemlih et Ghanam, 2012).

1.1.6. Techniques d'extraction de l'huile

Le procédé de fabrication de l'huile d'olive est relativement simple, mais nécessite de respecter avec soin ses différentes étapes : Effeuilage, lavage, broyage, malaxage, pressurage, décantation et stockage (Benlemlih & Ghanam, 2012; Chimi, 2006).

- **Effeuilage**

Les olives destinées à la fabrication de l'huile sont triées pour éliminer les brindilles et les feuilles, cette opération est nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile, se traduisant par un excès d'amertume et par une moindre aptitude à la conservation de l'huile. Le poids de feuilles à tolérer ne doit pas dépasser 1% du poids du lot d'olives à triturer.

- **Lavage**

Il se fait à l'eau froide, il s'agit d'une opération fondamentale pour éviter les terres qui interfèrent avec la couleur et les autres propriétés organoleptiques de l'huile ainsi que certaines traces métalliques qui sont des catalyseurs de l'oxydation et qui peuvent altérer l'huile lors du stockage.

- **Broyage**

Les olives sont broyées immédiatement pour éviter toute oxydation ; le broyage peut être effectué avec des meules en pierre ou avec un broyeur métallique. Selon la norme du Conseil Oléicole International (COI), la durée de broyage ne doit pas dépasser 20 à 30 minutes. Si le broyage est plus prolongé, il y a risque de perte des polyphénols, l'huile ainsi produite perd sa qualité et s'oxyde plus facilement lors du stockage.

- **Malaxage**

Le broyage ne suffit pas à briser la totalité des vacuoles huileuses pour libérer le maximum d'huile, un malaxage est appliqué à la pâte jusqu'à l'obtention d'une pâte onctueuse pour faciliter l'extraction.

Le broyage et le malaxage permettent d'obtenir une pâte qui contient de la matière solide (débris des noyaux, d'épiderme, de parois cellulaires,...) et du fluide (huile et l'eau de végétation).

- **Séparation solide/liquide**

Une fois la pâte d'olives homogénéisée, l'étape suivante consiste en la séparation de la phase solide de la phase liquide. Deux systèmes de séparation de phases sont utilisés : un système de presse, un système de centrifugation horizontale à 2 ou à 3 phases. La décantation se fait dans un décanteur, cylindre métallique tournant à grande vitesse dans lequel les différents composants de la pâte se séparent en fonction de leur densité.

- **Séparation huile/eau**

L'huile et l'eau ont des densités très différentes (0,913 pour l'huile d'olive, 0,9982 pour l'eau à 20°C) ; ces deux liquides ne sont pas séparables par gravité dans des conditions standards, pour les séparer on utilise une centrifugeuse.

- **Le stockage**

L'huile d'olive est immédiatement stockée dans des cuves en Inox afin d'éviter toute oxydation ; l'huile peut alors être filtrée pour la rendre limpide et brillante ou bien être mise en bouteilles en l'état. Une fois mise en bouteille, l'huile d'olive doit être conservée à l'abri de la chaleur et de la lumière.

1.1.7. Composition chimique de l'huile

La composition de l'huile d'olive caractérise sa qualité ; elle varie en fonction de plusieurs facteurs, en particulier la variété (**Vinha et al, 2005**), la maturité (**Dag et al, 2011**), la qualité des olives triturées et le procédé d'extraction (**Luís Vaz et al, 2008**), les conditions climatiques (**Aparicio et al, 1994**) et l'origine géographique (**Moussa et al, 1996**). (**Purcaro et al, 2014**). Les composés qu'elle renferme peuvent être subdivisés en deux grandes catégories :

- Les substances saponifiables (triglycérides, acides gras) (environ 98% de l'huile) ;
- Les substances insaponifiables (environ 2 % de l'huile) (**Benlemlih & Ghanam, 2012**).

1.1.7.1. Acides gras

Le **Tableau II** montre la composition en acides gras selon les normes du **Codex Alimentarius (2003)** et du **COI (2015)**.

Tableau II: Composition en acides gras de l'huile d'olive

Acides gras	Formule brute	Codex Alimentarius, 2003 (%)	COI, 2015 (%)
Acide myristique	C14:0	< 0,1	≤ 0,03
Acide palmitique	C16:0	7,5- 20	7,5- 20
Acide palmitoléique	C16:1	0,3-3,5	0,3-3,5
Acide stéarique	C18:0	0,5-5	0,5-5
Acide oléique	C18:1n-9	55-83	55-83
Acide vaccinique	C18:1n-7	/	/
Acide linoléique	C18:2n-6	3,5-21	2,5- 21
Acide α-linolénique	C18:3n-3	< 1,5	≤ 1
Acide arachidonique	C20:0	< 0,8	≤ 0,6
Acide gadoléique	C20:1n-9	/	≤ 0,4
Acide béhénique	C22:0	< 0,2	≤ 0,2
Acide lignocérique	C24:0	< 1	≤ 0,2

L'abondance de l'acide oléique, un acide gras mono-insaturé, est la caractéristique qui définit l'huile d'olive en dehors des autres huiles végétales (**Benlemlih & Ghanam, 2012**). La variabilité en acides gras est relativement importante, mais en moyenne, l'huile d'olive vierge se compose de 72% d'acides gras monoinsaturés (AGMI), 14% d'acides gras polyinsaturés (AGPI), représentés majoritairement par l'acide linoléique et 14% d'acides gras saturés (AGS) (**Harwood & Aparicio, 2000**).

1.1.7.2. Les triglycérides

Les triglycérides sont couramment désignés par trois lettres correspondant aux abréviations des acides gras qui estérifient le glycérol (**Tableau III**). Ainsi à titre d'exemple, OOO est le trioléoyl glycérol ou trioléine et POO, le pami-toyl-dioléoyl- glycérol ou palmitoyl dioléine.

Les triglycérides qui se trouvent dans des proportions significatives dans l'huile d'olive sont : OOO (40-59%), POO (12-20%), OOL (12,5-20%), POL (5,5-7%) et SOO (3-7%) (**Casadei, 1978 ; Catalano, 1968**). Aucune norme ne fixe de limite quant aux proportions de triglycérides présents dans les huiles d'olive vierge.

Tableau III: Composition en triglycérides des huiles d'olive vierges françaises (**Ollivier et al, 2003**).

Triglycérides	Limites (%)	Moyenne (%)
LLL	0,01-0,90	0,13
OLnL+PoLL	0,02-0,85	0,24
PLnL	0,00-0,29	0,06
LOL	0,13-6,20	1,9
OLnO+PoOL	0,52-2,46	1,36
PLnO+PPoL	0,25-1,35	0,64
LOO+LnPP	7,48-23,27	13,93
PoOO	0,14-3,21	1,1
PLO+SLL	2,16-11,71	5,57
PLP	0,00-1,53	0,46
OOO+PoPP	27,32-58,76	44,69
SLO	0,00-1,77	0,52
POO	14,69-27,65	20,03
POP	0,45-5,38	3,08
SOO	0,49-7,22	3,72
POS+SLS	0,37-3,47	0,85
PPS	0,23-1,03	0,52

1.1.7.3. Composés mineurs

Les teneurs en composés mineurs contenus dans l'huile d'olive sont présentées dans le **Tableau IV**.

Tableau IV: Composés mineurs de l'huile d'olive exprimés en ppm (**Boskou, 2009**).

Composés mineurs	Concentrations (ppm)
Pigments chlorophylliens et caroténoïdes	01 -20
Phénols totaux	100 - 300
Bêta, gamma et delta-tocophérols	10 – 20
Alpha tocophérol	100 – 250
Erythrodiol	19 – 69
Hydrocarbures totaux	1500 – 8000
Stérols totaux*	≥ 1000
Les acides triterpéniques totaux	40 -185
les alcools aliphatiques	60-200

* : (**COI, 2011**)

1.1.8. Effets de l'huile d'olive sur la santé

De nombreuses recherches récentes ont confirmé les bienfaits nutritionnels et pharmacologiques de l'huile d'olive pour la santé à cause de sa richesse en AGMI (acide oléique) et en composés mineurs.

1.1.8.1. Effets des AGMI

Dès le début des années 80, **Charbonnier (1982)** suggérait que l'acide oléique était capable de ralentir la pénétration des acides gras polyinsaturés dans les parois des cellules artérielles et qui risquent d'être oxydés par les attaques radicalaires ; ce qui peut engendrer ainsi l'oxydation totale des LDL. Leur oxydation modifie leur structure de sorte qu'ils ne sont pas reconnus par les récepteurs aux LDL, mais par ceux des macrophages. Ces derniers se remplissent de cholestérol, devenant de ce fait des cellules spumeuses qui, par coalescence, conduisent à la strie lipidique, lésion initiale de la plaque d'athérome. Cette plaque d'athérome (ou d'athérosclérose) est responsable de nombreux problèmes cardio-vasculaires (**Ross, 1999; Westhuyzen, 1997**). De même selon certains auteurs, la consommation de l'acide oléique entraîne l'augmentation des HDL-C (**Delplanque et al, 1991 ; Mensink et al, 2003**).

Il existe une hypothèse qui se rapporte à la capacité de l'acide oléique de réguler directement l'expression de certains oncogènes. Ainsi, des cultures de cellules du sein, en présence de concentration physiologique d'acide oléique, ont révélé une inhibition de la surexpression de HER2, un oncogène clé connu pour sa participation dans environ 20 % des carcinomes du sein (Colomer et al, 2006).

Dans le cas de l'obésité, du diabète et du syndrome métabolique, une diète riche en huile d'olive et consommée d'une manière chronique, améliore le profil glucidique et insulinique. Une étude américaine montre que l'acide oléique permet de réduire la sensation de faim. Le mécanisme biochimique revient à la conversion de l'acide oléique dans l'intestin en une hormone (OEA) qui augmente la satiété (Paniagua et al, 2007 ; Schwartz et al, 2008 ; Tierney et al, 2007).

1.1.8.2. Effet des composés mineurs

Si les acides gras représentent la très grande majorité de la composition de l'huile d'olive en matière de masse, les composés mineurs pourraient être les plus importants et ont des bénéfices sur la santé humaine ; d'autres renforcent la stabilité de l'huile et d'autres encore sont responsables de son arôme particulier. Les principaux composés mineurs de l'huile d'olive sont : les tocophérols, les phénols, les composés aromatiques, les hydrocarbures et stérols.

- **Polyphénols**

Les composés phénoliques pourraient avoir des bénéfices importants sur la santé. En effet, leur activité antioxydante a deux effets principaux : tout d'abord ils protègent l'huile de l'oxydation ; ce qui permet d'augmenter sa durée de vie lors du stockage, ils vont également augmenter le pouvoir antioxydant de l'organisme et ainsi prévenir le développement de certaines maladies du stress oxydatif.

Selon Owen (2000), des composés tels que l'hydroxytyrosol et l'acide vanillique ont engendré de fortes activités antioxydantes.

Une étude sur le cancer du côlon a également montré que des extraits phénoliques d'huile d'olive semblaient réduire la capacité d'adhésion des cellules cancéreuses, ce qui ralentirait la prolifération du cancer du côlon (Hashim, 2008).

Beauchamp et ses collaborateurs (2005), affirment que l'oléocanthal, un composé phénolique identifié récemment dans l'huile d'olive, a la même activité pharmacologique que l'ibuprofène, médicament anti-inflammatoire, se trouve uniquement dans l'huile d'olive extra vierge fraîchement pressée .

- **Tocophérols**

Les tocophérols sont liposolubles et leur présence dans les huiles les protège du rancissement. Dans l'organisme humain, les principaux systèmes antioxydants endogènes agissent dans les parties aqueuses de la cellule. L'alpha-tocophérol (90 % des tocophérols de l'huile d'olive) est en effet connu pour être l'antioxydant lipophile le plus puissant pour limiter le processus d'oxydation radicalaire ; cet effet est lié à la qualité de l'huile (**Boskou, 2009**). Une déficience en tocophérol dans les membranes cellulaires peut augmenter la perméabilité des cellules et donc les rendre plus vulnérables à la dégradation.

En plus de leur activité antioxydante, les tocophérols ont été associés à un ralentissement de l'agrégation plaquettaire et de l'adhésion des monocytes dans les vaisseaux sanguins. **Zingg (2004)**, suggérait que ces effets pourraient être dus à des interactions entre l'alpha-tocophérol, certaines enzymes et des protéines structurales.

Kecili et Gordon (2001), en comparant l'activité antioxydante de l' α -tocophérol et des composés phénoliques extraits à partir d'olives et d'huile d'olive, ont montré que, ces extraits ont été beaucoup plus actifs que l' α -tocophérol. Cette activité antioxydante dépend de sa concentration en relation avec les phénols polaires dans l'huile d'olive (**Boskou, 2009**).

- **Composés aromatiques**

Les composés aromatiques (responsable de la saveur et l'odeur recherchée de l'huile d'olive), parmi lesquels on peut citer : l'hexanal, le nonanal, le 1-hexanol, le 3-hexanal, le 2-heptenal ou le 2-nonenal, ainsi que des hydrocarbures cycliques mono- et sesquiterpéniques exercent une activité antimicrobienne contre certains germes tels que *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Candida utilis*, et *Aspergillus niger* (**Kubo et al, 1995**).

- **Hydrocarbures (squalène)**

Certains auteurs ont montré que le squalène, Le principal hydrocarbure de l'huile d'olive a un effet protecteur vis-à-vis des cancers du sein (**Newmark, 1999**) et du pancréas (**La Vecchia & Negri, 1997**). D'autres études montrent que le squalène alimentaire exerce des effets anticarcinogènes (**Hamdi & Castellon, 2005**).

- **Stérols (β -sitostérol)**

L'administration de stérols végétaux et des stanols, par voie orale ou parentérale, entraîne une diminution des concentrations plasmatiques de cholestérol total et des LDL-C (**Jones et al, 1997 ; Law, 2000**). Il est probable que l'essentiel de cette baisse est lié à l'inhibition de l'absorption intestinale du cholestérol. Il est également possible qu'un effet s'exerce sur le métabolisme hépatique et intestinal du cholestérol.

Il existe plusieurs rapports sur les effets antitumoraux de phytostérols, en particulier le β -sitostérol, qui ont été discutés par certains auteurs ; ce composé a également entraîné une diminution de la croissance de cellules cancéreuses de prostate et l'induction de l'apoptose de ces cellules (**Boskou, 2009**).

2. HUILE DE SOJA

2.1. Généralités sur le soja

2.1.1. Botanique, Origine et expansion du soja

D'un point de vue botanique le soja, *Glycine max* L. Merrill, est une légumineuse. Cette espèce, produit des plantes érigées de 0.3 à 2 m de haut. Les Fleurs sont petites (< 2 mm) et de couleur blanche à violettes. A maturité cette plante produit des gousses de 1 à 5 graines.

Le soja est d'origine asiatique, du Nord Est de la Chine (Mandchourie) et sa domestication, à partir de la forme sauvage, remonterait au XIe siècle avant J-C (**HYMOWITZ, 1970**).

Il serait issu d'une espèce volubile, connue aujourd'hui sous le nom de *Glycine usuriensis* ou de *Glycine soja*. Après la domestication, son extension est rapide dans toute l'Asie ; le soja atteint le Sud -Est asiatique ainsi que le Népal et l'Inde en 1400/ 1500 ans de notre ère.

En Europe, les premières études agronomiques sur le soja remontent au XVIIIe siècle. En Amérique, sa culture reste marginale jusqu'à la fin du XIXe siècle (**Souccar, 2016**). C'est à la même période qu'il fut introduit en Afrique en tant que culture vivrière.

Certains Pays africains ont opté pour la culture du soja (Nigeria, Afrique du Sud) mais les grands producteurs mondiaux sont : les USA, le Brésil, l'Argentine et la Chine (**CHARVET, 2016**).

2.1.2. Systématique

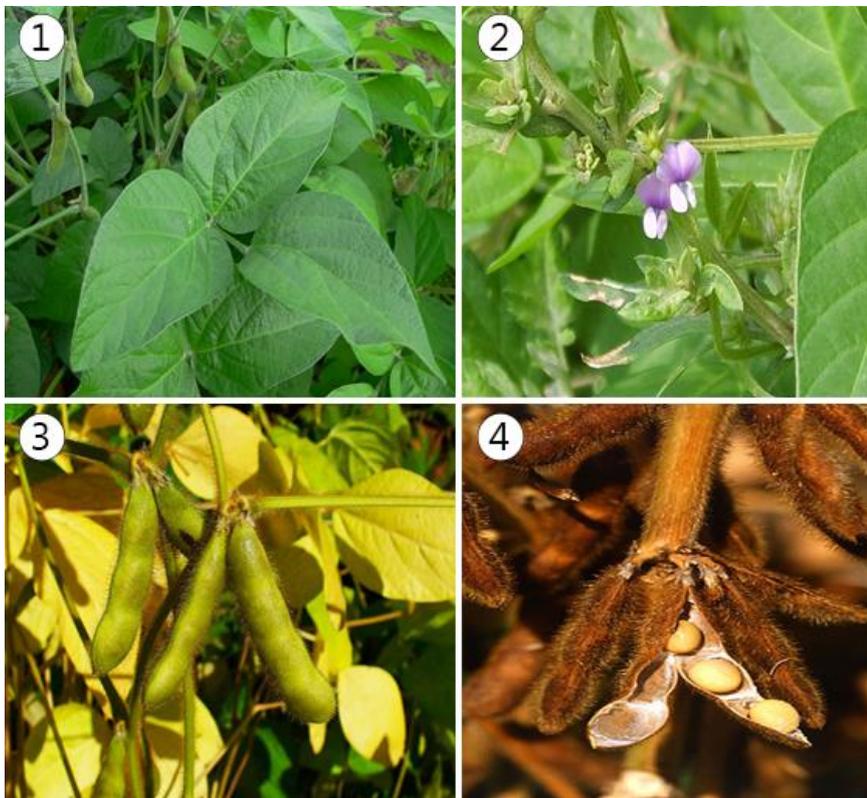
Il appartient au genre *Glycine*. D'origine tropicale, ce genre est composé de quelques 280 espèces représentées par des plantes arbustives ligneuses, herbacées vivaces et annuelles ayant un nombre chromosomique de base de $X = 10$.

Tableau V: Classification botanique du soja (NCBI Taxonomy Browser, 1988).

Classification	
Règne	Viridiplantae
Division	Tracheophyta
Super-classe	Magnoliophyta
Classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Papilionoideae
Tribu	Phaseoleae
Genre	Glycine

Nom binomiale : *Glycine max* (L.) Merrill (1917)

2.1.3. Description du soja



- ① Feuilles trifoliolées ③ le fruit est une gousse qui contient les graines
 ② Fleurs violettes ④ graines de soja

Figure 3: Photos montrant les feuilles, fleurs, fruits et graines de soja (Wikipédia, 2016).

Le soja est une plante herbacée annuelle ; dressée, elle ressemble aux haricots, qui peut atteindre 2 m de haut selon les variétés et les conditions de culture. Les feuilles sont alternes, trifoliées selon les variétés. L'inflorescence est une fausse grappe qui se forme à l'aisselle des feuilles, densément poilue. La fleur est petite de couleur blanche rose violette ou bleuâtre. Le fruit est une gousse verte déhiscente, grise ou brune à maturité, généralement comprimé avec 2 à 3 graines suivant les variétés. La forme et la couleur de la graine sont variables (**Figure 3**). Le système racinaire est pivotant avec de nombreuses nodosités (caractéristiques principales des fabacées) (**Van der Vossen et al, 2007**).

2.1.4. Exigences pédoclimatiques du soja

2.1.4.1. Exigences climatiques

- **Température**

Le soja est une plante dite de jour-court, ce qui signifie que la floraison a lieu quand les nuits commencent à rallonger. La température minimale pour que le soja pousse est de 10 °C et la température optimale de 22 °C, avec un maximum d'environ 40 °C.

Cette plante est bien adaptée à des conditions climatiques variées allant des régions subtropicales aux climats tempérés frais. Elle est cultivée à une altitude moyenne dans les régions intra montagneuses des tropiques et jusqu'aux latitudes 520 N et environ 440 S dans les régions tempérées et tempérées froides. (**Nieuwenhuis & Nieuwelink, 2005 ; Berk, 1993**).

- **La pluviométrie**

Des précipitations de 500 à 700 mm sont nécessaires pour obtenir un bon rendement. Le développement végétatif de la plante (la période de développement des gousses et des graines) est très dépendant de l'apport d'eau et des arrosages qui sont nécessaires quand le régime des pluies n'est pas régulier. Les excès d'humidité doivent être évités lors de la phase de maturation des fruits, car les fleurs sont sensibles aux changements de régime hydrique et ont tendance à avorter en plus grand nombre (**Berk, 1993**).

2.1.4.2. Exigences pédologiques

Le soja croît le mieux sur des sols dont la texture n'est pas trop légère (sols très sablonneux) ni trop lourde (sols argileux). Il germe difficilement sur les sols très lourds mais pousse mieux après. Le soja apprécie également les sols ayant une grande teneur en matière organique, mais supporte moins bien les sols basiques et acides. Un pH entre 5.8 et 7.8 est

souhaitable. Les sols salins ne sont pas adaptés pour la culture du soja (**Nieuwenhuis & Nieuwelink, 2005**).

2.1.5. Utilisation

Le soja est une légumineuse dont les graines sont riches en protéines. Elles contiennent en moyenne : 30 à 40% de protéines, 20% de lipides, 35% de glucides dont 20% de fibres, 5% de minéraux et vitamines (**Boislève, 2010**). C'est pour cela qu'il est très utilisé en alimentation humaine.

Les graines de soja séchées ou vertes peuvent être consommées cuites sans autre modification. Elles peuvent aussi être germées et utilisées comme légumes dans des salades. Les graines germées ont l'avantage de produire une quantité appréciable de vitamine C (acide ascorbique), ce qui n'est pas le cas pour les graines séchées de soja ou celles d'autres légumineuses.

Dans les pays asiatiques, une grande partie de la production de graines de soja sert surtout à la préparation de nombreux produits transformés qui possèdent une excellente qualité nutritionnelle dont les plus importants sont le lait de soja, le tofu, l'Okara, le miso et la sauce de soja (**Carrao Panizzi & Gontijo Mandarino, 1995**).

En 2001, on a estimé que plus de 95 % de la récolte de graines de soja aux États-Unis et 60 % de celle du Brésil étaient destinées à la production d'huile.

2.1.6. Huile de soja brute

2.1.6.1. Définition

L'huile de soja brute est extraite à partir des graines de soja, elle n'est pas comestible et nécessite obligatoirement un raffinage.

L'huile brute de soja est définie en termes d'humidité, impuretés, teneur en Phosphatides, en acides gras libres et aussi en termes de couleur, caractéristiques d'oxydation et traces métalliques.

La qualité est donnée par la valeur de l'extinction spécifique à 232 nm :

- Si E est inférieure ou égale à 3.0 la qualité est bonne
- Si E est supérieure à 3.0 la qualité est médiocre (**Platon, 1988**).

2.1.6.2. Composition

Le **Tableau VI** montre la composition de l'huile brute de soja en acides gras et en composés mineurs ainsi que la composition en métaux.

Tableau VI: composition de l'huile brute de soja en acides gras et composés mineurs

Composition	Valeurs
Acides gras (Codex, 1999)	(%)
Acide laurique C12:0	ND-0,1
Acide myristique C14:0	ND-0,2
Acide palmitique C16:0	8,0-13,3
Acide stéarique C18:0	2,4-5,4
Acide arachidique C20:0	0,1-0,6
Acide palmitoléique C16:1	ND-0,2
Acide oléique C18:1	17,7-26,1
Acide éicosénoïque C20:1	ND-0,3
Acide linoléique C18:2	49,8-57,1
Acide linoléique C18:3	5,5-9,5
Composés mineurs et métaux (Hammond et al, 2005)	
Tocophérols (ppm)	1132
Chlorophylle (ppm)	0,3
Stérols (ppm)	3870
Squalène (ppm)	143
Fer (ppm)	2,9
Phosphore (ppm)	510
Caroténoïdes	/
Lécithine (ppm)*	11000-32000
Les acides gras libres (exprimée en % d'acide oléique)	3100

*: (Van der Vossen et al, 2007)

/: Non défini

2.1.6.3. Trituration

La trituration industrielle est basée sur deux techniques majeures qui sont la pression mécanique et l'extraction à l'hexane :

Les graines dites « riches » en huile (teneur supérieure à 35 % d'huile) sont triturées par pression puis extraction ; les graines classées « pauvres » en huile (teneur inférieure à 35 %

d'huile, cas du soja par exemple) subissent généralement une extraction directe à l'hexane après préparation.

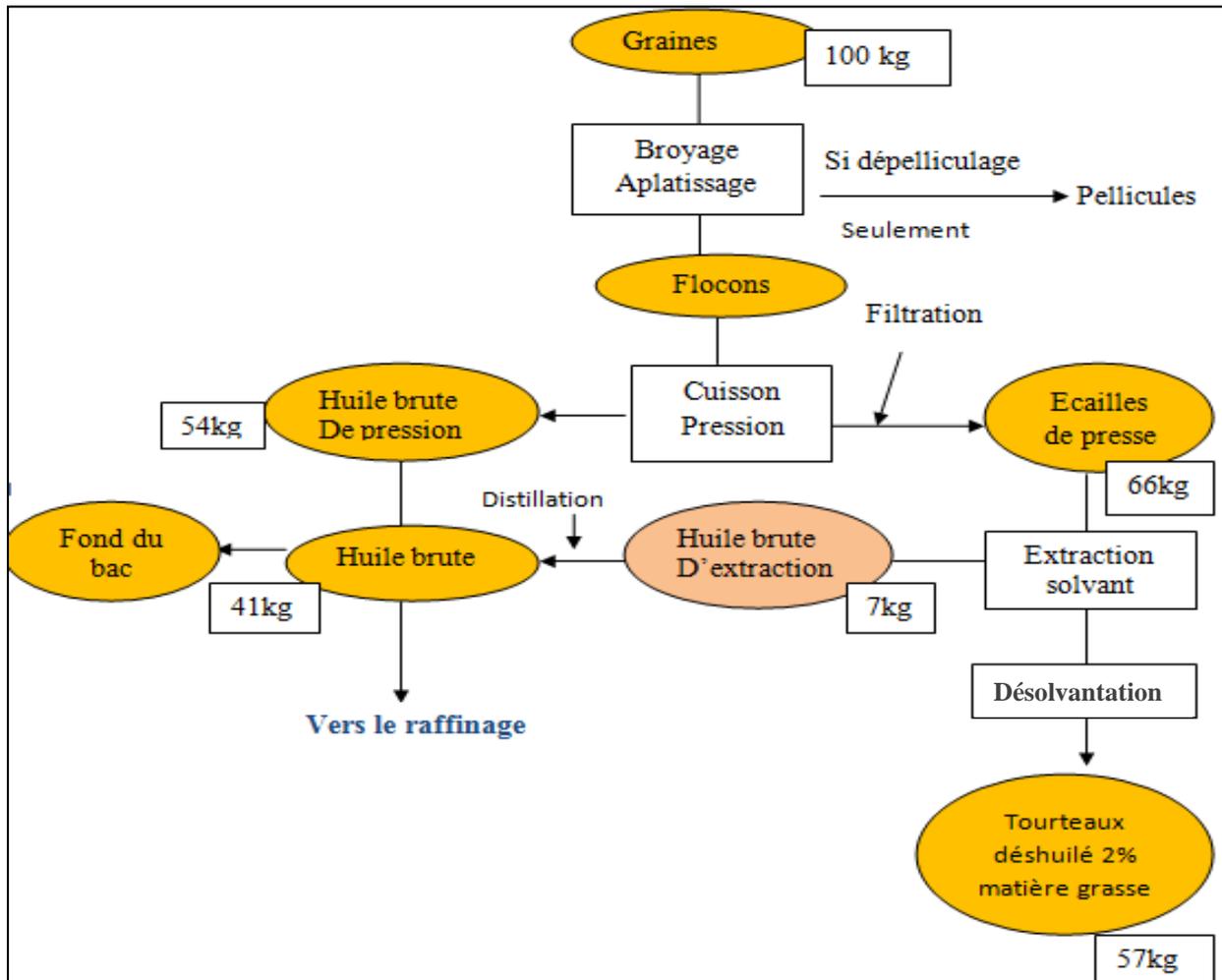


Figure 4 : Schéma des différentes étapes de trituration de graines oléagineuses (Devillers et al, 2010).

La trituration industrielle des graines oléagineuses comporte classiquement les trois étapes suivantes (Figure 4) (Devillers et al, 2010) :

- **Première étape : Préparation des graines**

- **Nettoyage et séchage**

Le nettoyage permet l'élimination des particules métalliques, la terre et les pierres dont la présence risque d'endommager le circuit de trituration. Si les impuretés de la graine ne sont pas retirées, elles se retrouveront dans le tourteau, apportant avec elles de multiples agents d'altération. Le séchage est réalisé dans des sècheurs conventionnels à air chaud.

- **Décorticage de la graine**

Les systèmes utilisés ont pour action de briser la coque entourant la graine pour permettre sa séparation de l'amande.

- **Préparation mécanique (aplatissage et/ou broyage)**

Ces opérations sont réalisées à l'aide de broyeurs à cylindres cannelés et d'aplatisseurs à cylindres lisses qui forment des flocons présentant une surface relative aussi importante que possible à l'action de la pression.

- **Conditionnement thermique**

Les flocons sont introduits dans un cuiseur vertical ou horizontal pour y subir une cuisson à la vapeur dans des conditions variables suivant la nature et la qualité de la graine.

• **Deuxième étape : pression**

Les graines oléagineuses ayant subi tout ou une partie des opérations de préparation précédentes sont dégraissées par passage dans une presse à vis à alimentation continue (presse horizontale). A la sortie de la presse, au niveau du cône, se forment les écailles de presse (appelés aussi « tourteaux gras »).

• **Troisième étape : Extraction par solvant**

A la sortie de pression, les écailles de presse sont acheminées vers l'atelier d'extraction, où l'hexane est utilisé comme solvant d'extraction. L'activité d'extraction est constituée de plusieurs opérations unitaires :

- l'extraction de l'huile par dissolution dans l'hexane,
- la Désolvantation du tourteau par évaporation du solvant,
- le refroidissement du tourteau avant stockage,
- la distillation de l'huile par évaporation du solvant,
- la condensation des vapeurs de solvant avec séparation de l'eau et de l'hexane,
- l'épuration de l'air, en sortie du dernier condenseur à mélange, par absorption des vapeurs d'hexane incondensées.

Le miscella d'huile et d'hexane obtenu est distillé et l'hexane, après condensation, est recyclé dans le processus. L'huile brute d'extraction, après distillation, est stockée, le plus souvent en mélange avec l'huile brute de pression, dans des réservoirs aériens, avant un éventuel raffinage. Le stockage des huiles brutes (avant raffinage) peut conduire à la sédimentation de particules solides présentes dans l'huile, appelées fonds de bac.

En ce qui concerne le tourteau sortant de l'extracteur, il contient environ 30 % d'hexane (en poids) qu'il convient de récupérer. Il est, pour se faire, acheminé dans un désolvantiseur. A la fin de cette opération on obtient des tourteaux déshuilés.

L'huile ainsi obtenue est prête à la consommation et peut-être conservée pendant plus de six mois.

La composition de l'huile brute change après le raffinage qui élimine des substances impropres à la consommation humaine telle que les phospholipides, les acides gras libres et les pigments.

Remarque : En Algérie l'huile brute est importée par la société CEVITAL puis elle est raffinée dans le pays, à la raffinerie de Béjaia.

2.1.7. Huile de soja raffinée

2.1.7.1. Définition

C'est une huile destinée à la consommation humaine après avoir été raffinée.

2.1.7.2. Raffinage

Le rôle du raffinage est d'éliminer de manière physique ou chimique les produits indésirables. Le procédé le plus couramment utilisé et le plus fiable pour obtenir une huile de soja de bonne qualité est le raffinage chimique. Il s'effectue en plusieurs étapes (**Bauer et al, 2010**) :

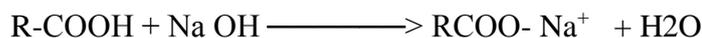
- **Démucilagination ou dégomme**

La démucilagination consiste à hydrater les phospholipides et les matières mucilagineuses à une certaine température dans le but de réduire leur solubilité dans l'huile et ainsi faciliter leur élimination. Elle sert à éliminer aussi les sucres libres et glycolipides, les pigments et notamment les chlorophylles, les composés protidiques.

- **Neutralisation**

La neutralisation consiste en l'élimination des acides gras libres qui s'effectue soit par voie chimique (neutralisation à la soude), soit par voie physique (entraînement à la vapeur).

L'étape de neutralisation qui se fait à l'aide de soude caustique sert à éliminer ces composés sous forme de savons appelés communément «pâtes de neutralisation».



Après la réaction de la neutralisation, l'huile passe par une centrifugeuse qui assure la séparation de l'huile et des savons. L'acidité doit passer à une valeur inférieure à 0,1.

- **Lavage et séchage**

Après centrifugation, l'huile contient encore des savons (1 000 à 2 000 ppm) qui sont éliminés par des lavages successifs avec de l'eau adoucie afin d'éliminer leurs traces dans l'eau de lavage. Ensuite, l'huile est séchée sous vide dans un sécheur continu, son humidité résiduelle doit être de 0,05 à 0,1 %.

- **Décoloration**

La décoloration ou « blanchiment » a pour but de diminuer la teneur en pigments tels que les caroténoïdes et les chlorophylles ainsi que les résidus de phospholipides, les traces de savon, les traces de métal, les produits d'oxydation, les composés sulfurés et les protéines.

On utilise pour cela un matériau adsorbant comme l'argile décolorante activée par un acide principalement constitué de silicate d'aluminium hydraté. On utilise aussi parfois du gel de silice anhydre. La décoloration se fait en partie sous vide et à des températures comprises entre 90°C et 120°C.

- **Désodorisation**

La désodorisation s'effectue à 235-240°C, elle a pour but d'éliminer les substances volatiles comme les aldéhydes et les cétones, qui donnent une odeur et une saveur désagréables à l'huile, ainsi que les acides gras libres. La désodorisation réduit de manière importante les stérols et les tocophérols (**Platon, 1988**).

2.1.7.3. Composition

La composition de l'huile de soja aux différentes étapes de raffinage est montrée sur le **Tableau VII**.

Tableau VII : La composition de l'huile de soja durant les étapes de raffinage (**Hammond et al, 2005**).

	Huile brute	Huile après démulcination	Huile après neutralisation	Huile après décoloration	Huile après désodorisation
Phosphore (ppm)	510	120	5	1	1
Fer (ppm)	2,9	0,8	0,6	0,3	0,3
Chlorophylle (ppm)	0,3	/	0,23	0,08	0
Vitamine K* (µg/100g)	/	/	/	/	183,9
Tocophérols (ppm)	1132	1116	997	863	726
Squalène (ppm)	143	142	140	137	89
Acides gras libres (%)	0,74	0,36	0,02	0,03	0,02
Acides gras trans (g/100g)*	/	/	/	/	1,8
Stérols (ppm)	3870	3730	3010	3005	2620

/ : non défini.

* : (USDA, 2015).

2.1.8. Effet de l'huile de soja sur la santé

Le soja est actuellement la source la plus importante d'huile végétale dans le monde. L'huile de soja contient de fortes proportions d'acides gras polyinsaturés, linoléique (51 pour cent) et linoléique (de 6 à 9 pour cent) et des composés mineurs qui sont présents en quantité infime. Ce sont les acides gras qui sont réputés être responsables de la grande diversité de ses vertus, nutritionnelles ou thérapeutiques. L'huile de soja raffinée est très utilisée comme huile de salade ou huile de cuisson. C'est une bonne huile de cuisson, mais elle présente des problèmes de stabilité lorsqu'elle est chauffée en atmosphère oxydante (**Redhead et al, 1990**).

❖ Effets des AGPI

L'huile de soja renferme des quantités élevées d'acides gras polyinsaturés (AGPI) (60,8%), avec un rapport AGPI / gras saturés de 4 (**Meydani et al, 1991**). L'acide linoléique est l'acide gras majoritaire dans l'huile de soja. Cet acide gras est considéré depuis longtemps comme hypocholestérolémiant. Les recherches de **Keys (Leray, 2013)** ont permis de quantifier la baisse de cholestérol induite par un apport donné en acide linoléique. Des travaux plus précis ont prouvé que l'acide linoléique est surtout actif au niveau des LDL-Cholestérol.

Une étude en Grèce a montré, en 2011, qu'un enrichissement en acide linoléique s'accompagne d'une diminution des marqueurs classiques de l'inflammation dans la circulation sanguine et une baisse significative des molécules d'adhésion intercellulaire (ICAM-1), molécules classiquement impliquées dans l'athérogenèse (**Leray, 2013**).

Ainsi, une alimentation suffisante en acides gras polyinsaturés de la classe des oméga 3 a un effet hypotriglycéridémiant et augmenterait la concentration en HDL-cholestérol. Ces acides gras ont aussi une action anti-agrégante plaquettaire et améliorent la fonction contractile du muscle cardiaque en agissant sur la fonction adrénérergique et sur les canaux ioniques membranaires des cellules ioniques (**Chevallier, 2009**).

❖ Effets des composés mineurs

Au cours des étapes du raffinage une partie des composés mineurs est détruite ; cependant il reste dans l'huile de soja des tocophérols, des stérols et de la vitamine K.

- **Tocophérols**

Le caractère hydrophobe de la vitamine E lui permet de s'insérer dans les membranes biologiques riches en acides gras polyinsaturés où elle joue un rôle protecteur efficace en empêchant la propagation de la peroxydation lipidique induite par les espèces réactives de l'oxygène (**Traber & Atkinson, 2007**).

Une étude sur un modèle de rats rendus obèses montre que la supplémentation en vitamine E augmente la synthèse d'adiponectine par le tissu adipeux, se traduisant par une augmentation de la concentration plasmatique d'adiponectine (**Shen et al, 2010**). Cette molécule présente notamment des propriétés insulino-sensibilisatrices, induisant ainsi une augmentation du captage de glucose et de l'oxydation lipidique au niveau musculaire (**Rosen & Spiegelman, 2006 ; Lara-Castro et al, 2007 ; Oh et al, 2007**).

- **Stérols**

L'huile de soja contient du sitostérol qui inhibe l'absorption intestinale du cholestérol, ce qui permet de protéger l'organisme des maladies cardiovasculaires (**Jones et al, 1997**).

- **Vitamine K**

L'huile de soja est riche en vitamine K. Cette vitamine intervient dans la carboxylation de résidus protéiques de glutamates qui sont nécessaires à la fixation du calcium. Elle est efficace dans la coagulation sanguine, le bon fonctionnement de la biologie vasculaire et le métabolisme des os. Elle intervient dans la prévention de l'ostéoporose (**Ushiroyama, 2002**).

Cette vitamine associée à la vitamine D ou le calcium permet de préserver et d'augmenter la densité osseuse (**Vermeer et al, 2004**). Elle joue également un rôle dans la prévention cardiovasculaire et l'athérosclérose.

Elle permet également d'éviter des dommages des cellules du cerveau. Des études ont prouvé que la consommation modérée d'huile de soja peut protéger contre les maladies telle que la maladie d'Alzheimer (**Presse et al, 2008**).

PARTIE
EXPERIMENTALE

***MATERIELS ET
METHODES***

Les travaux réalisés dans cette étude ont été effectués au laboratoire de biochimie et de microbiologie appliquée à l'université d'Annaba, à l'entreprise COGB la BELLE / Corps Gras de Bejaia, au laboratoire régional de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes annexe d'Alger (CACQE), à la société CEVITAL de Bejaia et à la société FERTIAL de Annaba, Algérie.

Deux huiles consommées en Algérie, à savoir l'huile d'olive d'une variété « Rougette » de la région de Guelma et l'huile de soja importée sous forme brute et raffinée à l'entreprise CEVITAL de Bejaia, ont fait l'objet de ce travail.

1. OBJECTIFS DU TRAVAIL

Les principaux objectifs de ce travail sont :

- Caractérisation pédologique du sol du verger pour vérifier s'il est compatible avec la culture de l'olivier dans le but d'avoir un bon rendement et une bonne qualité de l'huile.
- Caractérisation morphologique des différentes parties de l'olivier à savoir : feuilles, fruit et noyau afin d'identifier la variété.
- Extraction, caractérisation physicochimique et biochimique des deux huiles.
- Détermination de la qualité nutritionnelle et pharmacologique des deux huiles en évaluant l'effet de leur consommation sur les poids corporels et les poids de certains organes, la glycémie, le profile lipidique et l'activité lipasique sérique des rats *Wistar albinos* normaux.

2. HUILE D'OLIVE

2.1.Choix de la zone d'étude

La wilaya de Guelma possède un potentiel oléicole très important, environ 9 000 hectares sur les 10 000 ha projetés par le programme quinquennal 2010-2014. Elle est réputée pour la qualité de son huile d'olive et elle recèle des variétés locales d'olives : Blanquette, Chemlal et Rougette. Cette dernière a fait l'objet de notre présente étude (**Baali, 2015**). La wilaya de Guelma dispose également de 15 huileries opérationnelles, alors que l'arboriculture s'étend sur une superficie de 1200 ha répartie entre l'olivier (70%), noyaux et pépins (22%) et agrumes (8%) (**Dadci, 2015**).

2.2.Choix de la variété

La variété choisie dans cette étude est la rougette de Guelma, Variété précoce, résistante au froid et à la sécheresse, le fruit est de poids faible et ovoïde, utilisée pour la production d'huile, rendement de 18 à 22% (Mendel & Sebai, 2006).

2.3.Choix de la culture du verger et échantillonnage

Le verger se situe, dans une haute plaine bien drainée, il renferme quatre variétés d'Olivier : Blanquette, Grosse de Hamma, Sigoise et Rougette. Ce verger est récent, l'implantation a débuté en 2008 avec 10 hectares dans le cadre du Plan National de Développement Agricole « PNDA » sous la tutelle du ministère de l'agriculture ; cette oliveraie fait partie des oliveraies dites modernes en Algérie. Il s'agit du verger semi-intensif, fertilisé par des engrais organiques et minéraux, non homogène avec une densité de 300 arbres / ha dont 150 Oliviers / ha ; ils ont un âge moyen de cinq ans et sont entourés par des brises vents qui contribuent à créer un microclimat favorable à un bon développement des arbres. Les rangs des oliviers sont séparés par des rangs de poiriers, pruniers et pêchers. Cette oliveraie bénéficie également des techniques et des moyens de production relativement modernes afin d'obtenir une meilleure production en quantité et en qualité. Elle est gérée par un agriculteur diplômé d'un DEA en Génie civil et 12 ouvriers (2 permanents et 10 saisonniers).

Les échantillons d'olives ont été prélevés au niveau d'un verger situé à Ain Larbi wilaya de Guelma, campagne oléicole 2011/2012. Les fruits ont été récoltés à partir de vingt petits arbres répartis d'une manière aléatoire sur une parcelle d'oliviers. Les olives sont récoltées au hasard en divers endroits et à divers niveaux de chaque arbre suivant la méthode d'échantillonnage préconisée par le Conseil Oléicole International (COI, 2011). Les olives sont ensuite triturées dans une « maâsra » et l'huile obtenue a été utilisée dans cette étude.

2.4.Etude de la zone de production

2.4.1.Position géographique

La Wilaya de Guelma se situe au Nord-est du pays et occupe une position médiane entre le Nord du pays, les Hauts plateaux et le Sud. Elle s'étend sur une superficie de 3686,84 Km². La wilaya de Guelma est limitrophe aux Wilayas de : Annaba, au Nord, El Taref, au Nord-est, Souk Ahras, à l'Est, Oum El-Bouaghi, au Sud, Constantine, à l'Ouest et Skikda, au Nord-Ouest (Figure 5) (M.C, 2011; A.N.D.I, 2013).

La géographie de la Wilaya se caractérise par un relief diversifié avec une importante couverture forestière et le passage de la Seybouse, principal cours d'eau.

Ce relief se compose comme suit :

- **Montagnes** : 37,82 % dont les principales sont :

Mahouna (Ben Djerrah) : 1411 m d'altitude

Houara (Ain Ben Beidha) : 1292 m d'altitude

Taya (Bouhamdane) : 1208 m d'altitude

D'bagh (Hammam Debagh) : 1060 m d'altitude

- Plaines et Plateaux : 27,22 %
- Collines et Piémonts : 26,29 %
- **Autres** : 8,67 %(3)



Figure 5 : Carte de situation géographique de la zone d'étude (Ain Larbi) (M.C, 2011).

La commune d'Ain El –Arbi se situe à 945 mètres d'altitude au-dessus de la mer, elle est localisée dans la wilaya de Guelma. Les coordonnées géographiques de cette Wilaya sont :

(Latitude : 36.46 | longitudes: 7.46 | altitudes par rapport au niveau de la mer: 228) (S.M, 2011) (Figure 5).

2.4.2. Climat

Le territoire de la Wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux, pluvieux en hiver et chaud en été. La température qui varie de 4°C en hiver à 35.4°C en été et en moyenne elle est de 17,3°C. En ce qui concerne la pluviométrie, on enregistre 654 mm/an à la station de Guelma (C.C.D.M.G, 2014).

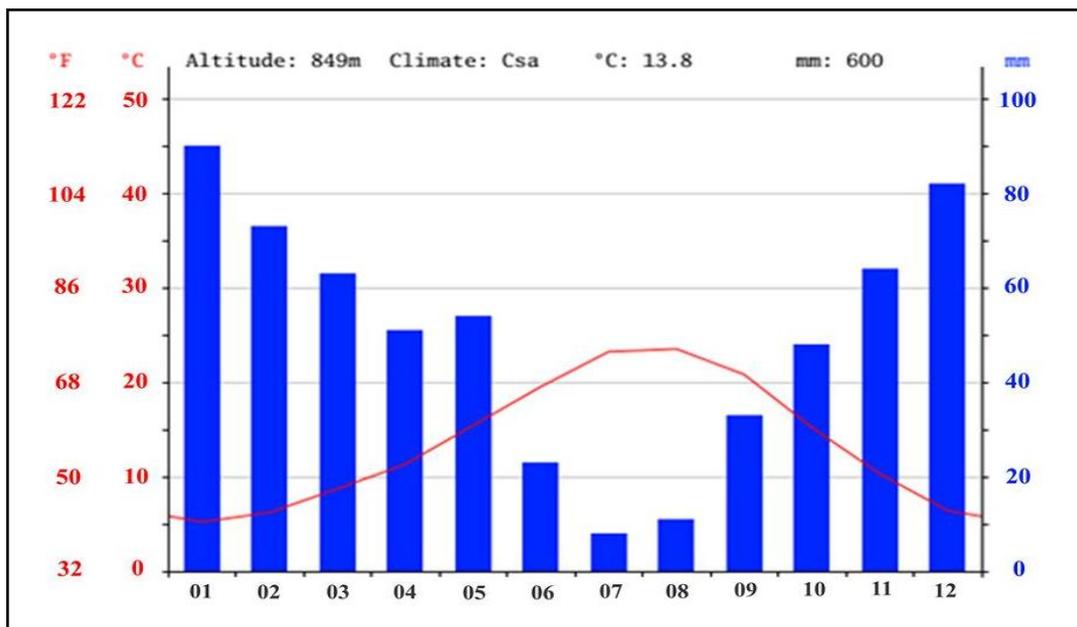


Figure 6 : Diagramme climatique de la région d'Ain Larbi (Anonyme, 1982).

- **Température**

Le climat d'Aïn- Larbi est chaud et tempéré. En moyenne la température à Aïn- Larbi est de 13.8°C. La température de 23.5°C, fait du mois d'Août le plus chaud de l'année et 5.2 °C fait du mois de Janvier le plus froid de l'année (Anonyme,1982) (Figure 6).

- **Pluviométrie**

L'été, à Aïn- Larbi, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. La classification de Köppen-Geiger est de type Csa. On enregistre 600 mm/an en moyenne à la station d'Aïn- Larbi. Cette pluviométrie varie de 400 à 500 mm/an au Sud jusqu'à près de 1000 mm/an au Nord ; 57% de cette pluviométrie est enregistrée pendant la saison humide (Octobre Mai) ;

8 mm font du mois de Juillet le plus sec de l'année et 90 mm font du mois de Janvier le mois ayant le plus haut taux de précipitations (**Figure 6**) (**Anonyme, 1982; C.C.D.M.G, 2014**).

2.4.3. Etude pédologique

- **Echantillonnage**

Le prélèvement du sol a été fait dans trois zones différentes du verger selon la nature apparente de chaque zone.

Les étapes suivies pour le prélèvement sont les suivantes :

- Nettoyage de la zone de prélèvement
- Le prélèvement est effectué à l'aide d'une sonde qui doit descendre verticalement sur toute la profondeur du labour (entre 0 et 30 cm)
- Quinze prélèvements élémentaires placés dans un seau propre ou directement dans un sac fourni par le laboratoire jusqu'à obtention d'un échantillon de (500 g – 1 kg), dans notre cas (500 g).

- **Détermination de la granulométrie**

La granulométrie ou texture d'un sol est définie par le pourcentage d'éléments minéraux présents dans le sol. Cela concerne, par ordre de taille croissant, les argiles (moins de 2 microns de diamètre), les limons (de 2 à 20 microns), les sables (de 20 microns à 2 mm) et les graviers (de 2 à 20 mm), au-delà on parle d'éléments grossiers (cailloux, galets, roches...). La figure 7 montre la classification des sols selon leur texture.

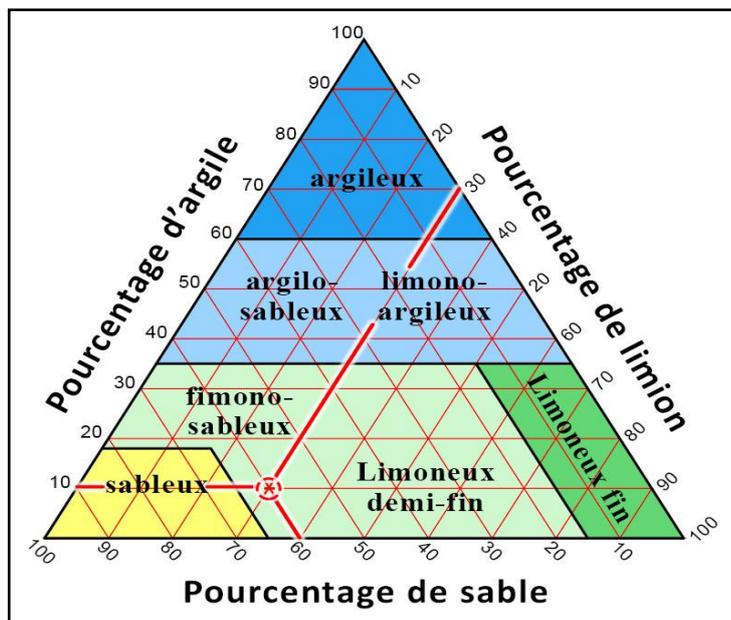


Figure 7 : Diagramme triangulaire permettant une classification des sols selon leur texture (**Ramade, 1981**).

Selon l'importance de tel ou tel composant, on peut distinguer des sols argileux, des sols limoneux ou des sols sableux et beaucoup d'arrangements : sols sablo-limoneux, argilo-sableux, limono-argileux.

Elle est déterminée par la **Méthode de densimétrie**. Mise en dispersion d'un échantillon de sol sec, tamisé à 2 mm en présence d'une solution d'hexamétoposphate de sodium (sans destruction de la matière organique et des carbonates). La détermination des classes granulométriques se fait par mesure de densité. En croisant les % d'argile, de limon et du sable, on aura le type de texture du sol (**Figure 7**).

- **Conductivité**

La conductivité est mesurée avec un Conductimètre équipé d'une cellule de mesure de la conductivité, d'un système de réglage de la plage de mesure et d'un dispositif de correction de la température. On interprète les résultats de la conductivité (exprimés en mS / cm) selon l'échelle de **Durant (1983) (Tableau VIII)**.

Tableau VIII: Classification des sols selon l'échelle de **Durand (1983)**.

Classe	CE en mS/cm à 25°C	Qualité des sols	Effet sur le rendement
Classe I	0 à 0,5	Non salé	Négligeable
Classe II	0,5 à 1	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
Classe III	1 à 2	Salé	Diminution du rendement de la plupart des cultures
Classe IV	2 à 4	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
Classe V	Plus 4	Extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants

- **Acidité du sol (pH)**

Il est déterminé par mesure électrométrique dans la solution, eau distillée, surnageant d'un mélange sol / liquide [1/2,5(v/v)].

On pèse 10g de terre fine et on la place dans un bécher, on ajoute 25 ml d'eau distillée bouillie puis refroidie. On met le mélange dans l'agitateur pendant 15 min puis on mesure le pH au pH-mètre à électrode de verre étalonné par des solutions tampons à pH connu. On lit l'acidité du sol sur une échelle d'acidité (**Tableau IX**).

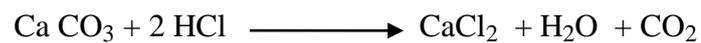
Tableau IX: Echelle d'interprétation de l'acidité (INRA, 2012).

PH	SOL
< 3.5	Hyperacide
3.5 - 5.0	Très acide
5.0 - 6.5	Acide
6.5 - 7.5	Neutre
7.5 - 8.7	Basique
> 8.7	Très basique

- **Calcaire total (CaCO₃)**

Le calcaire total est déterminé par mesure volumétrique du dioxyde de carbone dégagé sous l'action d'un acide fort à la température ambiante (méthode du calcimètre de Bernard).

La réaction provoquée libère rapidement de CO₂ :



Le volume « v » du CO₂ dégagé à la pression est lu au calcimètre. Le % de calcaire est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{ CaCO}_3 = (\text{P.V}) / (\text{p.v}). 100$$

Où

v : le volume de CO₂ dégagé par la prise p de Ca Co₃ (témoin).

V : le volume de CO₂ dégagé par la prise P de terre.

Le % de calcaire total obtenu est comparé à une échelle d'interprétation de la charge en calcaire dans le sol (**Tableau X**) (INRA, 2012).

Tableau X : Echelle d'interprétation de la charge en calcaire dans le sol (INRA, 2012).

Carbonates total (%)	Charge en calcaire
CaCO_3 total $\leq 5\%$	Sol non calcaire
$5 < \text{CaCO}_3$ total $\leq 12,5\%$	Sol faiblement calcaire
$12,5 < \text{CaCO}_3$ total $\leq 25\%$	Sol modérément calcaire
$25 < \text{CaCO}_3$ total $\leq 50\%$	Sol fortement calcaire
CaCO_3 total $> 50\%$	Sol très fortement calcaire

- **Matière organique**

On fait agir sur le sol une quantité connue d'acide chromique en milieu sulfurique ; on dose ensuite l'excès inutilisé de l'acide chromique. Pour le calcul, on admet que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser.

La matière organique est déterminée par la mesure du carbone organique [méthode à chaud par oxydation sulfochromique avec un **Titrateur Metrohm** (titrateur automatique)] équipé d'une électrode potentiométrique de référence. L'échelle d'interprétation de la matière organique est présentée sur le **Tableau XI**.

Tableau XI: Echelle d'interprétation de la matière organique (INRA, 2012).

Teneur en matière organique	Interprétation
MO < 1,4 %	Sol très pauvre en matières organiques
1,4 % \leq MO < 02 %	Sol pauvre en matières organiques (Argile < 22%) Sol bien pourvu en M.O
02 % \leq MO < 03 %	(22% < Argile < 30%) Sol moyennement pourvu en M.O (Argile > 30%) Sol pauvre en M.O
03 % \leq MO < 04 %	Sol bien pourvu en matières organiques
MO > 04 %	Teneur élevée en matières organiques

- **Azote total**

La mesure de l'azote total est effectuée par la méthode Kjeldahl avec un distillateur et Titrateur automatique pour l'azote ammoniacal Kjelttec 2400 FOSS (titrage acido-basique) (ISO 11261, 1995). Le **Tableau XII** montre les normes d'interprétation pour l'azote.

Tableau XII: Normes d'interprétation pour l'azote (Calvet & Vellemin, 1986).

Azote (%)	Très pauvre	Pauvre	Moyen	Riche	Très riche
KJELDAHL	< 0.05	0.05- 0.1	0.1- 0.15	0.15- 0.25	> 0.25

- **Dosage colorimétrique du phosphore assimilable**

La terre est mise en contact avec une solution d'hydrogénocarbonate de sodium, suivant la norme internationale Olsen (NF ISO 11263, 1995). L'extrait obtenu est déterminé par dosage colorimétrique du phosphore assimilable (auto-analyseur colorimétrique Skalar).

Trois seuils T1, T2, T3 du phosphore assimilable dont la valeur dépend du taux de saturation des sols (valeur S/T) définissent la stratégie de fertilisation à adopter (Tableau XIII) (Tableau XIV).

Tableau XIII: Valeur des seuils d'interprétation du phosphore assimilable (INRA, 2012).

Valeur Du Taux de Saturation S/T	Teneur seuil T1 en ‰ de P ₂ O ₅	Teneur seuil T2 en ‰ de P ₂ O ₅	Teneur seuil T3 en ‰ de P ₂ O ₅
S/T ≤ 150% (sols non calcaïques)	0,04‰	0,08‰	0,16‰
S/T > 150% (sols calcaïques ou calcaïres)	0,05‰	0,09‰	0,18‰

Tableau XIV: Stratégies de fertilisation (INRA, 2012).

Niveau d'exigence des cultures	Teneur à l'analyse inférieure à T1	Teneur à l'analyse comprise entre T1 et T2	Teneur à l'analyse comprise entre T2 et T3	Teneur à l'analyse supérieure à T3
FAIBLE*	Fumure d'entretien	Fumure d'entretien***	Impasse possible	Impasse possible
ELEVEE**	Fumure renforcée	Fumure d'entretien***	Fumure d'entretien***	Fumure réduite

- **Dosage des cations échangeables**

La terre est mise en contact avec une solution d'acétate d'ammonium, suivant la norme (NF X31-108, 2002). Cette analyse est réalisée simultanément avec celle du potassium, magnésium, Calcium et Sodium échangeables. L'extrait obtenu est dosé par un auto-analyseur colorimétrique SKALAR.

Une teneur en sodium inférieure à 0,05‰ est sans effet sur le sol ou les cultures (LANO, 2016).

La teneur totale en magnésium est moins de 1% dans les sols non calcaires et est souvent supérieure à 2% dans les sols calcaires (Wikiauria, 2012).

2.4.4. Caractérisation morphologique de la variété «Rougette »

La méthode d'échantillonnage utilisée dans cette étude est celle établie par le C.O.I (Conseil Oléicole International) en 1997, pour la caractérisation primaire des variétés d'oliviers.

2.4.4.1. La feuille

Quatre caractères pour la feuille, trois sont quantitatifs et le quatrième est qualitatif. Ils doivent être observés sur des échantillons d'une quarantaine de feuilles adultes de la partie Médiane de 8-10 pousses de l'année, choisies parmi les plus représentatives et situées dans la partie de l'arbre orientée vers le sud, à hauteur d'homme (Mendil & Sebai, 2006) (Figure 8).

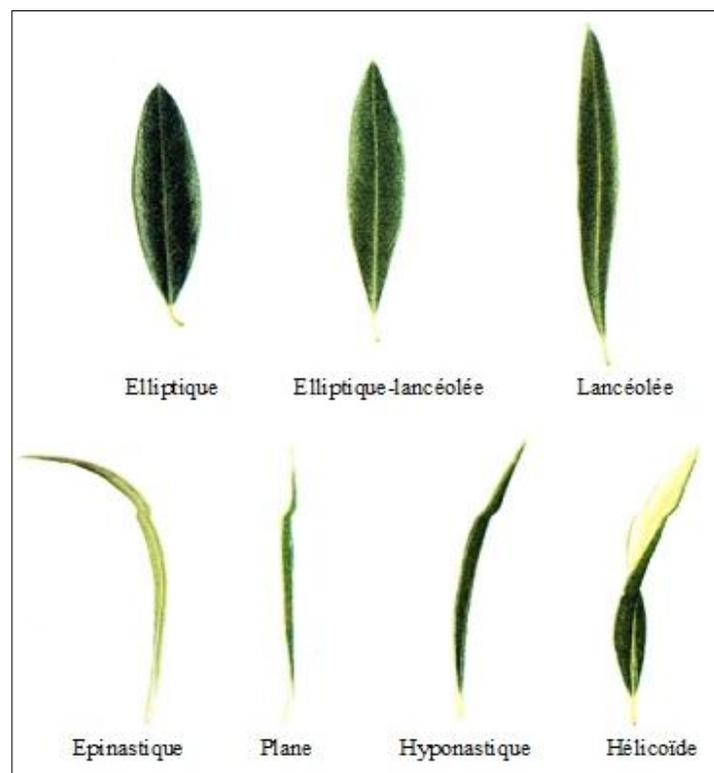


Figure 8 : Photo montrant les différents caractères des feuilles (Mendil & Sebai, 2006).

Forme : Déterminée par le rapport entre longueur (L) et la largeur (l) :

Elliptique (L/l < 4)

Elliptique lancéolée (L/l 4-6)

Lancéolée (L/l > 6)

Longueur :

Réduite (< 5 cm)

Moyenne (5-7 cm)

Elevée (> 7cm)

Largeur :

Réduite (< 1cm)

Moyenne (1- 1,5 cm)

Elevée (> 1,5 cm)

Courbure longitudinale du limbe : L'axe longitudinal de la feuille permet de classer le limbe en quatre catégories :

Epinastique

Plane

Hyponastique

Hélicoïdale

2.4.4.2. Le fruit

- **Fruit entier**

Les caractères considérés sont déterminés sur un échantillon de 40 fruits de la zone médiane de rameaux fructifères, choisis parmi les plus représentatifs et situés dans la partie de l'arbre orientée vers le sud, en éliminant les plus petits et les plus gros et ceux qui présentent des malformations.

La description du fruit est réalisée au moment où prend fin la véraison. Pour certains caractères, il est fait mention de deux positions :

La position "A" est celle où le fruit présente généralement son asymétrie maximale en le prenant par ses deux bouts entre l'index et le pouce.

La position "B" est celle résultant de la rotation du fruit de 90°, de manière à tourner la partie la plus développée vers l'observateur (**Mendil & Sebai, 2006**) (**Figure 9**).

Poids : Dans l'hypothèse où chaque variété a été cultivée dans des conditions agronomiques normales pour sa zone de culture, les catégories suivantes ont été définies :

Réduite	(< 2 g)
Moyen	(2- 4 g)
Elevé	(4-6 g)
Très élevé	(> 6 g)

Forme (en position A) : Déterminée en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l).

Sphérique	(L/l < 1,25)
Ovoïde	(L/l 1,25- 1,45)
Allongée	(L/l > 1,45)

Symétrie (en position A) : Déterminée par la correspondance entre ses deux moitiés longitudinales.

Symétrique

Légèrement asymétrique

Asymétrique

Position du diamètre transversal maximal par rapport au pédoncule (en position B) :

Vers la base (situé vers le pédoncule)

Centrale

Vers le sommet

Sommet (en position A) :

Pointu

Arrondi

Base (en position A) :

Tronquée

Arrondie

Mamelon : Ce caractère du point stylaire du fruit peut être :

Absent

Présent

Présence de lenticelles : Les caractères relatifs aux lenticelles sont déterminés lorsque le fruit est complètement développé mais encore vert. Ces formations, observées à l'œil nu, peuvent être

Peu nombreuses

Nombreuses

Dimension des lenticelles : par rapport à d'autres variétés, elles peuvent être :

Petites

Grandes

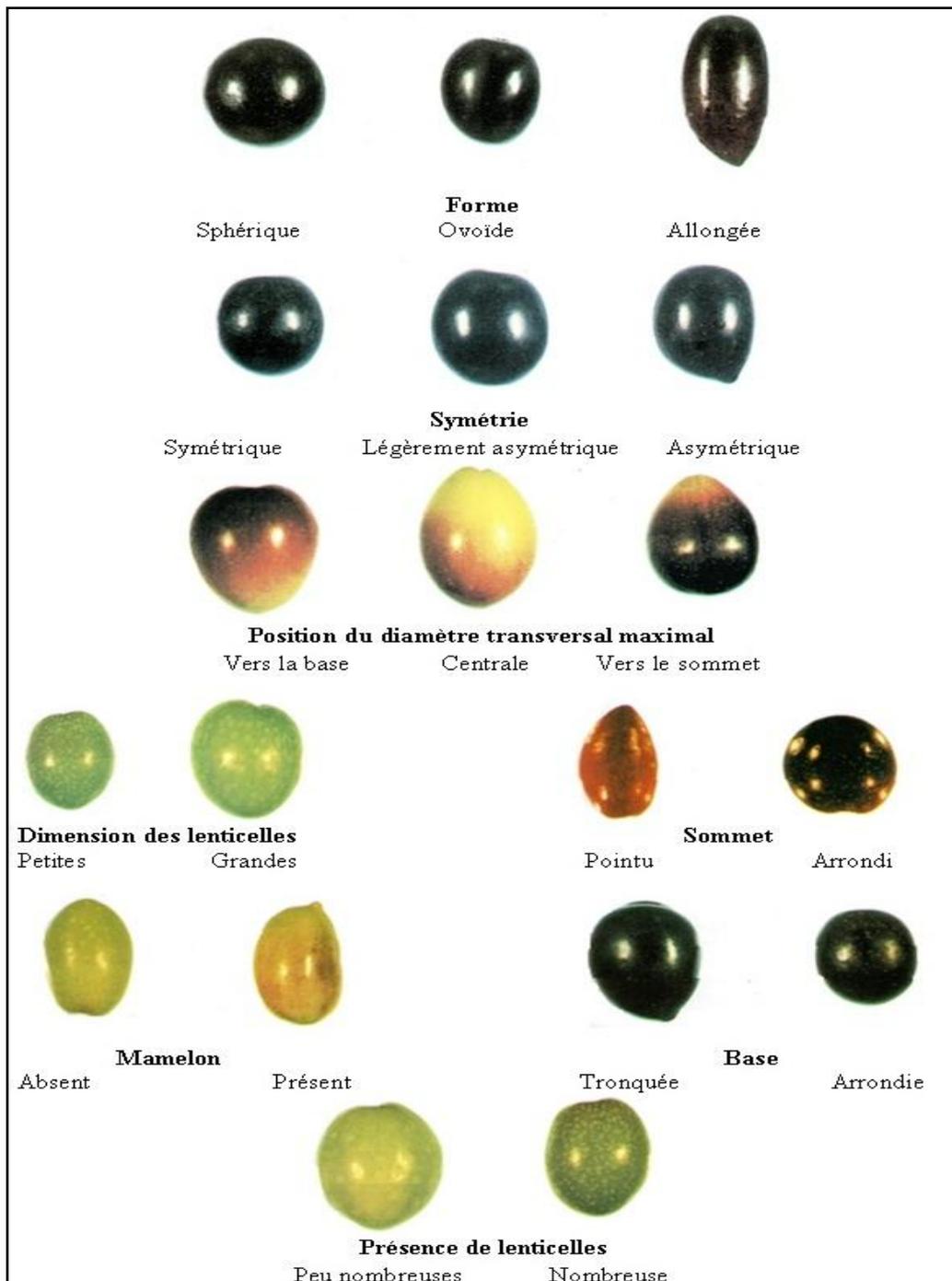


Figure 9 : Photos montrant les différents caractères du fruit entier de l'olivier (Mendil & Sebai, 2006).

- L'endocarpe (noyau)

L'endocarpe est la partie interne lignifiée du fruit qui protège la graine ou amandon et sur laquelle on procède aux observations structurales. On désigne habituellement par « noyau » l'ensemble formé par l'endocarpe et la graine. Ces caractères doivent être évalués sur l'échantillon précité de 40 fruits.

Comme pour le fruit, il est fait référence, pour certains caractères, à deux positions : la position "A", qui correspond normalement à la position d'asymétrie maximale, où la suture du carpelle est visible par l'observateur ; et la position "B", celle résultant de la rotation de la position "A" de 90°, de manière à tourner la partie la plus développée vers l'observateur.

En général, les caractères de l'endocarpe présentent un pouvoir discriminant très élevé pour l'identification des variétés (**Mendil & Sebai, 2006**) (**Figure 10**).

Poids : Dans l'hypothèse où chaque variété a été cultivée dans des conditions agronomiques normales pour sa zone de culture, les catégories suivantes ont été définies :

Réduit	(< 0,3 g)
Moyen	(0,3- 0.45 g)
Elevé	(> 0,45 g)

Forme (en position A) : Déterminée en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l) :

Sphérique	(L/l < 1,4)
Ovoïde	(L/l 1,4- 1,8)
Elliptique	(L/l 1,8- 2,2)
Allongée	(L/l > 2,2)

Symétrie (en position A) : Déterminée par la correspondance entre ses deux moitiés longitudinales :

Symétrique
Légèrement asymétrique
Asymétrique

Position du diamètre transversal maximal du noyau par rapport au point d'insertion (en position B).

Selon sa situation, elle peut être :

Vers la base (situé vers l'insertion)

Centrale

Vers le sommet

Sommet (en position A) :

Pointu

Arrondi

Base (en position A) :

Tronquée

Pointue

Arrondie

Surface (en position B) :

En fonction de la profondeur et de l'abondance des sillons fibrovasculaires :

Lisse

Rugueuse

Raboteuse

Nombre de sillons fibrovasculaires : Observés à partir du point d'insertion du pédoncule :

Réduit (< 7 g)

Moyen (7- 10 g)

Elevé (> 10 g)

Extrémité du sommet :

Sans mucron

Avec mucron

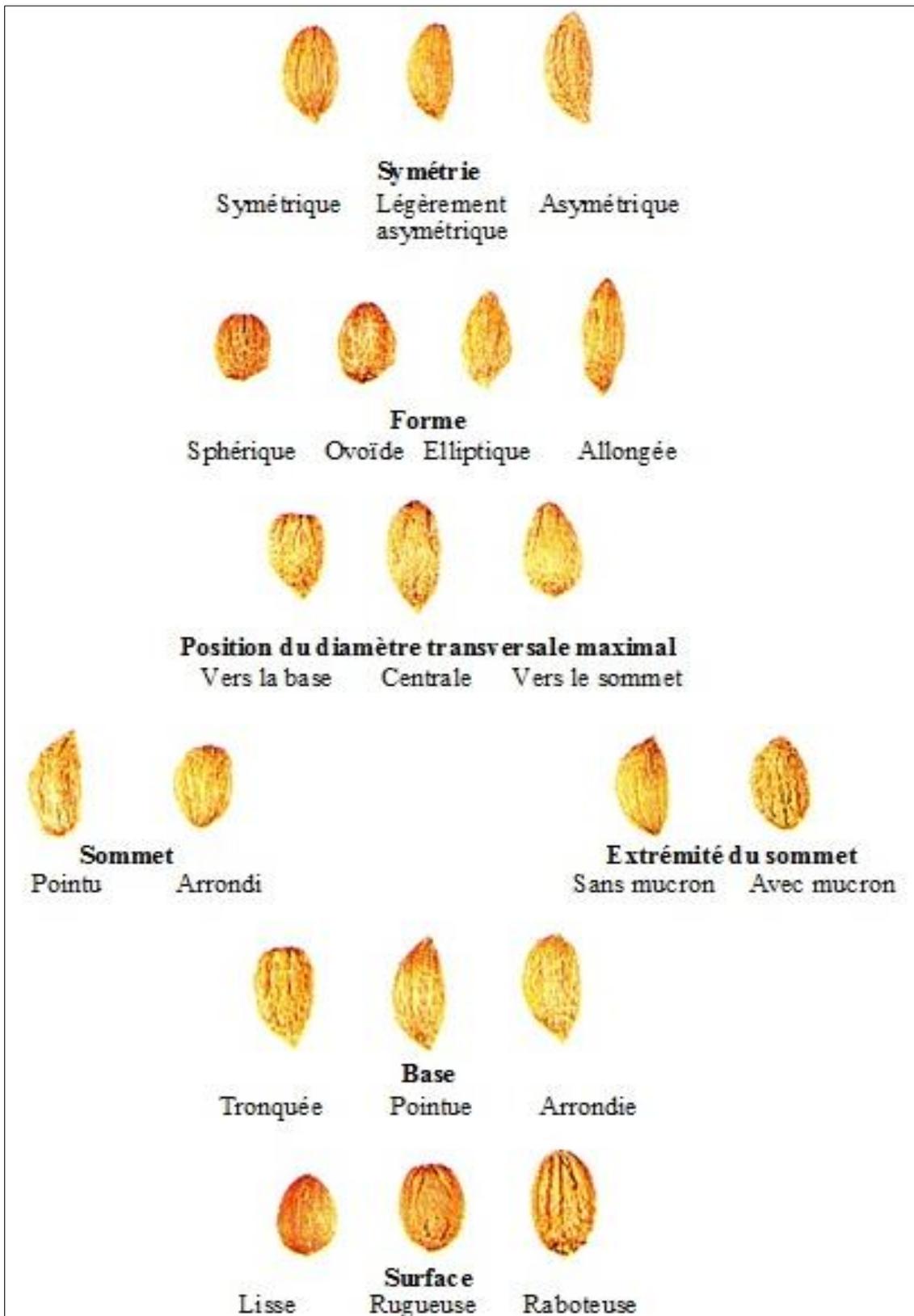


Figure 10 : Photos montrant les différents caractères de l'endocarpe (noyau) de l'olive (Mendil & Sebai, 2006).

2.4.5. Teneur en huile des fruits

C'est un paramètre de très grande importance économique pour la production d'huile.

La méthode (ISO 659, 1988) a été appliquée. L'échantillon à analyser (la pâte) a subi un broyage suivi d'un séchage à l'étuve à 40 °C pendant 14 h afin d'éliminer le reste d'humidité.

Principe

L'extraction de l'huile d'olive est réalisée dans un appareil de type Soxhlet en utilisant l'hexane comme solvant organique. Après l'élimination du solvant d'extraction, l'extrait obtenu représente la matière grasse contenue dans la prise d'essai qui sera pesée.

Mode opératoire

- Dix grammes (10 g) ($m_{\text{échantillon}}$) de l'échantillon à analyser sont placés dans une cartouche à extraction.
- La cartouche contenant la prise d'essai est placée dans l'appareil à extraction, puis la quantité nécessaire du solvant est versée dans le ballon pré-pesé (m_{initiale}).
- Le ballon est adapté à l'appareil à extraction sur un chauffe-ballon réglé à une température voisine à l'ébullition du solvant, soit 60°C, le chauffage est conduit dans des conditions telles que le débit du reflux soit d'au moins trois gouttes par seconde (ébullition modérée, non tumultueuse).
- Après six heures (6h) d'extraction, le ballon est placé au rotavapor, dans le but d'éliminer le solvant d'extraction ; ensuite, le ballon est chauffé à l'étuve (60°C / 30-60 mn) pour chasser les dernières traces du solvant.
- le ballon contenant l'huile extraite est pesé après refroidissement (m_{finale}).

Expression des résultats :

La teneur en huile, exprimée en pourcentage de masse de matière sèche déterminée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en huile(\%)} = [(m_{\text{finale}} - m_{\text{initiale}}) / m_{\text{échantillon}}] \times 100$$

Où

M_{finale} : la masse finale du ballon

m_{initiale} : la masse du ballon vide

$m_{\text{échantillon}}$: la masse initiale de l'échantillon à analyser (en grammes)

2.4.6. Screening phytochimique des fruits d'Olives

Ces essais consistent à réaliser des tests préliminaires sur les fruits (broyat d'olives) pour mettre en évidence la présence ou l'absence de certains principes bioactifs. Certains tests ont été effectués sur l'infusé alors que d'autres ont été réalisés sur le broyat d'olives.

2.4.6.1. Recherche de groupes bioactifs dans l'infusé

La préparation de l'infusé à 10 %, a été préparé de la manière suivante : **10 g** de fruits broyés séchés sont mis dans **100 ml** d'eau bouillante, on filtre après **15 min** d'attente.

- **Tanins**

Nous avons pris **5 ml** de l'infusé, nous avons ajouté goutte à goutte 1ml d'une solution de chlorure ferrique (**Fe Cl₃**) à **1%** : l'apparition d'une coloration verdâtre indique la présence des Tanins catéchiques, bleu noirâtre : Tanins galliques.

A **30 ml** de l'infusé, nous avons ajouté **15 ml** de réactif de Stiasny (Formol à 30 % + HCl concentré 3-1v/v). Après chauffage de **30 mn** au bain-marie, l'observation d'un précipité orange indique la présence des **Tanins catéchiques (Bruneton, 1999)**.

- **Saponosides**

Leur présence est déterminée quantitativement par le calcul de l'indice de mousse, degré de dilution d'un décocté aqueux donnant une mousse persistante dans des conditions déterminées. **2 g** de matériel végétal sec broyé à tester sont utilisés pour préparer une décoction avec **100 ml** d'eau. On porte à ébullition pendant **30 min**.

Après refroidissement et filtration, on réajuste le volume à **100 ml**. A partir de cette solution mère, on prépare 10 tubes (1,3 cm de diamètre interne) avec 1, 2,.....10 ml, le volume final étant réajusté à **10 ml** avec de l'eau distillée.

Chacun des tubes est agité avec énergie en position horizontale pendant 15 secondes. Après un repos de **15 min** en position verticale, on relève la hauteur de la mousse persistante en cm. Si elle est proche de **1 cm** dans le x tube, alors l'indice de mousse est calculé par la formule suivante :

I = La présence de saponines dans la plante est confirmée avec un indice supérieur à 100 (**Bruneton, 1999**).

- **Anthocyanes**

La recherche des Anthocyanes repose sur le changement de la couleur de l'infusé à **10%** avec le changement de pH. Nous avons ajouté à l'infusé quelque gouttes d'**HCl** après

observation de changement de couleur, nous ajoutons quelque gouttes de NH_4OH ; le changement de la couleur indique la présence des Anthocyanes (Karumi et al, 2004).

- **Leuco-anthocyanes**

Nous avons pris **5 ml** d'infusé, mélangé à **4 ml** d'alcool chlorhydrique (éthanol / HCl pur ; 3 à 1 v/v). Après un chauffage au bain-marie à **50°C** pendant quelques minutes : l'apparition d'une couleur rouge cerise indique la présence des Leuco-anthocyanes (Karumi et al, 2004).

2.4.6.2. Recherche de groupes bioactifs dans le broyat d'olives

- **Alcaloïdes**

Cinq grammes (**5 g**) d'olives séchées et broyées sont mélangés avec **50 ml** d'HCl à **1 %** dans un récipient. Après une macération, nous avons filtré le mélange et additionné au filtrat quelques gouttes de réactif de Mayer : l'apparition d'un précipité blanc indique leur présence (Bruneton, 1999 ; Karumi et al, 2004).

- **Flavonoïdes**

Dix grammes (**10 g**) de poudre sont macérés dans **150 ml** d'HCl à **1 %** pendant **24 heures**, après avoir filtré le mélange, nous avons procédé au test suivant : nous avons pris **10 ml** du Filtrat, après avoir rendu basique par l'ajout de NH_4OH , après **3 heures** ; l'apparition d'une couleur jaune claire dans la partie supérieure du tube indique la présence des Flavonoïdes (Bruneton, 1999).

- **Stérols et Terpènes**

Cinq grammes (5 g) de poudre sont macérés dans **20 ml** d'éther de pétrole, après avoir filtré et évaporé la phase organique dans un bain de sable à **T= 90°C**.

Le résidu est dissous dans **0.5 ml** d'acide acétique en présence de **1 ml** d' H_2SO_4 concentré : dans la zone de contact entre les deux liquides, on observe un cercle violé ou marron qui devient gris, indique la présence des Stérols et des Terpènes (Bruneton, 1999).

2.4.7. Extraction de l'huile

L'extraction a été réalisée dans une huilerie par procédé en continu (suivant les étapes de lavage, broyage, pétrissage et centrifugation (Procédé italien Alfa Laval) (Figure 11).

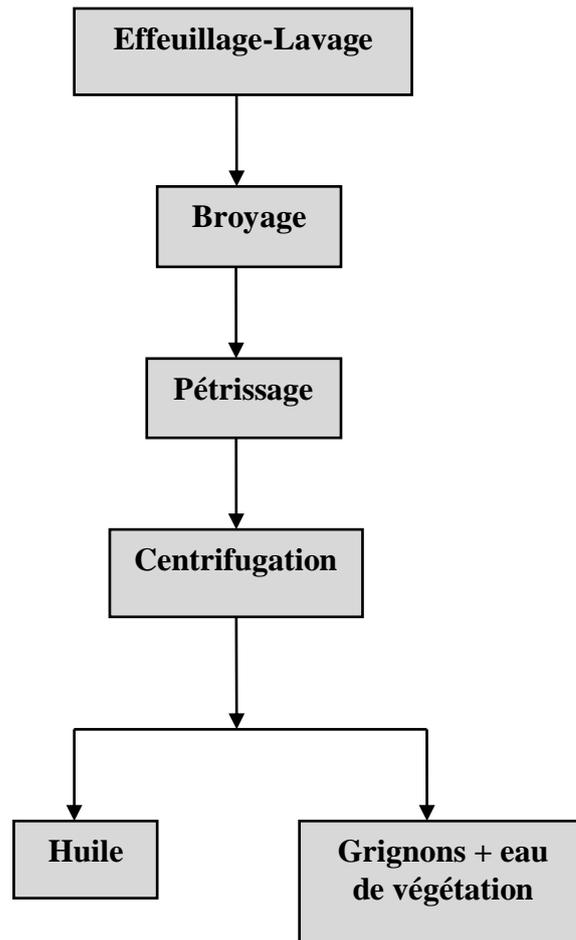


Figure 11: Système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases (Chimi, 2006)

Les huiles ont été prélevées dès la première pression. Les échantillons récupérés ont été conservés dans des flacons en verre foncé au réfrigérateur à une température de +4°C en attendant d'être utilisés.

Une partie de l'huile extraite était utilisée pour les analyses physico-chimiques et biochimiques et l'autre partie a servi pour l'étude biologique.

3. HUILE DE SOJA

L'huile brute a été importée du Brésil puis elle a subi un raffinage classique à l'entreprise CEVITAL de Bejaia selon les étapes suivantes :

- Démucilagination
- Neutralisation
- Décoloration
- Désodorisation

4. DETERMINATION DES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES DES DEUX HUILES

4.1. Eau et matières volatiles

L'eau et les matières volatiles sont déterminées par la perte de poids de l'échantillon chauffé à 103°C environ, pendant un temps suffisamment court pour éviter l'oxydation, mais suffisamment long pour permettre l'élimination totale de l'eau et des produits volatils.

Mode opératoire

- Peser, à 0,001 près, environ 5g de l'échantillon par essai, dans un cristalliseur préalablement séché et taré et pesé à vide.
- Maintenir le cristalliseur contenant la prise d'essai durant 1 heure dans l'étuve réglée à $103 \pm 2^\circ\text{C}$.
- Sortir le cristalliseur, le laisser refroidir dans un dessiccateur et peser.
- Répéter les opérations de chauffage, de refroidissement et de pesée, mais avec des séjours successifs dans l'étuve de 30 minutes chacun, jusqu'à l'obtention d'un poids constant (ISO 662, 1980).

La teneur en eau et en matières volatiles, exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule suivante :

$$\text{Eau et matières Volatiles (\%)} = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} \times 100$$

Où :

m_0 : est la masse, en grammes, de la prise d'essai avant étuvage et m_1 après étuvage.

4.2. L'acidité libre

L'acidité est la teneur de l'huile d'olive en acides gras libres résultant de l'hydrolyse des triglycérides et exprimée conventionnellement en acide oléique (g/100g d'huile).

L'indice d'acide correspond au nombre de milligrammes de potasse (KOH) ou de soude (NaOH) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres dans un gramme de corps gras.

La méthode consiste à doser les acides gras libres par une solution titrée de soude selon la réaction :



Mode opératoire

L'acidité libre exprimée en pourcentage d'acide oléique est déterminée comme suit : 1g d'huile d'olive est dissoute dans 50 ml d'éthanol à 95% neutralisé, puis titrée avec une solution d'hydroxyde de potassium 0.1 N en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Une prise de 1 g d'huile est dissoute dans 50 ml d'éthanol à 95% neutralisée, les fonctions carboxyliques libres sont dosées par une solution de NaOH à 0,0365 N en présence de phénolphtaléine à 1% dans l'alcool absolu. La fin du dosage est marquée par l'apparition d'une couleur légèrement rose. L'acidité est égale au volume de soude nécessaire au virage de la couleur (**ISO 660, 1996**).

L'acidité est donnée par l'équation suivante :

$$\text{Acidité} = \frac{V \times N \times M}{10 \times m}$$

Où :

V : volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de sodium éthanolique utilisée ;

N : normalité exacte, en moles par litre, de la solution titrée de NaOH éthanolique utilisée ;

M : poids molaire, en grammes par mole, de l'acide adopté pour l'expression du résultat (= 282) ;

m : masse (en grammes) de la prise d'essai.

Dans ce cas $N \times M / 10 \simeq 1$

L'indice d'acide est exprimé en mg de NaOH /g d'huile

$$\text{Indice d'acide (IA)} = A\% \times 2$$

4.3. Indice de peroxyde (I_p)

C'est la quantité de peroxyde présent dans l'échantillon, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. Ce paramètre nous renseigne sur le degré d'oxydation des huiles.

Mode opératoire

Deux grammes (2g) d'huile sont pesés dans une fiole à 0,001g près et dissous dans 10ml de chloroforme ; le tout est agité. 15 ml d'acide acétique glacial ainsi qu'un ml d'Iodure de potassium saturé (KI) sont ajoutés ; le mélange est agité pendant une minute et laissé reposer pendant 5mn, à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15 et 25°C. Un volume de 75ml d'eau distillée est additionné ; suivi d'un titrage de l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium [Na₂S₂O₃] à 0,02N en agitant vigoureusement, en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon (1g/100ml) comme indicateur coloré jusqu'à disparition de la couleur. Un essai à blanc est effectué simultanément (**ISO 3960, 1977**).

L'indice de peroxyde en milliéquivalent d'O₂/kg est calculé selon l'équation suivante :

$$I_p = \frac{T (V - V_0)}{m} \times 1000$$

Où :

T : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (Na₂ S₂ O₃)

V₀ : volume de thiosulfate versé dans le blanc (en ml)

V : volume de thiosulfate versé dans la prise d'essai (en ml)

PE : prise d'essai exprimée en grammes.

4.4.Indice de saponification

L'indice de saponification est la quantité de potasse (Hydroxyde de potassium) exprimée en milligrammes nécessaires pour saponifier un gramme (1g) de corps gras.

Mode opératoire

Une prise d'essai de deux grammes (2g) d'huile est introduite dans une fiole avec 25ml de potasse alcoolique (0,5N), le mélange est porté à ébullition sous un réfrigérant à reflux pendant 60mn en agitant de temps en temps. Un titrage à chaud de l'excès de potasse est effectué avec l'acide chlorhydrique (0,5 N) en présence de quelques gouttes de phénolphthaléine jusqu'à décoloration. Un essai à blanc est réalisé dans les mêmes conditions (**ISO 3657, 1977**).

L'indice de saponification est donné par la relation suivante :

$$I_s = \frac{(V_0 - V_1) \times 56,1 \times N}{m}$$

Où :

V₀ : Volume, en millilitres, de la solution d'HCl utilisé pour l'essai à blanc.

V₁ : Volume, en millilitres, de la solution d'HCl utilisé pour l'échantillon

N : Normalité de la solution d'HCl.

m : la masse, en grammes, de la prise d'essai.

t : la température à laquelle a été effectuée la détermination.

4.5. Indice d'iode

L'indice d'iode nous renseigne sur le degré d'insaturation de l'huile ; c'est le nombre de grammes d'halogène fixé par 100 grammes de produit exprimé en grammes d'iode. Il est déterminé à l'aide du réactif de Wijs et titré avec une solution de thiosulfate de sodium.

Mode opératoire

Une prise d'essai d'huile est dissoute dans 15 ml de tétrachlorure de carbone plus 25 ml du réactif du Wijs, le mélange est agité légèrement et est placé à l'abri de la lumière, pendant 1 ou 2 heures (2heures pour les huiles polymérisées ou oxydés). Au bout de ce temps, 20 ml d'une Solution à 10% d'iodure de potassium pur et environ 150 ml d'eau sont ajoutés au mélange précédent, l'iode libéré est titré sous agitation avec le thiosulfate de sodium (0,1N) en présence d'empois d'amidon comme indicateur ; à la fin du titrage une forte agitation est exercée jusqu'à ce que la couche devienne incolore.

Un essai à blanc est effectué dans les mêmes conditions que l'essai. **(ISO 3961, 1996)**

L'indice d'iode est donné par l'équation suivante :

$$\text{Indice d'iode}(I_i) = \frac{(V - V_0) \times 1,269}{m}$$

Où :

V₀ : nombre de ml de la solution de thiosulfate de sodium 0,1N utilisé dans l'essai à blanc.

V : nombre de ml de la solution de thiosulfate de sodium 0,1N utilisé dans l'essai

m: masse de la prise d'essai en grammes ; **1,269**: masse de l'iode

4.6. Densité :

La densité relative à 20°C d'une graisse est le quotient de la masse dans l'atmosphère d'un certain volume de cette huile ou de graisse par la masse du même volume d'eau à 20°C.

Mode opératoire

Un litre d'huile à analyser est mis dans une éprouvette ; la densité de cette huile est mesurée en trempant un densimètre dans l'éprouvette et attendre qu'il se stabilise, la lecture de la densité est effectuée directement sur le densimètre.

4.7. Indice de réfraction "R"

Principe

On entend par indice de réfraction d'une substance, le rapport entre la vitesse d'une lumière de longueur d'onde déterminée dans l'air et la vitesse de cette même lumière dans cette substance.

Mode opératoire

Une quantité d'huile à analyser est filtrée sur un papier- filtre; quelques gouttes de cet échantillon sont disposées entre des prismes du réfractomètre (ATAGO® RX- 7000 cx) de façon à remplir complètement l'espace compris entre ces prismes. Après quelques minutes, la mesure est effectuée pour permettre à la matière grasse d'atteindre la température des prismes (ISO 6320 : 2000).

4.8. Couleur

Principe

La couleur a été déterminée par Lovibond ; cette méthode consiste à comparer la couleur de la lumière transmise à travers une certaine couche de graisse liquide à la couleur de la lumière, provenant toujours de la même source, transmise à travers des lames colorées standardisées. Elle permet d'évaluer la quantité de pigments responsables de la couleur des huiles (ISO 15305, 1998).

4.9. Analyse spectrophotométrique dans l'ultra-violet :

Cet examen spectrophotométrique dans l'ultra-violet peut fournir des indications sur la qualité d'une matière grasse, sur son état de conservation et sur les modifications dues aux processus technologiques.

Tous les corps gras naturels contiennent de l'acide linoléique en quantité plus ou moins importante. L'oxydation d'un corps gras conduit à la formation d'hydroperoxydes linoléique qui absorbent la lumière ultraviolette au voisinage de 266 nm. Si l'oxydation se poursuit, ils se forment des produits secondaires d'oxydation, en particulier des cétones insaturées qui absorbent la lumière vers 270 nm.

L'extinction à 270 nm d'un corps gras brut peut être considérée comme une image de son état d'oxydation, plus l'huile est peroxydée et plus l'extinction à 270 nm est forte, plus elle est riche en produits secondaires d'oxydation en particulier des dicétones et des cétones insaturées qui absorbent la lumière vers 270 nm (Gharby et al, 2011).

Mode opératoire

Les échantillons d'huile d'Olive (0,25 grammes) sont dilués dans du cyclohexane (25 ml) (Prolabo) après avoir filtré sur un papier-filtre à une température ambiante (environ 30°C) pour qu'ils soient parfaitement homogènes et exempts d'impuretés en suspension, jusqu'à l'obtention de densités optiques (DO) inférieures à 1. La lecture des absorbances est effectuée dans une cuve en quartz par rapport à celle du solvant à l'aide d'un spectrophotomètre U.V / Visible (PERKIN-ELMER Lambda 2), équipé d'une fibre optique d'1 cm d'épaisseur (COI, 2015).

Les valeurs sont exprimées comme extinction spécifique notée de façon conventionnelle par K_λ et exprimé comme suit :

$$K_\lambda = E_\lambda / C \times S$$

Où :

K_λ : extinction spécifique à la longueur d'onde λ ;

E_λ : extinction à la longueur d'onde λ ;

C : Concentration de la solution en grammes par millilitres (g/100ml) ;

S : Chemin optique (1cm).

5. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES DEUX HUILES

5.1. Les acides gras

La caractérisation des acides gras est un paramètre important pour connaître la composition totale des triglycérides.

Mode opératoire

- **Préparation des esters méthyliques des acides gras :**

Les esters méthyliques des acides gras (E.M.A.G) sont obtenus par méthanolyse des glycérides et des acides gras libres en milieu alcalin (réaction de trans-méthylation). Pour la

détermination de la composition en acides gras, les esters méthyliques sont préparés selon la norme **REG. CEE n° 2568 /91** fixée par la réglementation européenne pour l'analyse de l'huile d'olive et autre matière grasse.

- **Chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques des AG**

Le dosage des esters méthyliques des AG (EMAGs) a été réalisé par chromatographie en phase gazeuse (chromatographe: Agilent 6890N Network GC, détecteur FID et injecteur SPLIT, équipée d'une colonne capillaire DB23 Agilent 122-2362, 60m x 0,25mm x 0,25µm), Le gaz vecteur est l'hydrogène H₂, fourni à la pression de 14,84psi avec un débit constant de 1ml/m. La température maximale de la colonne est maintenue à 260°C, la température maximale du four est de 325°C, la température maximale de l'injection est de 325°C et celle du détecteur est de 250°C. Le volume injecté est de 1 µl. Les acides gras ont été identifiés par comparaison des temps de rétention avec ceux des acides gras standards.

5.2.Détermination de la teneur en tocophérols

Mode opératoire

Une solution mère de 100 ppm de chaque étalon seul a été préparée (α , γ et δ -Tocophérols), pour ensuite réaliser cinq dilutions successives (80, 40, 20, 10 et 5 ppm) afin d'établir une courbe de linéarité (pour le γ tocophérol, une solution mère de 40 ppm a été préparée suivie par trois dilutions de 20, 10 et 5 ppm) (**Annexe 1**).

La teneur en tocophérol a été déterminée selon la norme internationale : (**ISO 9963, 1997**). L'échantillon (huile) a été préparé en diluant une quantité de 2 g de ce dernier dans 25 ml d'hexane puis filtré ensuite 20 µl de la solution ont été injectés manuellement dans l'HPLC (WATERS 1525 à pompe binaire) sur une Colonne analytique en phase normale WATERS SPHERISORB (3 µm Silice / 150 mm x 4,6 mm i.d).

La séparation des Tocophérols a été réalisée avec une élution isocratique d'hexane/2-isopropanol (95,5:0,5; v/v) au débit de 0,8 ml/mn.

Le détecteur UV- visible WATERS 2487 a été mis à une longueur d'onde de 292 nm pour détecter les α tocophérols et à 298 nm pour détecter les γ et δ tocophérols. Des courbes de calibrage externe ont été préparées pour calculer les quantités de tocophérols présentes dans les deux échantillons d'huiles ($r^2 = 0,999$). Les échantillons ont été injectés en triple, les résultats ont été exprimés en mg de tocophérols par kg d'huile.

5.3.Détermination de la teneur en chlorophylles

La détermination de la teneur en pigments chlorophylliens dans l'huile d'olive est effectuée selon la méthode décrite par (**Wolff, 1968 ; Mosquera Minguez et al, 1991**).

Elle consiste en une quantification par spectrophotométrie à des longueurs d'onde de 630, 670 et 710 nm. La teneur en chlorophylle est donnée par la relation suivante :

$$\text{Chlorophylles (ppm)} = \frac{A_{670} - (A_{630} + A_{710})/2}{0,1086 \times L}$$

Où :

A 630 : absorbance à 630 nm par rapport à une cuve de référence contenant de tétrachlorure de carbone.

A 670 : absorbance à 670 nm

A 710 : absorbance à 710 nm

L : trajet optique = 1 cm

0,1086 : coefficient lié à l'appareil

5.4.Détermination de la teneur en caroténoïdes

La détermination de la teneur en ces pigments dans l'huile est basée sur une méthode spectrophotométrique, l'absorption se fait à 470 nm.

Une prise de 7,5 grammes d'huile est introduite dans une fiole jaugée de 25 ml qui sera remplie jusqu'au trait de jauge par du cyclohexane. L'absorbance de la solution obtenue est mesurée par rapport à celle du solvant à 470 nm (**MosqueraMinguez et al, 1991**). La teneur en carotènes est déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Carotène (ppm)} = (A_{470} \times 25 \times 10000) / (2000 \times 7,5)$$

6. ETUDE IN VIVO DES EFFETS DES HUILES SUR LE PROFIL LIPIDIQUE

6.1. Animaux et conditions d'élevage

L'étude a porté sur des rats *Wistar albinos* mâles provenant de l'institut Pasteur (Centre d'élevage de Kouba-Alger). Ces rats pèsent entre 120-150 g à l'arrivée.

Ils ont été séparés et répartis en 6 rats par cages ayant un libre accès à l'eau et à la nourriture « *ad-libitum* ». Ils sont maintenus dans des conditions de luminosité, de température ambiante et d'hygiène ; le nettoyage des cages et le changement de la litière se faisaient quotidiennement.

Les expérimentations ont été réalisées conformément aux directives du Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (**National Research Council, 2010**).

Les rats ont été nourris par un régime alimentaire standard commercialisé par l'**UAB** de Bejaia (Unité des Aliments de Bétails) dont la composition en matière alimentaire et en acides gras sont présentées sur le **Tableau XV** et le **Tableau XVI** respectivement.

Tableau XV: Composition de l'alimentation pour 1 kilogramme d'aliment (UAB, Béjaia)

matière alimentaire	Quantité en g/Kg d'aliment	Quantité en pourcentage (%)
Mais	620	62
Soja	260	26
Phosphate	16	1.6
Calcaire	9	0.9
Cellulose	10	1.0
Minéraux	10	1.0
Vitamines	10	1.0

Tableau XVI: Composition de l'alimentation en acides gras (UAB, Béjaia)

Acides gras	Teneurs %
C12 :0	1.60 ± 0.05
C14 :0	1.84 ± 0.14
C16 :0	42.46 ± 0.34
C18 :0	2.29 ± 0.10
C20 :0	/
C16 :1 (ω-9)	0.60 ± 0.06
C18 :1 (ω-9)	11.94 ± 0.01
C18 :1 (ω-7)	/
C18 :2 (ω-6)	37.04 ± 0.06
C18 :3 (ω-3)	2.23 ± 0.03
<i>AGS</i>	48.19
<i>AGMI</i>	12.54
<i>AGPI</i>	39.27

Le régime contrôle contient 11,94% d'oméga9 (AGMI), une forte teneur en acides gras saturés (48,19%) représenté par l'acide palmitique comme acide gras majoritaire (42,46%) et 37,04% d'acides linoléique acides gras polyinsaturés majoritaire.

6.2. Protocole expérimental

Après la période d'acclimatation, les 72 rats ont été aléatoirement répartis en 12 groupes d'animaux, chacun (n=6) selon le protocole expérimental montré sur le **Tableau XVII** :

Les deux huiles ont été administrées par voie orale, en une prise unique à tous les animaux de manière continue et discontinue et en alternance (un jour sur deux pour chaque huile) pendant deux périodes de traitement ; de 25 et 45 jours.

Tableau XVII : Protocole expérimental.

	Groupes (n=6)	Caractéristiques
P1 (25 jours)	C1	Lot contrôle reçoit l'eau dans les mêmes conditions que les autres groupes
	OC1	Lot traité par 0.9 g d'huile d'olive extra vierge /kg de poids corporel en continu
	OD1	Lot traité par 0.9g d'huile d'olive extra vierge /kg de poids corporel en discontinu
	SC1	Lot traité par 0.9g d'huile de soja /kg de poids corporel en continu
	SD1	Lot traité par 0.9g d'huile de soja /kg de poids corporel en discontinu
	OS1	Lot traité par les deux huiles en alternance
P2 (45 jours)	C2	Lot contrôle reçoit l'eau dans les mêmes conditions que les autres groupes
	OC2	Lot traité par 0.9g d'huile d'olive extra vierge /kg de poids corporel en continu
	OD2	Lot traité par 0.9g d'huile d'olive extra vierge /kg de poids corporel en discontinu
	SC2	Lot traité par 0.9g d'huile de soja /kg de poids corporel en continu
	SD2	Lot traité par 0.9g d'huile de soja /kg de poids corporel en discontinu
	OS2	Lot traité par les deux huiles en alternance

Les groupes C1 et C2 ont servi de contrôle et sont nourris avec un régime standard ; **C1** et **C2** traités en continu (quotidiennement), **D1** et **D2** traités en discontinu (un jour sur deux), pendant deux périodes, 25 jours et 45 jours (O = olive ; S = soja)

6.3. Suivi des animaux pendant la période du traitement

- **Poids corporel**

Une pesée des rats, à l'aide d'une balance KERN, a eu lieu tous les 5 jours durant les deux périodes de traitement (25 et 45 jours).

6.4. Sacrifice et prélèvements

6.4.1. Sacrifice des rats

Après les deux périodes de traitements ; de 25 et 45 jours d'expérimentation, les rats ont été sacrifiés le matin à jeun, par décapitation à l'aide d'une lame bistouri stérile selon les règlements d'éthique dans le Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (**National Research Council, 2010**).

6.4.2. Prélèvement sanguin

Après décapitation, le sang est immédiatement recueilli dans des tubes polyéthylènes étiquetés. Après centrifugation à 3500 tours/min pendant 15 minutes, les sérums obtenus ont été stockés au congélateur à -20°C jusqu'à l'analyse.

6.5. Pesée des organes

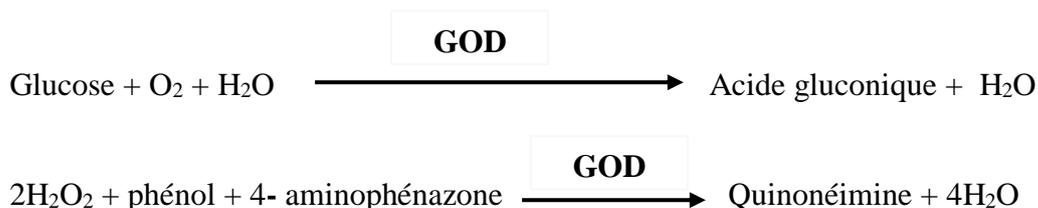
Après dissection des animaux, certains organes (Foie, cœur et cerveau) sont prélevés et pesés à l'aide d'une balance KERN

6.6. Dosage des paramètres biochimiques

Le dosage des paramètres biochimiques a été effectué par des méthodes colorimétriques à l'aide d'un automate SECOMAM selon les fiches techniques des Kits commerciaux, Quimica clinica pour le dosage de l'activité lipasique et Spinreact pour les autres paramètres (glycémie, Lipides totaux, Triglycérides, Cholestérol total, HDL-C, LDL-C).

6.6.1. Dosage de la glycémie

Le glucose est oxydé sous l'action de la glucose-oxydase (GOD) en acide gluconique et peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), ce dernier, en présence de peroxyde (POD) oxyde le phénol et le 4-aminophénasone (chromogène incolore) pour former la quinonéimine, un composé coloré en rouge violet (**Barham & Trinder, 1972**) selon les réactions suivantes :



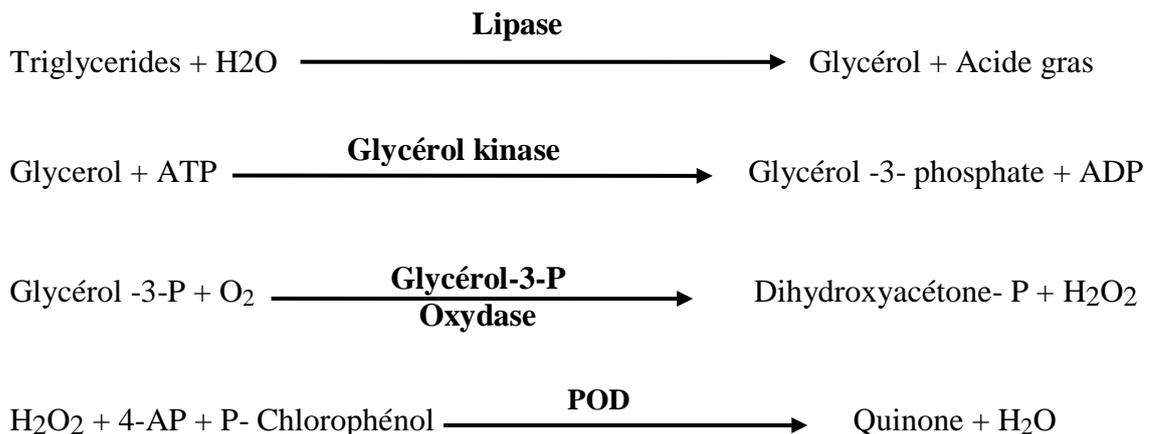
L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration du glucose dans l'échantillon (**Annexe 2**).

6.6.2. Dosage des Lipides totaux

Les lipides totaux forment avec le phosphovainilline et en présence de l'acide sulfurique un complexe coloré, l'intensité de sa couleur est proportionnelle à la concentration des lipides totaux dans les échantillons (Rifai et al, 1999). (Annexe 2)

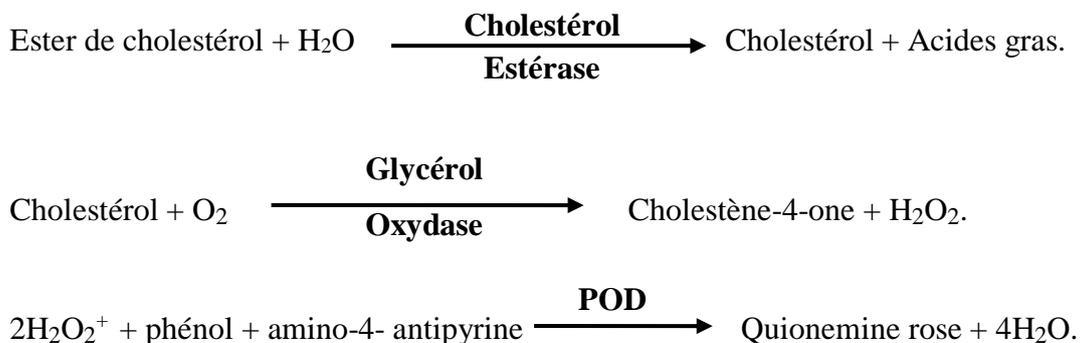
6.6.3. Dosage des triglycérides

Les triglycérides sont déterminés après une hydrolyse enzymatique par les lipoprotéines lipase (LPL). L'indicateur est une quinone formée à partir de l'hydrogène peroxyde, le 4-aminophénazone (4-AP) et le P-Chlorophénol sous l'influence catalytique de la peroxydase (POD) (Fassati & Prencipe, 1982) ; selon les quatre réactions suivantes : (Annexe 2)



6.6.4. Dosage du Cholestérol total

Après hydrolyse enzymatique puis oxydation, l'indicateur quinoneimine formé à partir du peroxyde d'hydrogène et du amino-4-antipyrine en présence du phénol et de peroxydase permet la quantification du cholestérol (Rifai et al, 1982), selon la réaction suivante :



La quantité de quinonemine formée est proportionnelle à la concentration de cholestérol (Annexe 2).

6.6.5. Dosage des HDLc

Les VLDL (Very Low Density Lipoproteins) et les LDL (Low Density Lipoproteins) sériques ou plasmatiques sont précipités par le phosphotungstate en présence des ions de magnésium.

Après élimination par centrifugation du précipité, le surnageant est utilisé pour la détermination de l'HDL cholestérol (High Density Lipoproteins) (**Grove, 1979**). (**Annexe 2**)

6.6.6. Dosage des LDLc

La formule de **Friedewald (1972)** permet de calculer le taux LDLc selon la réaction suivante :

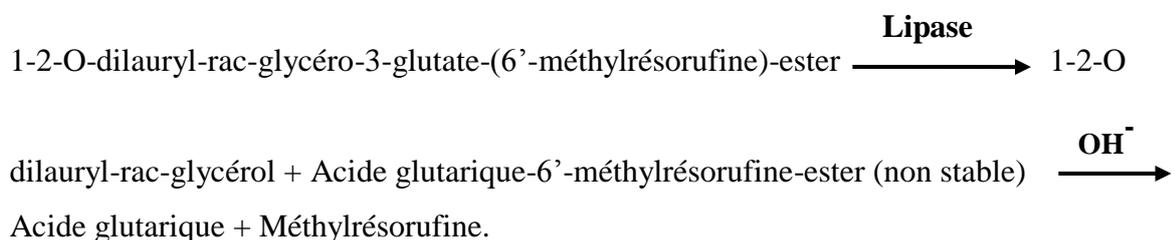
$$\text{LDLc} = \text{CT} - ((\text{TG}/5) + \text{HDLc})$$

CT: cholestérol total, **TG**: triglycérides, **LDLc**: low density lipoprotein cholestérol, **HDLc**: high density lipoprotein cholestérol

6.6.7. Dosage des lipases

La lipase pancréatique en présence de colipase, désoxycholate et les ions calcium, hydrolyse le substrat 1-2-O-dilauryl-rac-glycéro-3-glutamate-(6'-méthylrésorufine)-ester.

La séquence de réactions qui sont impliquées dans la détermination enzymatique directe de la lipase est la suivante (**Neumann, 1984**) :



Le taux de formation du méthylrésorufine, mesuré par spectrophotométrie, est proportionnel à la concentration catalytique de la lipase présente dans l'échantillon (**Annexe 2**).

7. TRAITEMENT STATISTIQUE DES RESULTATS

Les résultats ont été présentés sous forme de moyennes plus ou moins l'écart type (Moy \pm SEM). L'analyse statistique des données a été réalisée par l'analyse de la variance à un critère (ANOVA) suivie par le test de Dunnet pour les comparaisons avec un contrôle en utilisant un logiciel MINITAB (version 16).

Les différences sont considérées comme :

Significatif lorsque ($P \leq 0,05$).

Hautement significative lorsque ($P \leq 0,01$).

Très hautement significative lorsque ($P \leq 0,001$).

P: la prévalence

***RESULTATS ET
DISCUSSION***

1. ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Les principaux résultats obtenus sont présentés sur le **Tableau XVIII**.

Tableau XVIII: Analyse de sols de la zone d'étude (verger Maamer).

Granulométrie	%	
	Argile	45.33 ± 2.31
	Limon	25,40 ± 2.31
	Sable	29,33 ± 2.31
Paramètres chimiques		
Conductivité (1/5 mS/cm)	0,103 ±00	non salé
pH eau (1/2.5)	7,96 ± 0.06	alcalin
	%	p.p.m
Calcaire total	34,9 ± 6.06	349.53 ± 12.33
Matière organique	0,77 ± 0.05	07.67 ± 1.01
Azote total	0,34 ± 0.05	03.70 ± 0.05
	mégq/100gr	p.p.m
Phosphore assimilable (Olsen)	0,06 ± 0.01	17,53 ± 0.10
Sodium échangeable	0,13 ± 0.04	32,20 ± 0.04
Potassium échangeable	0,53 ± 0.03	214,17 ± 14.03
Calcium échangeable	35,00 ± 0.01	7013,17 ± 20.01
Magnésium échangeable	1,20 ± 0.02	142,53 ± 11.02

- **Granulométrie**

Les résultats de l'analyse granulométrique de sols étudiés montrent que le sol du verger est riche en argile (45, 33%), sable (29, 33%) et limon (25, 40%). L'utilisation du triangle de Tavernier et Maréchal (**Figure 12**), a permis de caractériser la texture ou granulométrie du sol qui est de type argileux ; cette classe texturale est lourde, selon certains auteurs, ne convient pas à la culture de l'olivier (**Polese, 2007; Ouaouich & Chimi, 2007**).

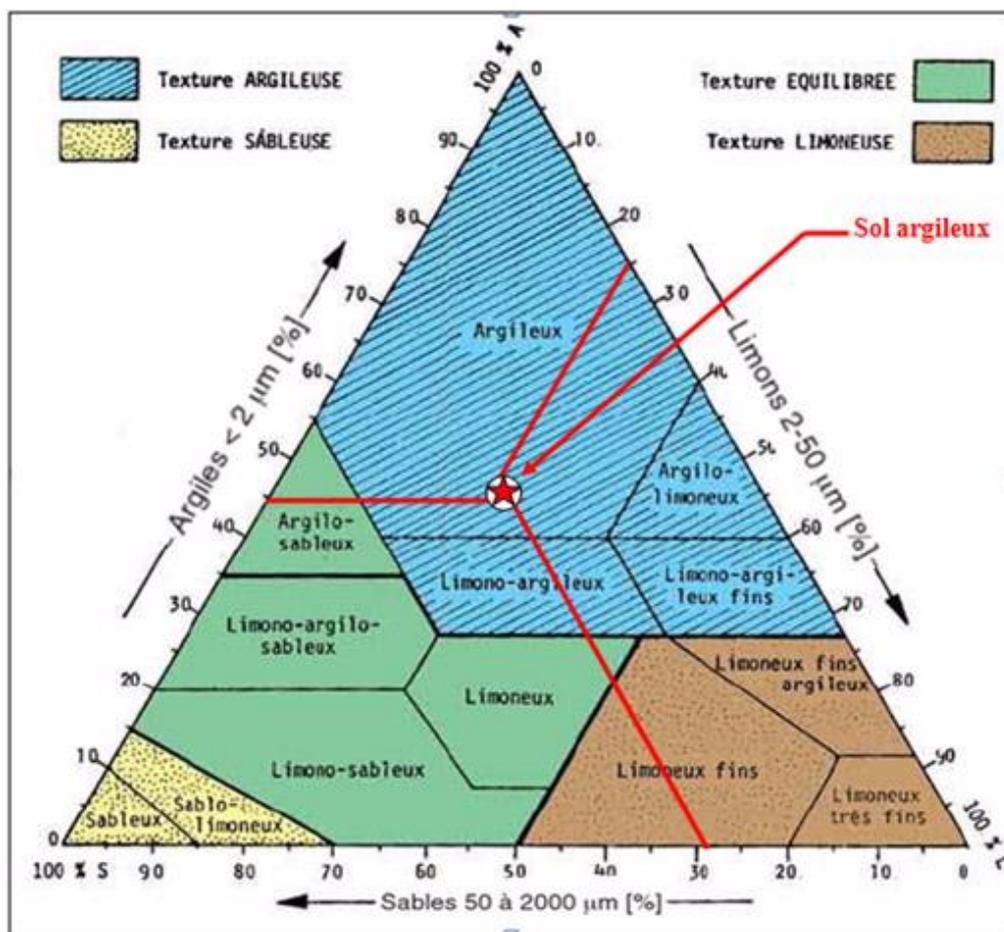


Figure 12 : Texture du sol du verger Maamer (Ain Larbi) selon le Triangle de « Tavernier et Maréchal » (Gobat et al, 2010; Richer de Forges, 2008)

- **Conductivité**

La conductivité électrique des sols détermine leur degré de salinité. Cette salinité se traduit par un comportement différent des cultures vis-à-vis des classes de salinité. L'échelle de **Durand (1983)** a été utilisée pour indiquer la classe de salinité des sols sur extrait 1/5 et l'effet sur le rendement des cultures.

Selon cette échelle de salinité, la conductivité de ce sol étant de 0,103 mS/cm, classe ce sol dans la classe I, sols non salés ; leurs effets sont négligeables sur les rendements des cultures (**Durand, 1983**).

- **pH**

Le pH est une indication du niveau général du sol en éléments chimiques assimilables. Le pH du sol est en relation directe avec les cations et les anions échangeables des sols. Le pH du sol étudié est de 7,96 selon **Brady et Weil (2002)**, les pH compris entre 7 et 9 caractérisent

les sols des régions arides ; ceci concorde avec l'étage bioclimatique de la wilaya de Guelma qui est subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud (**Emberger, 1955**).

Les valeurs élevées du pH (7, 5 à 8, 5) sont fréquemment corrélées à des difficultés d'assimilabilité par les plantes de certains éléments indispensables (phosphore, zinc, manganèse, cuivre et fer) (**Morel, 1996**).

La valeur du pH favorable à l'arboriculture varie entre 6,0 et 7,5 (**Gautier, 2001**), le pH de ce sol est légèrement supérieur.

- **Calcaire total**

Le sol étudié a une teneur en calcaire de 34,9%. Selon les normes de **Baize (1988)** concernant les teneurs en calcaire, on distingue plusieurs classes de sols (**tableau X**). En comparant la valeur obtenue à celles signalées par **Baize (1988)**, nous constatons que le sol du verger étudié est fortement calcaire.

- **Matière organique**

La matière organique améliore les propriétés physiques (stabilité structurale, capacité de rétention en eau,...) et chimiques par la libération progressive des éléments nutritifs (**Callot et al, 1982**).

Le sol du verger étudié possède une teneur en matière organique assez faible (0,77%) ; de plus, le taux de calcaire existant est élevé (34,9%). Selon **Soltner (2000)**, plus le sol est calcaire, plus il bloque la matière organique dont le taux doit être plus élevé qu'en sol non calcaire.

- **Azote total**

Le taux d'azote total est de 0,34%. En comparant ce résultat obtenu aux normes (**Tableau XII**), le sol étudié présente des teneurs en azote très élevées.

Ces niveaux élevés peuvent s'expliquer d'une part par la richesse des apports annuels pratiqués en surface, et par la présence d'une fumure de fond apportée avant plantation (informations fournies par l'agriculteur).

- **Phosphore assimilable**

C'est l'ensemble des ions en solution et adsorbés qui constitue l'acide phosphorique assimilable (**Soltner, 2000**). Le phosphore dépend du taux de saturation (S/T) représentant la somme des % des cations échangeables, dans ce cas il est de 36,86.

D'après **Soltner (2000)**, la teneur en phosphore (**0,02 ‰**) est **très faible (Figure 13)** et si on utilise le **Tableau XIII** et le **Tableau XIV**, la teneur de ce sol en phosphore correspond au seuil 1 ; ce qui nécessite une fumure d'entretien (**INRA, 2012**).

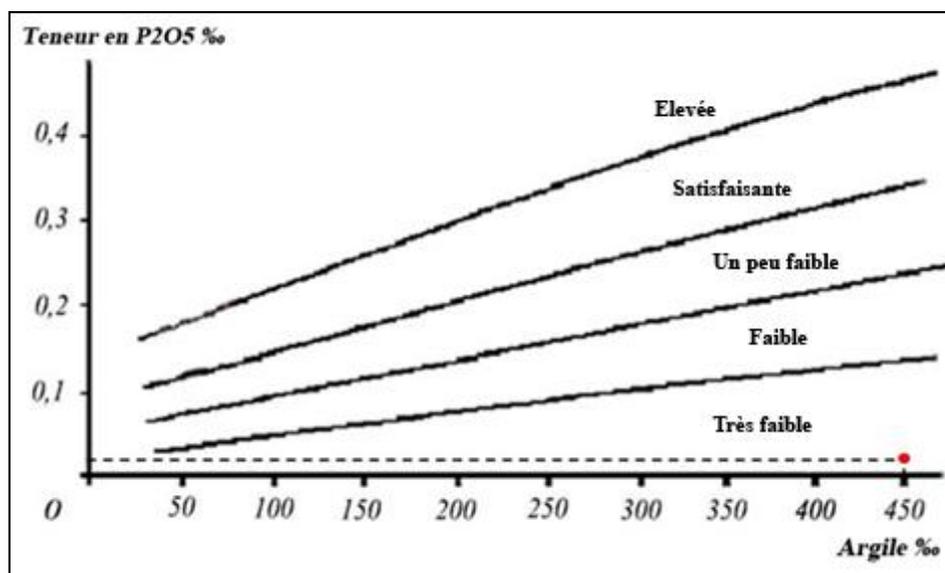


Figure 13: Appréciation du niveau de P₂O₅ assimilable en fonction de la teneur en argile (**Soltner, 2000**).

- **Sodium échangeable (Na⁺)**

Le sodium échangeable Na⁺ du sol indique que ce paramètre s'élève avec l'augmentation de la salinité du sol; sa valeur pour ce sol est faible (0,13meq/ 100g de terre) confirmant la non salinité de ce sol (conductivité = 0,103 mS/cm).

L'étude des ions Na⁺ et K⁺ révèle une teneur faible de ces éléments de la solution du sol, ce qui démontre qu'il y a eu adsorption de sels solubles du sol qui se traduit par une désalinisation (sol non salé).

Cette amélioration des propriétés du sol peut être expliquée par le travail de fertilisation organique et minérale réalisé par l'agriculteur.

- **Le potassium échangeable (K⁺)**

Le potassium échangeable du sol étudié est de 0,21‰. On constate que le niveau en potassium échangeable en fonction du taux d'argile est très faible (**Soltner, 2000**) (**Figure 14**).

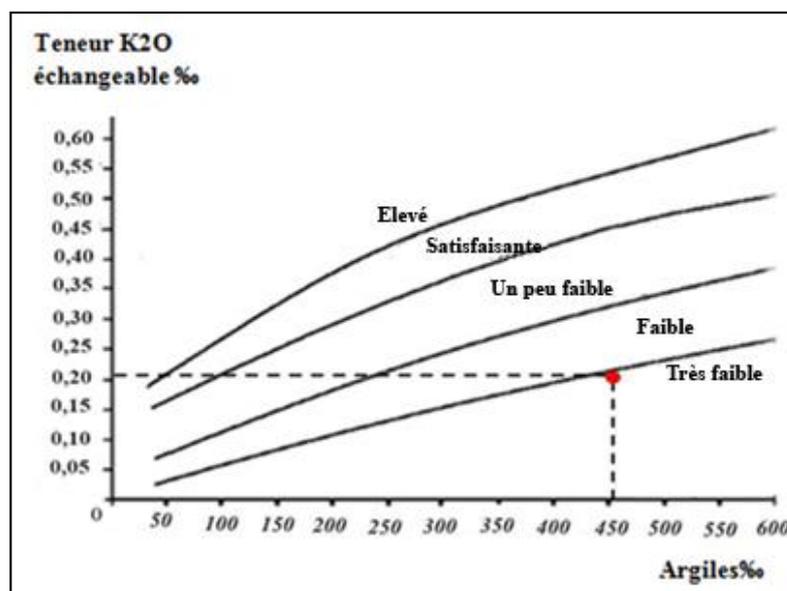


Figure 14: Appréciation du niveau de K₂O échangeable en fonction de la teneur en argile (Soltner, 2000).

- **Calcium échangeable (Ca⁺⁺)**

Le calcium échangeable joue un rôle déterminant sur les fertilités physiques (stabilités des structures des sols) et biologiques (activité de la biomasse microbienne). Le calcium est aussi un élément nutritif pour les plantes (Lano, 2016). Le sol est assez riche en calcium (35 meq/100g).

- **Magnésium (Mg⁺⁺)**

Le niveau de magnésium est de 0,14 ‰ ; d'après Soltner (2000) (Figure 15), cette valeur est légèrement faible pour le maintien d'une bonne alimentation magnésienne des oliviers.

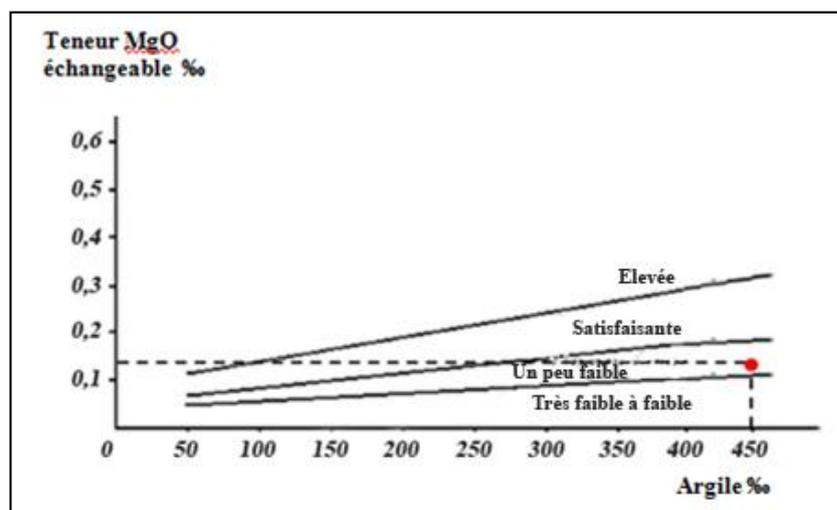


Figure 15: Appréciation du niveau de MgO échangeable en fonction de la teneur en argile (Soltner, 2000).

2. CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE LA VARIETE

«ROUGETTE»

Le **Tableau XIX** montre les caractéristiques morphologiques de la variété d'olivier Rougette de Guelma.

Tableau XIX : Caractéristiques morphologiques de la variété d'olivier Rougette de Guelma.

		Caractères morphologiques	Caractères morphologiques (Mendil et Sebai, 2006)*	Photos (2592x1936) pixels
Feuille	Forme	Elliptique lancéolée	Elliptique lancéolée	 Photo prise le 19/11/2011
	Longueur	Réduite	Moyenne	
	Largeur	Réduite	Moyenne	
	Courbure longitudinale du limbe	Plan	Plan	
Fruit	Poids	Moyen	Moyen	 Photo prise le 19/11/2011
	Forme	Ovoïde	Allongé	
	Symétrie	Légèrement asymétrique	Légèrement asymétrique	
	Position du diamètre transversal maximal	Centrale	Centrale	
	Sommet	Pointu	Pointu	
	Base	Tronquée	Tronquée	
	Mamelon	Absent	Absent	
	Présence lenticelles	Nombreuses	Peu nombreuses	
	Dimension lenticelles	Petites	Petites	
	Couleur en pleine maturation	Noire	Noire	
Endocarpe	Poids	Elevé	Elevé	 Photo prise le 19/11/2011
	Forme	Elliptique	Allongé	
	Symétrie A	Asymétrique	Asymétrique	
	Symétrie B	Asymétrique	Asymétrique	
	Position du diamètre transversal maximal	Centrale	Centrale	
	Sommet	Pointu	Pointu	
	Base	Pointue	Pointue	
	Surface	Rugueuse	Lisse	
	Nombre de sillons fibrovasculaires	Moyen	Moyen	
	Distribution de sillons fibrovasculaires	Uniforme	Uniforme	
	Extrémité du sommet	Avec mucron	Avec mucron	

* : Rougette de Mitidja

D'après ce tableau, on observe que la variété rougette est caractérisée par des feuilles elliptiques lancéolées de longueur et largeur réduite ; un fruit pointu au sommet, tronquée à la base avec absence de mamelon, présence de nombreuses petites lenticelles et il est de couleur noire à maturité ; un endocarpe pointu au sommet et à la base, avec une surface rugueuse, un nombre de sillons fibrovasculaires moyen avec une distribution uniforme, son extrémité au sommet possède un mucron. Ces caractéristiques correspondent presque à celles décrites par (Mendil & Sebai, 2006) pour la variété Rougette de la Mitidja.

3. DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE DES OLIVES

La teneur en huile des olives varie en fonction de la variété, de la date de récolte et du lieu de culture. Ce paramètre ne constitue pas un critère de détermination de la qualité de l'huile mais il permet de déterminer la date optimale de la récolte (Essiari et al, 2014).

La teneur en huile par rapport à la matière sèche est de 22,66%, elle est supérieure à celles des variétés algériennes rapportées par Benrachou (2012) et marocaines rapportées par Essiari et al (2014).

4. ETUDE PHYTOCHIMIQUE DES OLIVES

Le Tableau XX présente les résultats de l'étude phytochimique des fruits (olives).

Tableau XX: résultats du screening phytochimique des fruits de l'olivier.

Groupes bioactifs	Tanins galliques	Tanins catéchiques	Saponosides	Anthocyanes	Leuco anthocyanes	Alcaloïdes	Flavonoïdes	stéroïdes et terpènes
Fruits	-	+++	+++	-	-	-	-	+++

(-) : absence.

(+) : présence en faible quantité.

(++) : Présence en quantité moyenne.

(+++): Présence en quantité importante

- **Tanins**

On note uniquement la présence des tanins catéchiques en quantité importante et une absence des tanins galliques dans l'infusé. Ces substances sont des polyphénols connus principalement par leurs effets antioxydants.

Les huiles d'olive sont connues pour leur teneur élevée en composés phénoliques par rapport aux autres huiles végétales raffinées.

Ces composés contribuent à la saveur globale complexe de l'huile d'olive et sont, en grande partie, responsables de sa durée de conservation. Ils possèdent également un effet anti-tumoral, un effet antibactérien et antiviral (**Okuda, 2005**).

- **Saponosides**

L'indice de mousse $I = 110$, indique une teneur importante en **Saponosides**, en particulier les **Saponines** ($I > 100$) (**Bruneton, 1999**).

Ce groupe bioactif a une activité expectorante, il rend un peu moussante la muqueuse des bronches inflammatoires et facilite l'expectoration. De plus, il est un puissant hémolyseur, il possède également des propriétés édulcorantes, largement utilisées dans l'industrie agro-alimentaire (**Bruneton, 1999**).

- **Anthocyanes**

Le test de cette recherche a révélé l'absence des Anthocyanes dans l'infusé (test négatif).

- **Leuco-anthocyanes**

La recherche des Anthocyanes dans l'infusé a montré un résultat négatif.

- **Alcaloïdes**

Le fruit d'olive ne contient pas des alcaloïdes, considérés comme des molécules toxiques (**Hartmann & Witte, 1995**).

- **Flavonoïdes**

La recherche des Flavonoïdes dans le broyat d'olives a montré un résultat négatif ce qui indique leur absence dans ce fruit.

- **Stérols et Terpènes**

Le fruit d'olive possède une quantité importante en stérols et terpène ; les stérols possèdent un effet réducteur sur le cholestérol total et les LDL-C plasmatiques (**Jones et al, 1997 ; Law, 2000**). Les composés terpéniques sont responsables de la couleur et l'odeur des plantes et des épices (piments, curies) (**Langenheim, 1994**).

5. CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES HUILES

5.1. Caractérisation physicochimique de l'huile d'olive

Les caractéristiques physicochimiques sont présentées sur le **Tableau XXI**.

L'acidité libre étant $\leq 0,8$ g d'Acide oléique/100g d'huile, classe cette huile dans la catégorie « huile d'olive vierge extra (HOVE) ». Tous les autres indices (Eau et matières volatiles, Indice de peroxyde et absorptions spécifiques à 232 et 270 nm) sont dans les normes préconisées par les organismes internationaux : COI (**C.O.I, 2015**) et Codex Alimentarius (**CODEX, 2003**) pour la catégorie HOVE.

Tableau XXI: Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive « Rougette ».

Caractéristiques	Valeurs	Normes Codex 2003	Normes C.O.I 2015
Eau et matières volatiles (%)	0,11 ± 0,01		$\leq 0,2$
Acidité libre (g d'Acide. Oléique/100g d'huile)	0,49 ± 0,01	Max 3,3	$\leq 0,8$
I _P (Meq d'O ₂ /kg l'huile)	7,33 ± 0,06	≤ 20	≤ 20
I _S (mg KOH/g d'huile)	191,95 ± 0,39	184 - 196	
I _i (Wijs)	80,34 ± 0,12	75 - 94	
Densité relative à 20°C	0,914	0,910 - 0,916	
I _r à 20°C	1,4681 ± 0,01	1,4677 - 1,4707	
Couleur	40 J ; 6,2 R	/	/
Extinction à 270 nm	0,18 ± 0,01		$\leq 0,22$
Extinction à 232nm	1,38 ± 0,01		$\leq 2,50$

• La teneur en eau et en matières volatiles (0,11%) est dans les normes fixées par le COI ($< 0,2\%$) (**C.O.I, 2015**).

• L'acidité de cette huile d'olive est de 0,49g d'acide oléique/100g d'huile, cette valeur est supérieure à celles trouvées pour d'autres variétés d'huile extra vierge Algérienne (**Bengana et al, 2013**) et tunisiennes (**Baccouri et al, 2008**) mais inférieure à celles des variétés extra vierge turques rapportées par (**Arslan et al, 2012**). Cette acidité faible pourrait être liée, soit à :

- la richesse du sol en calcaire car selon **Essiari et al (2014)**, les huiles provenant des sols calcaires ont une acidité basse

- la bonne conduite des opérations d'extraction de l'huile.

- une activité lipasique faible de cette variété (**Chimi, 2001**).

• L'indice de peroxyde de l'huile renseigne sur l'état de son oxydation. Cette huile présente un indice de peroxyde de 7,33 Méq d'O₂/kg d'huile. Cette valeur est assez faible comparée aux valeurs limites du COI (Ip=20) (**C.O.I, 2015**), indiquant une faible oxydation de l'huile.

• L'indice de saponification de l'huile d'olive étudiée est de l'ordre de 191,95 mg KOH/ g d'huile ; ceci montre que cette huile est moins riche en acide gras à longue chaîne, ce paramètre étant inversement proportionnel à la longueur de la chaîne (**Harper, 1977**).

• L'indice d'iode donne une indication globale de l'insaturation de l'huile (présence d'acides gras insaturés). L'huile d'olive étudiée présente un indice d'iode égale à 80,34 , valeur comprise dans l'intervalle fixé par le Codex Alimentarius (**CODEX, 2003**).

• Densité relative à 20°C mesurée de l'huile d'olive étudiée est de 0,914 ; valeur conforme aux normes adoptées par le Codex Alimentarius pour les huiles d'Olive (**CODEX, 2003**).

• L'indice de réfraction mesuré pour cette huile d'olive est de 1,4681. Cette valeur est inférieure à celles rapportées par **Ben Tekaya et Hassouna (2005)** pour des huiles d'olive tunisiennes extra vierge.

• Les coordonnées de la couleur de l'huile d'olive étudiée sont (40J, 6,2R), ce résultat concorde avec les taux des chlorophylles et caroténoïdes trouvés dans cette huile (**Tableau XXV**).

La couleur de l'huile d'olive extra vierge s'étend du jaune le plus intense au vert le plus foncé ; elle est déterminée par des facteurs tels que la variété des olives, leur état de maturation, la présence de deux pigments naturels, les caroténoïdes et les chlorophylles (**Minguez –Mosquera, 1997**). La couleur varie principalement en fonction du processus de vieillissement (le moment où les olives ont été recueillies) et de la variété cultivée. Un fruit en début de récolte nous donnera des tons verdâtres, alors qu'un fruit mûr donnera des tons jaunâtres.

▪ Les résultats obtenus montrent que les valeurs des extinctions spécifiques à 270 nm et à 232 nm sont de 0,18 et 1,38 respectivement, ces valeurs sont inférieures aux limites

supérieures fixées par la norme commerciale du Conseil Oléicole International ($K270 \leq 0,22$ et $K232 \leq 2,50$) (C.O.I, 2015).

La valeur de l'IP ≤ 20 méq O₂/kg d'huile ne signifie pas toujours l'absence du phénomène d'oxydation. Le recours à la détermination des coefficients (K232, K270) d'absorbance dans l'ultraviolet renseigne sur la présence ou l'absence de produits d'oxydation secondaire dans l'huile. L'extinction spécifique des huiles dans l'ultraviolet constitue un paramètre important de leur qualité. En effet, à 232 nm, elle permet d'évaluer la présence de produits primaires d'oxydation des acides gras (hydroperoxydes linoléiques...) alors qu'à 270 nm, les produits secondaires d'oxydation des acides gras (alcools, cétones insaturés...) sont détectés (Tanouti et al, 2011).

5.2. Caractérisation physicochimique de l'huile de soja

Le **Tableau XXII** présente les résultats de la caractérisation physicochimique de l'huile de soja raffinée.

Tableau XXII: Caractérisation physico-chimique de l'huile de soja raffinée.

Caractéristiques	Valeurs	Codex Alimentarius 1993
Eau et matières volatiles (%)	Néant	Max 0,2
Acidité libre (g d'Ac. Oléique/100g d'huile)	$0,16 \pm 0,02$	Max 0,3
I _P (Méq d'O ₂ /Kg l'huile)	$0,4 \pm 0,06$	Max 10
I _S (mg KOH/g d'huile)	$190 \pm 0,20$	189 – 195
I _i (Wijs)	$132,1 \pm 0,12$	120 – 143
Densité relative à 20°C	0,919	0,919 - 0,925
I _r à 40°C	1,467	1,466 -1,470
Couleur	14 J ; 1,6 R ;	Max 20 J ^a Max 2 R ^a

^a : National Oilseed Processors Association (NOPA, 2003)

Les résultats des indices physicochimiques obtenus (Eau et matières volatiles, Acidité libre, Indice de peroxyde, Indice de saponification, Indice d'iode, Densité relative à 20°C, Indice de réfraction à 40°C) sont conformes aux normes internationales du Codex Alimentarius pour l'huile de soja raffinée (CODEX, 1993).

Les coordonnées de couleur (14J, 1,6R) de l'huile de soja étudiée sont conformes à ceux fixés par les règles de la National Oil seed Processors Association (NOPA, 2003).

6. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES DEUX HUILES

6.1. Composition en acides gras par CPG

Les profils en AG de l'huile d'olive et de soja sont montrés sur les chromatogrammes (Figure 16 et Figure 17). La résolution de la colonne utilisée a permis d'identifier huit acides gras pour l'huile d'olive et six pour l'huile de soja.

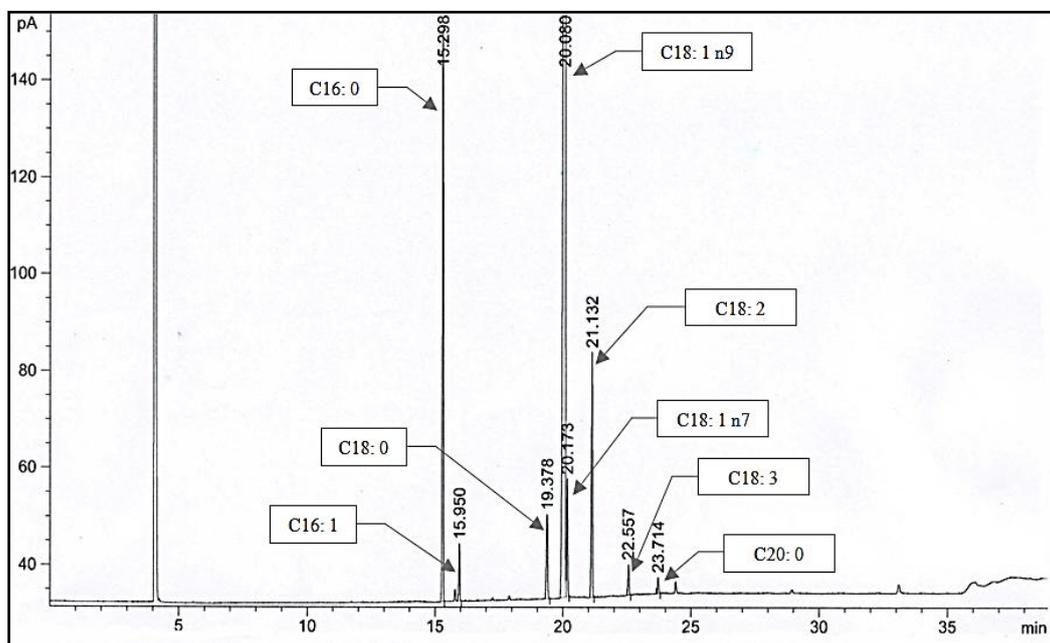


Figure 16: Chromatogramme des esters méthyliques des acides gras de l'huile d'olive «Rougette»

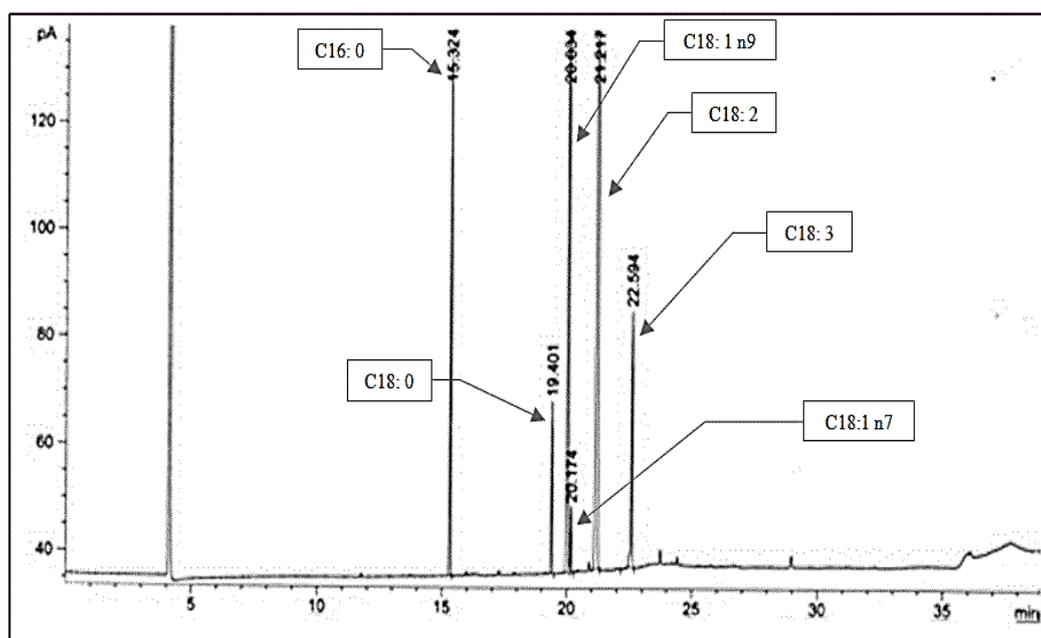


Figure 17: Chromatogramme des esters méthyliques des acides gras de l'huile de soja.

Les résultats des analyses biochimiques en acides gras des deux huiles sont montrés sur le **Tableau XXIII**.

Tableau XXIII: Composition biochimique en acides gras de l'huile d'olive et de soja.

Acides gras	Teneurs %			
	HS	Codex [1999]	HOVE	COI [2015]
C12 :0	/	ND-0.1	/	ND
C14 :0	/	ND-0.2	/	≤ 0.03
C16 :0	10.89±0.02	8 - 13.5	11.21 ±0.26	7.5 – 20
C18 :0	3.90 ±0.01	2.0 - 5.4	2.19 ± 0.01	0.5 – 5
C20 :0	0.00	0.1- 0.6	0.36 ± 0.01	≤ 0.6
C16 :1 (ω-9)	/	ND-0.2	1.10 ± 0.01	0.3 - 3.5
C18 :1 (ω-9)	23.38 ±0.14	17- 30	76.67 ± 0.29	55 – 83
C18 :1 (ω-7)	1.48 ± 0.01		2.35 ± 0.05	
C18 :2 (ω-6)	53.67 ± 0.21	48 – 59	5.45 ± 0.03	2.5 – 21
C18 :3 (ω-3)	6.68 ± 0.05	4.5 – 11	0.68 ± 0.01	≤ 1
AGS	14.79		13.76	
AGMI	24.86		80.12	
AGPI	60.35		6.13	

HS : huile de soja, HOEV : huile d'olive extra vierge.

L'huile d'olive de la variété locale Rougette est caractérisée par une forte teneur en acides gras monoinsaturés, AGMI avec 80,12%, représentée par l'acide oléique majoritaire, de la famille oméga-9 (76,67%), 13,76% d'acides gras saturés et 6,13 % d'acides gras polyinsaturés représentés par l'acide linoléique oméga-6 dominant et des traces de l'acide α-linolénique oméga-3. Cette composition est conforme aux normes du COI (**C.O.I, 2015**) et présente une similitude avec celle de l'huile d'olive de la variété algérienne « Grosse de Hamma» (**Douzane et al, 2012**).

Pour l'huile de Soja, les taux des acides gras sont conformes aux normes préconisées par le Codex Alimentarius (**CODEX, 1999**) sauf pour l'acide arachidique (C: 20) qui présente un taux inférieur à ces normes. Cette huile, contrairement à celle d'olive, est caractérisée par

une forte teneur en acides gras polyinsaturés représentée par l'acide linoléique ω -6 (53,67%) et l'acide linoléique ω -3 (6,68%).

6.2. Composition des deux huiles en Tocophérols

Les résultats de cette analyse sont présentés sur la **Figure 18**, la **Figure 19** et sur le **Tableau XXIV**.

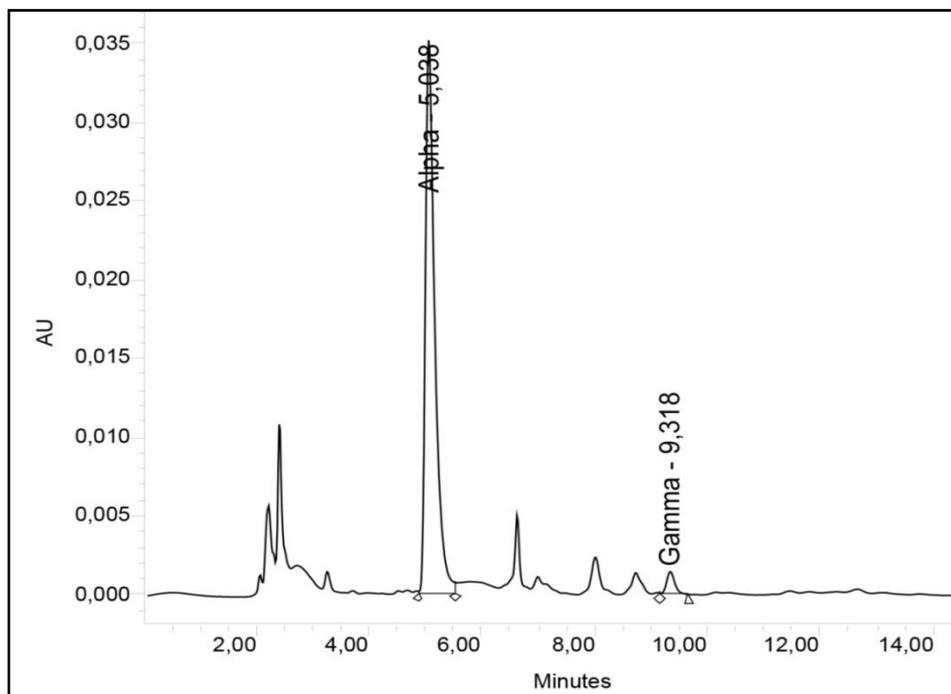


Figure 18: Chromatogramme des tocophérols de l'huile d'olive.

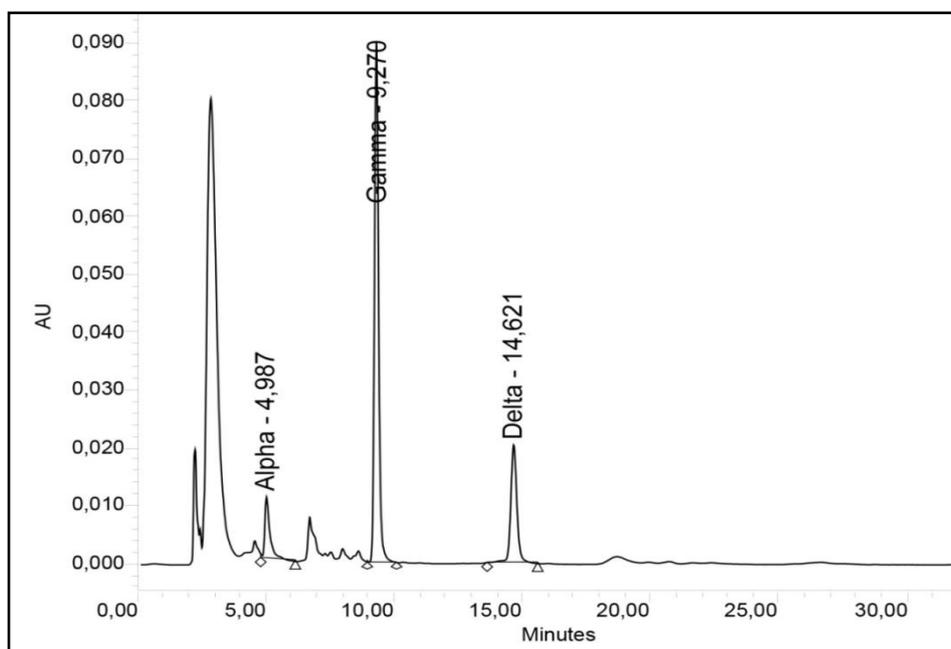


Figure 19 : Chromatogramme des tocophérols de l'huile de soja.

Tableau XXIV: Composition en Tocophérols des deux huiles.

Echantillons	Tocophérols (mg/kg)			Tocopherols totaux
	α Tocophérol	γ Tocophérol	δ Tocophérol	
Huile d'olive	340,32 \pm 4,22	17,62 \pm 0,02	0,00	357,94
Huile de soja	130,98 \pm 1,15	860,94 \pm 6,40	293,37 \pm 0,11	1285,29

Dans l'huile d'olive extra vierge étudiée, les tocophérols identifiés sont l' α , γ et δ Tocophérols ; ces composés ont été déjà détectés par **Beltran et al (2005)** et **Baccouri et al (2008)**. D'après ces résultats, l' α tocophérol représente environ 95 % du total des tocophérols, 5% de γ Tocophérol et absence de δ Tocophérol dans l'huile d'olive étudiée.

La forme α est la plus couramment utilisée dans les suppléments alimentaires de la vitamine E. Les résultats montrent un taux élevé de l' α tocophérols dans l'huile d'olive (340, 32 mg/kg). Une huile extra vierge n'ayant pas subi de traitements à chaud, ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par **Douzane et al (2012)** pour les variétés algériennes (Azeradj, Chemlal et Limli) et inférieur à ceux trouvés pour les deux variétés Arbosana et Koroneiki (**Mansouri et al, 2014**).

Selon Uceda et Hermoso (1996), Les tocophérols totaux de notre huile d'olive sont classés dans la catégorie moyenne (200-450 mg/kg).

- **Huile de soja**

L'huile de soja contient 130,98 mg/kg d' α Tocophérol, 860,94 mg/kg de γ Tocophérol et 293,37 mg/kg de δ Tocophérol. Cette huile de soja est très riche en γ Tocophérol. La teneur totale élevée des tocophérols dans cette huile est liée probablement à une supplémentation par cette vitamine ; une partie des composés mineurs, y compris les tocophérols, sont détruits par le raffinage, particulièrement lors de la désodorisation (**Platon, 1988 ; Denise, 1992 ; Hammond et al, 2005**).

6.3. Composition en pigments des deux huiles

Ces teneurs sont présentés sur le **Tableau XXV**.

Tableau XXV: Composition en chlorophylles et caroténoïdes des deux huiles.

	Pigments (ppm)	
	Chlorophylles	Caroténoïdes
Huiles d'olive	4,71	2,26
Huile de soja	/	/

Les pigments sont responsables de la couleur d'olives et des huiles correspondantes.

- **Huile d'olive**

La teneur en chlorophylles de l'huile d'olive étudiée est de 4,71 ppm, valeur élevée par rapport au teneur en caroténoïdes (2, 26 ppm) ce qui confère à l'huile sa couleur verte claire.

Les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes sont comparables à celles rapportées par **Ouni et al (2011)** pour les deux variétés tunisiennes Oueslati et Chetoui et inférieur à celles des variétés algériennes (Limli, Blanquette et Bouricha) rapportées par **Benrachou (2012)**.

Quelques chercheurs ont constaté que la concentration de chlorophylles était de 80 mg/kg d'huile au premier stade de mûrissement, tombant à environ 2mg/kg d'huile quand le fruit est très mûr (**Salvador et al, 2001 ; Psomiadou & Tsimidou, 2001**). Les teneurs en caroténoïdes sont habituellement comprises entre 1 et 20 ppm (**Boskou, 2009**).

- **Huile de soja**

Les chlorophylles et les caroténoïdes n'ont pas été détectés dans l'huile de soja ; ceci pourrait être du aux opérations de démulcination, décoloration et désodorisation du raffinage qui élimine ce genre de composés (**Platon, 1988 ; Denise, 1992**). Selon **Tirtiaux et Gibon (1997)**, le Raffinage a pour but l'obtention d'un produit sans odeur ni goût désagréables et de couleur claire.

7. EFFETS DES DEUX HUILES SUR CERTAINS PARAMETRES BIOLOGIQUES

7.1.Effet des huiles sur les poids corporels

D'après les résultats présentés sur les **Figures 20** et **21**, on remarque qu'après 25 jours de traitement, la variation des poids corporels des différents groupes est presque similaire sauf pour le groupe **OD1** qui présente une légère augmentation non significative comparé au contrôle.

Après 45 jours de traitement, seul le groupe OC2, traité à l'huile d'olive en continu, présente une augmentation significative des poids corporels comparé au contrôle. Résultats qui concordent avec ceux de **Pan et Sorlien (1993)**.

Ce gain du poids est peut être lié à l'effet hyper-triglycéridémiant de l'huile d'olive étudiée. **Dulloo et al (1996)** ont montré que les AGMI augmentent le poids corporels plus que les AGPI.

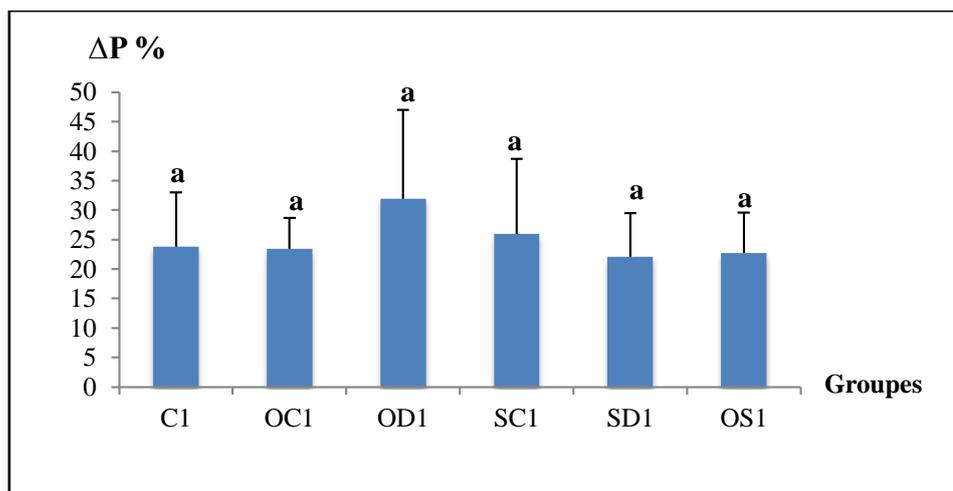


Figure 20 : Variation des poids corporels (ΔP) pendant la première période de traitement (25 jours).

Les valeurs désignées par la même lettre présentent une différence non significative ($p > 0,05$)

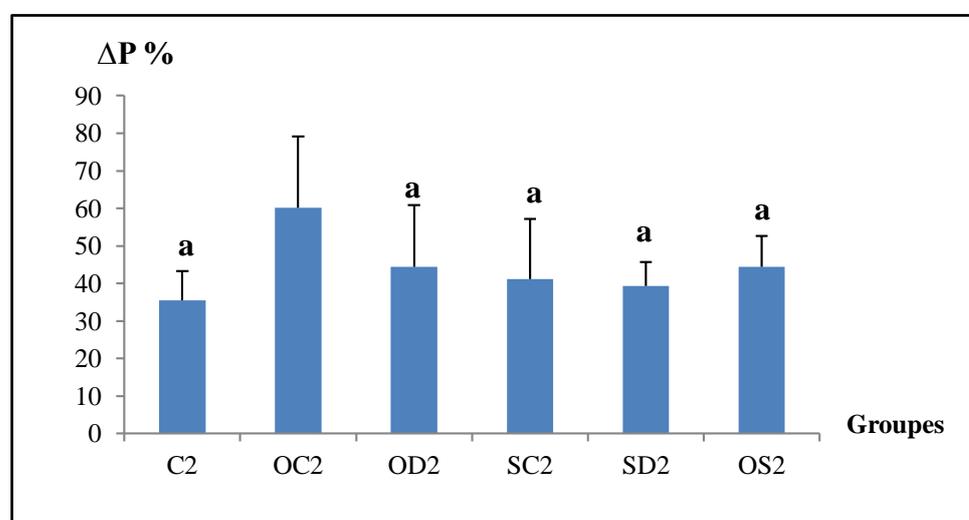


Figure 21: Variation des poids corporels (ΔP) pendant la deuxième période de traitement (45 jours).

Les valeurs ne montrant pas de lettre représentent une différence significative ($p \leq 0.05$)

7.2.Effet des huiles sur les poids des organes

La **Figure 22** et la **Figure 23** montrent les résultats de cet effet pour la 1^{ère} et la 2^{ème} période de traitement respectivement.

Après 25 jours de traitement, on remarque que l'effet de l'huile d'olive prise en continu sur les poids des cœurs et des cerveaux, durant la 1^{ère} période, se manifeste par une augmentation hautement significative ($p \leq 0.01$) et très hautement significative ($p \leq 0.001$)

respectivement, comparés aux cœurs et aux cerveaux des animaux non traités. Pour les foies, les poids sont comparables pour tous les groupes.

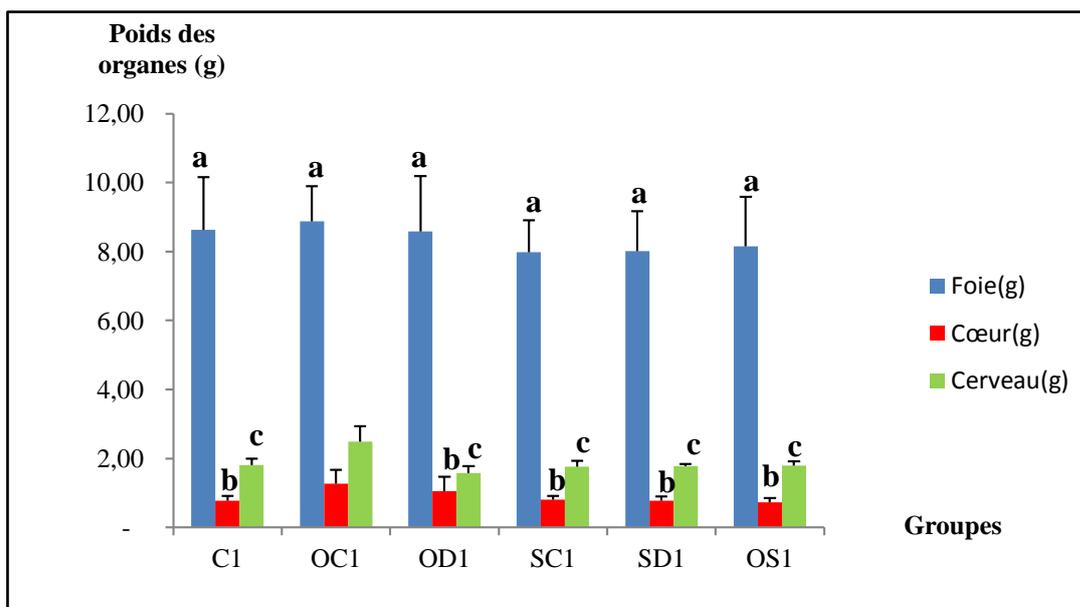


Figure 22 : Effet de l’huile d’olive extra vierge et de l’huile de soja raffinée sur les poids des organes après la première période de traitement (25 jours)

Les valeurs désignées par la même lettre présentent une différence non significative (Foie). ($p > 0.05$)

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence hautement significative (Cœur). ($p \leq 0.01$)

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence très hautement significative (Cerveau). ($p \leq 0.001$)

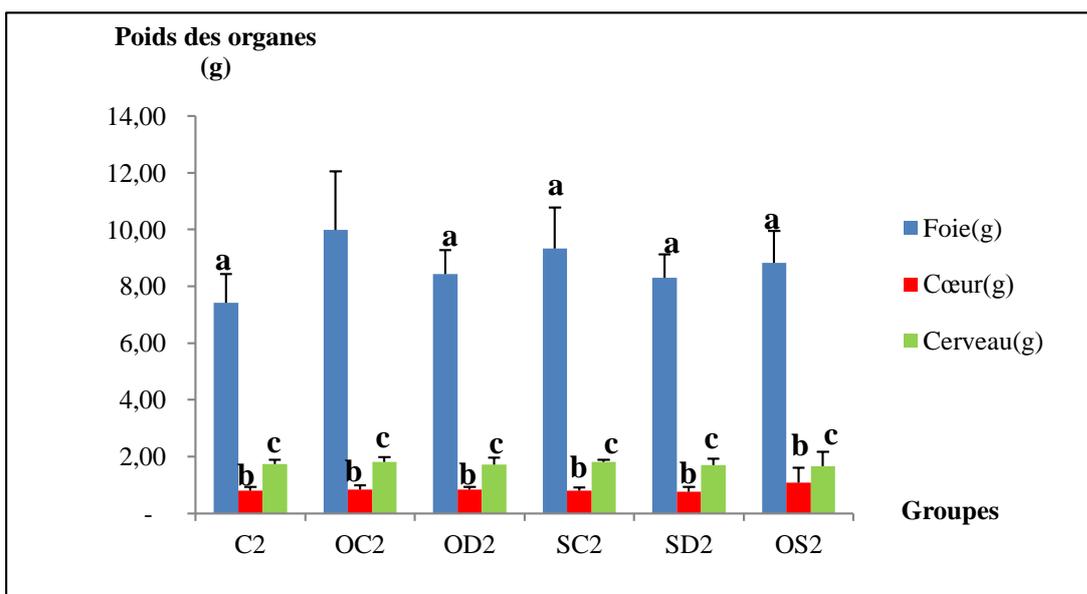


Figure 23: Effet de l’huile d’olive extra vierge et de l’huile de soja raffinée sur les poids des organes après la deuxième période de traitement (45 jours)

Les valeurs ne partageant pas de lettre (a) représentent une différence significative ($p \leq 0,05$) (Foie).

Les valeurs désignées par la même lettre présentent une différence non significative ($p > 0,05$) (b : Cœur, c : Cerveau).

Après 45 jours de traitement, on remarque que l'effet de l'huile d'olive prise en continu sur les poids des foies se traduit par une augmentation significative ($p \leq 0,05$) comparée aux foies des animaux non traités. Résultat qui concorde avec ceux trouvés par **Baba et al (1999)**

Pour les autres organes, on n'observe pas de variations des poids pour tous les groupes.

7.3.Effet des huiles sur la glycémie

Les résultats sont présentés sur la **Figure 24** et la **Figure 25** pour les périodes 1 et 2 respectivement.

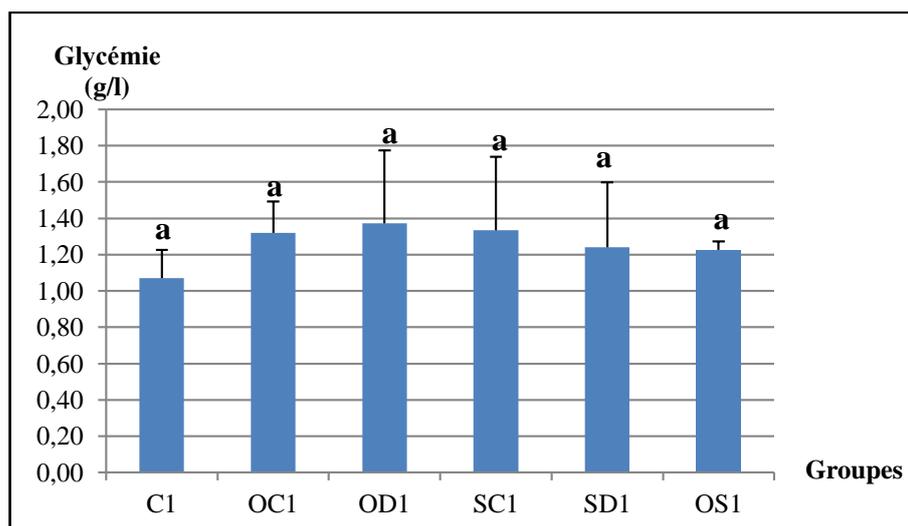


Figure 24: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur la glycémie après la première période de traitement (25 jours)

Les valeurs désignées par la même lettre présentent une différence non significative ($p > 0,05$).

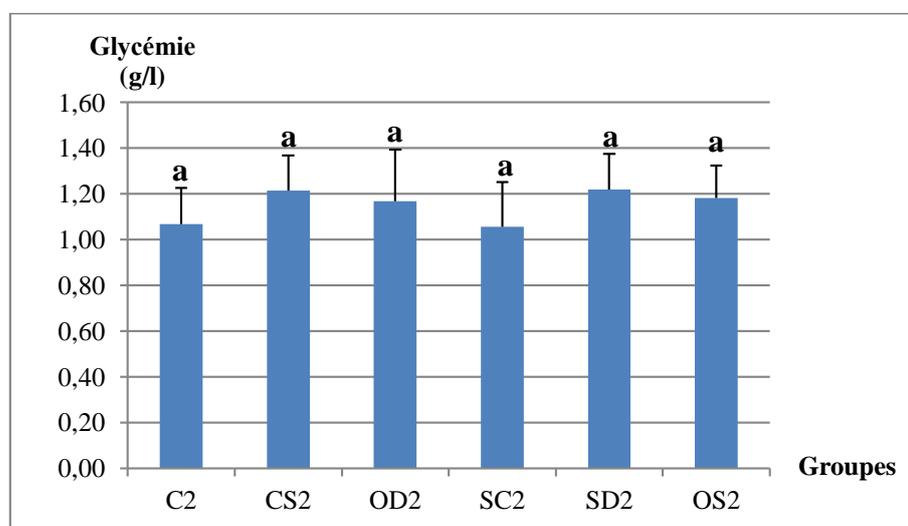


Figure 25: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur la glycémie après la deuxième période de traitement (45 jours)

Les valeurs désignées par la même lettre présentent une différence non significative ($p > 0,05$).

On remarque d'après ces figures que les glycémies obtenues pour les deux huiles sont comparables, tous les groupes ont une glycémie presque similaire au contrôle, pour les deux périodes de traitement. Ce résultat pourrait être expliqué, selon **Compper- Grosgea (2012)**, par le ralentissement de la vitesse d'absorption des glucides par les acides gras contenus dans les deux huiles étudiées.

7.4.Effets des huiles sur le profil lipidique

7.4.1.Lipides totaux

Les résultats des effets des deux huiles sur les taux des lipides totaux sériques pour 25 et 45 jours sont montrés sur la **Figure 26** et la **Figure 27** respectivement.

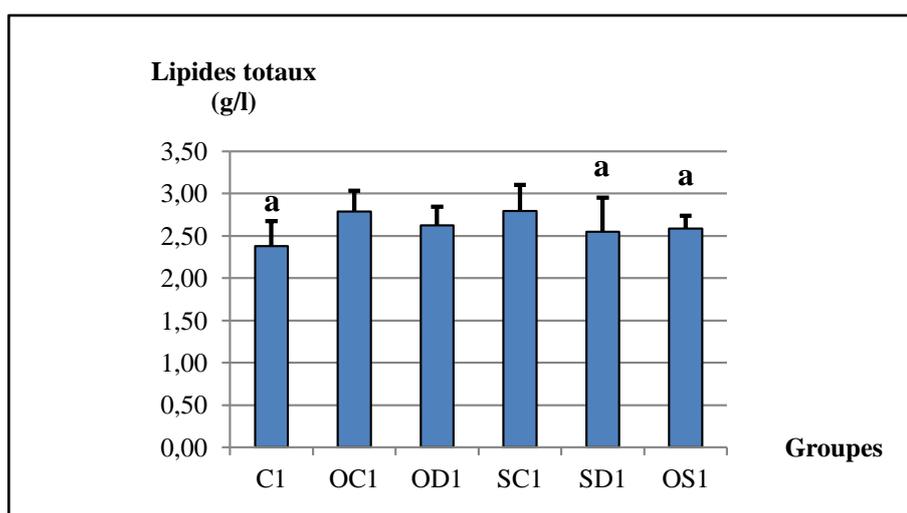


Figure 26: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur les lipides totaux sériques après la première période de traitement (25jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence hautement significative ($p \leq 0.01$)

Après 25 jours de consommation des deux huiles, les résultats (**Figure 26**) montrent que seuls les groupes OC₁, OD₁ (traités par l'huile d'olive extra vierge en continu et en discontinu respectivement) et SC₁ (traité par l'huile de soja en continu) présentent une augmentation hautement significative des taux des LT comparés au contrôle.

Ce résultat est lié au taux élevés du cholestérol total (**Figure 30**) pour l'huile d'olive et aux taux élevés des triglycérides pour l'huile de soja (**Figure 28**). Les autres groupes SD₁ et OS₁ sont presque similaires au contrôle.

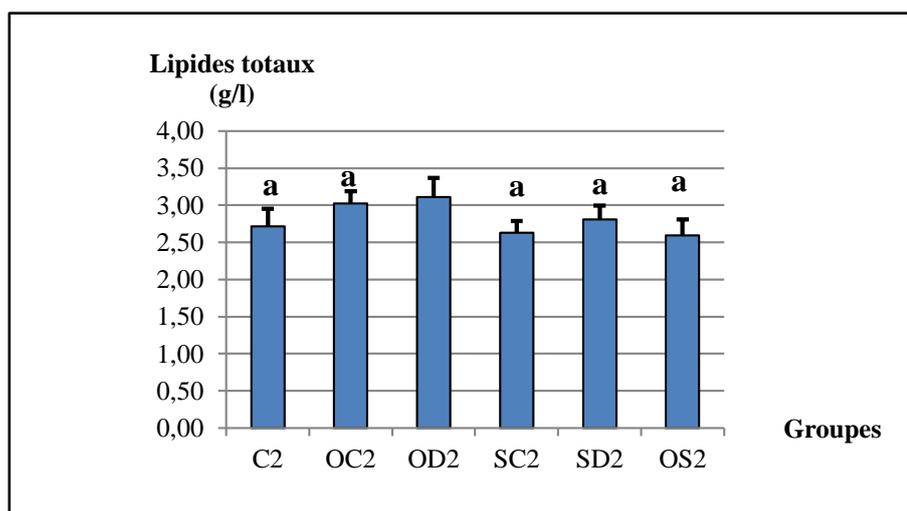


Figure 27: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja raffinée sur les lipides totaux sériques après la deuxième période de traitement (45 jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$)

Après 45 jours, on constate des taux élevés des LT chez le lot OD₂ avec une différence très hautement significative, ce résultat serait lié aux taux élevés des triglycérides, ce qui est en accord avec les résultats rapportés par **Baba et al (1999)** ; alors que les groupes SC₂ et OS₂ présentent une réduction non significative par rapport au contrôle ; ce faible effet hypolipémiant (**Vijaimohan et al, 2006**) est lié probablement à la présence d'acide gras C18:3 (ω -3) en faible quantité dans l'huile de soja.

7.4.2. Triglycérides

Les résultats obtenus pour les taux de triglycérides sont présentés sur la **Figure 28** et la **Figure 29**.

Après 25 jours de consommation des deux huiles, on note des taux bas de triglycérides pour les lots OC₁, OD₁ et le lot OS₁ mais seul le lot OD₁ qui présente une diminution des TG sériques avec une différence très hautement significative par rapport au lot contrôle. Ce résultat montre que le traitement par l'huile d'olive extra vierge prise en discontinu à un effet hypotriglycéridémiant, ce qui concorde avec les résultats des travaux cliniques de **Covas et al (2006)** et de **Vincent-Baudry et al (2005)**.

Après 45 jours de traitement, les lots OC₂ et OD₂ montrent des taux élevés des TG sériques par rapport au lot contrôle avec une différence très hautement significative ; ceci montre que l'huile d'olive a un effet hyper-triglycéridémiant, prise en continu ou en discontinu pendant une période plus longue. Ce résultat est probablement dû à la richesse de

cette huile en acide oléique AGMI (C18 :1) (Jeffery et al, 1996) ; résultats qui concordent avec ceux de Baba et al (1999) alors que ces taux sont légèrement bas chez les lots SC2, SD2 et OS2 avec des différences non significatives par rapport au contrôle. Ce résultat est contradictoire avec ceux d'Ide et al (1996) et de Vijaimohan et al (2006) qui ont montré que l'huile de soja riche en AGPI, a un effet réducteur sur le taux des triglycérides plasmatiques.

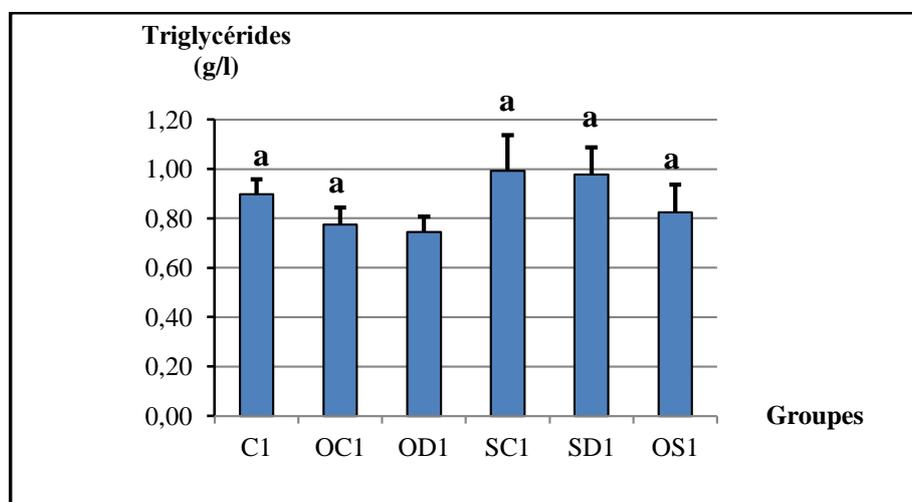


Figure 28: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les Triglycérides sériques après la première période de traitement (25 jours).

Les valeurs ne partageants pas de lettre représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$).

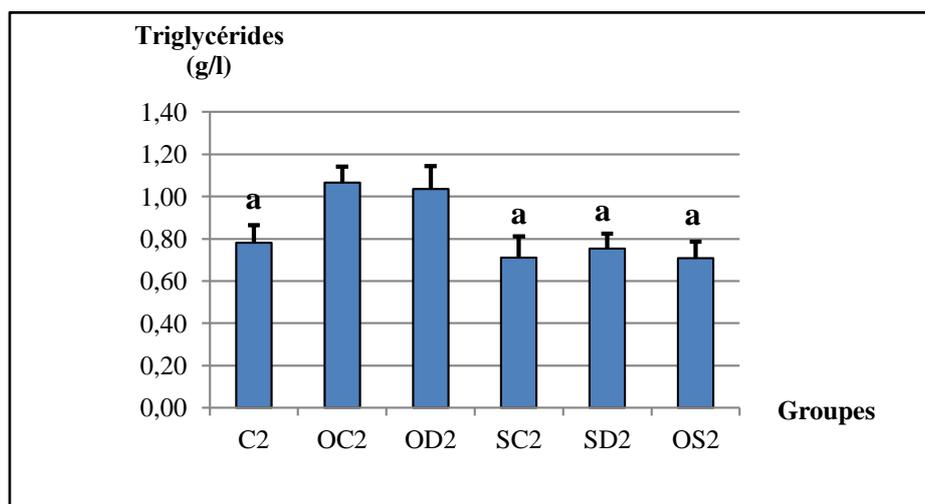


Figure 29: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les Triglycérides sériques après la deuxième période de traitement (45 jours)

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0.001$).

7.4.3. Cholestérol total

Les **Figure 30** et **31** montrent les résultats obtenus pour les taux de cholestérol total sériques pendant les deux périodes expérimentales.

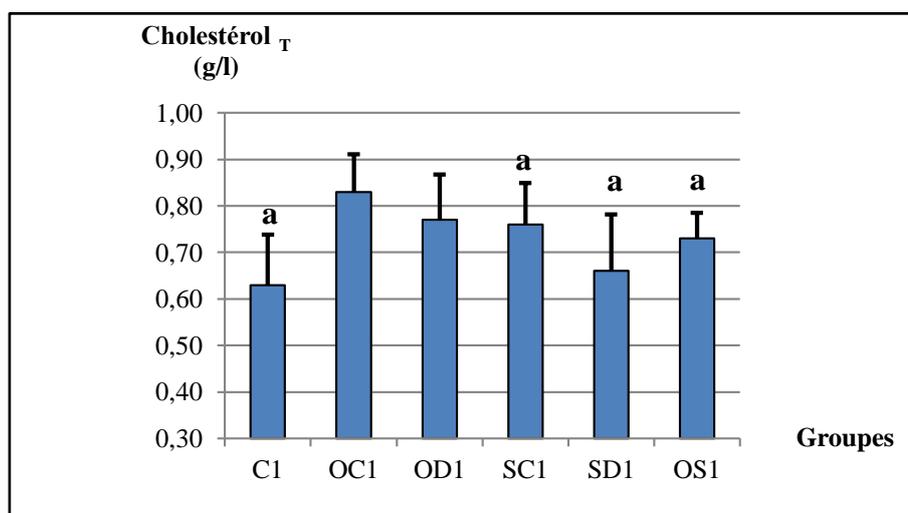


Figure 30: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de Soja sur les taux du Cholestérol total après la première période de traitement (25jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence hautement significative ($p \leq 0.01$).

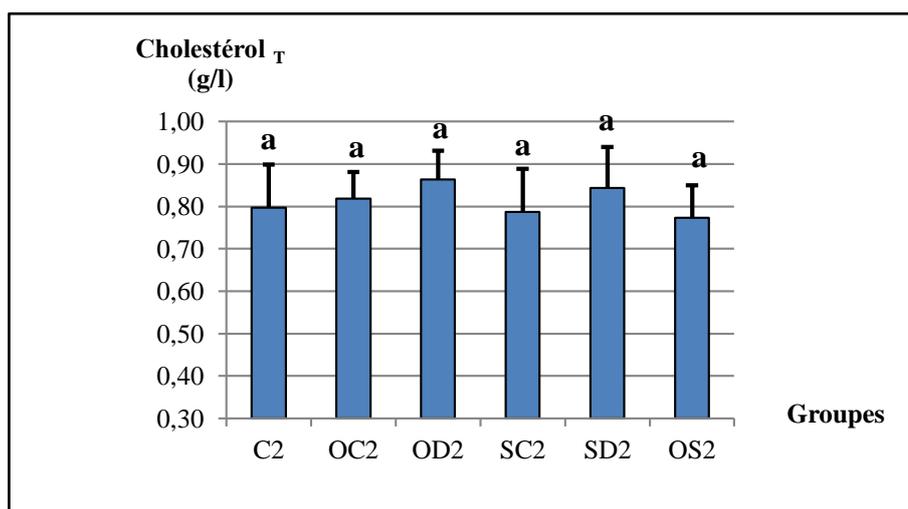


Figure 31: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de Soja sur les taux du Cholestérol total après la deuxième période de traitement (45 jours).

Les valeurs désignées par la même lettre présentent une différence non significative ($p \geq 0,05$)

Après 25 jours de traitement par les deux huiles, on constate que seuls les lots OC1 et OD1 ont entraîné une augmentation des taux de CT chez les rats avec une différence hautement significative par rapport au lot contrôle. Ces résultats indiquent que l'huile d'olive

extra vierge a un effet hypercholestérolémiant après 25 jours de traitement, ce qui est en contradiction avec les résultats de Salas-Salvado (Salas-Salvado et al, 2008).

Après 45 jours de traitement, on note que les lots OC2 et OD2 sont presque similaires au lot contrôle suggérant que l'huile d'olive prise plus longtemps, n'entraîne pas d'augmentation du CT sérique ; ce qui concorde avec les résultats trouvés par Kontogianni et al (2013). Alors que l'huile de soja prise en continu et les deux huiles prises en alternance exercent un faible effet hypocholestérolémiant, lié probablement à la présence de l'acide linoléique (Hunter, 1990; Renaud et al, 1986) et l'acide linoléique. D'après certains auteurs, (Vijaimohan et al, 2006; Ihara-Watanabe et al, 1999) la présence de ce dernier dans le régime a entraîné une activité hypocholestérolémiante.

7.4.4.HDL-C

Dans les Figures 32 et 33, sont présentés les résultats obtenus pour les taux des HDL-C après 25 et 45 jours de traitement.

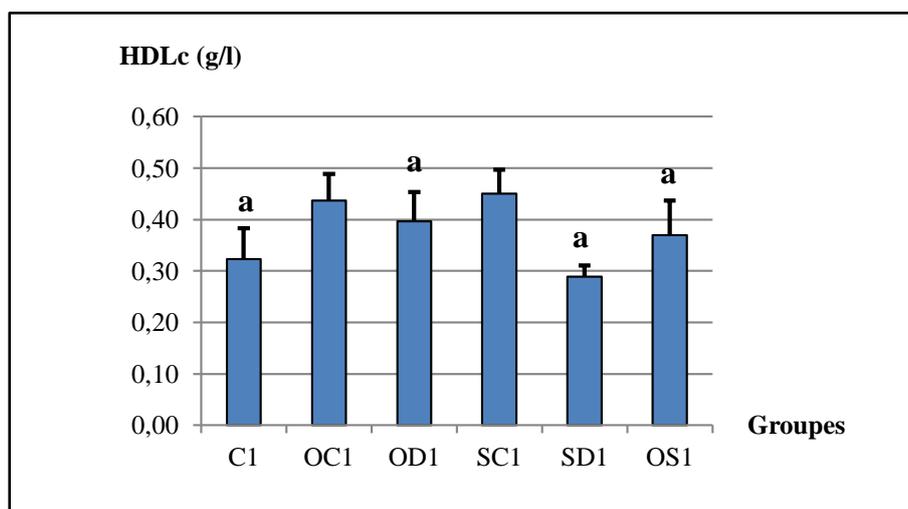


Figure 32 : Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les taux des HDL-C après la première période de traitement (25 jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0,001$).

On remarque qu'après 25 jours de traitement par les deux huiles, seuls les Lots OC₁ et SC₁ traités en continu par l'huile d'olive et de soja respectivement présentent une augmentation des taux d'HDL-C avec une différence très hautement significative, cette augmentation est probablement liée à la présence de l'acide oléique et linoléique dans les deux huiles (katan et al, 1994).

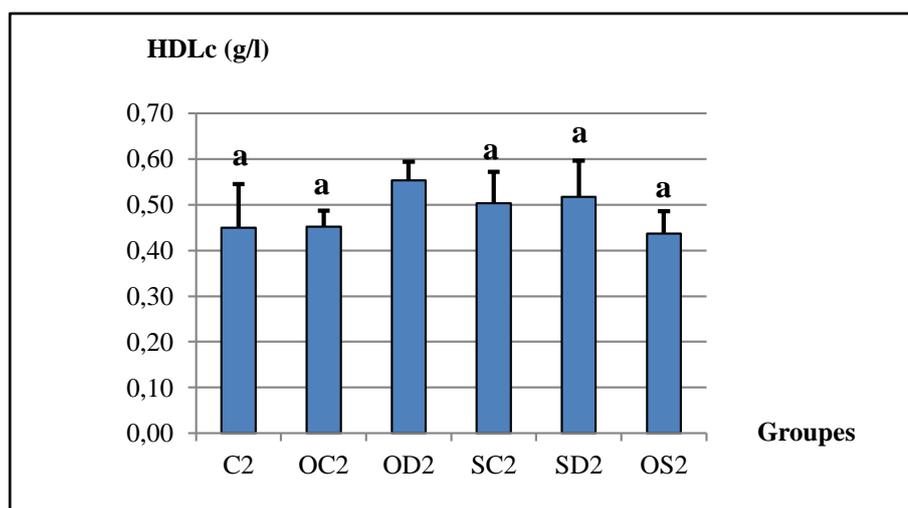


Figure 33: Effet de l’huile d’olive extra vierge et de l’huile de soja sur les taux des HDL-C après la deuxième période de traitement (45jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence significative ($p \leq 0.05$)

Après 45 jours de traitement, seul le lot OD₂ (traité par l'huile d'olive en discontinu) présente une augmentation significative des taux d’HDL-C par rapport au contrôle. Ces résultats sont en accord avec ceux des études cliniques rapportées par **Kratz et al (2002)** et par **Covas et al (2006)**.

7.4.5.LDL-C

Les résultats de la **Figure 34** et de la **Figure 35** montrent les taux des LDL-C pour les deux huiles après les deux périodes de traitement.

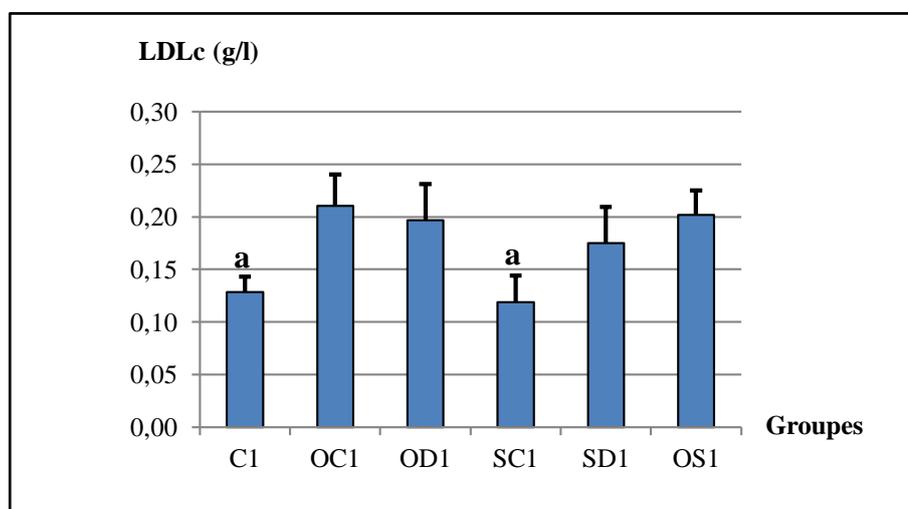


Figure 34: Effet de l’huile d’olive extra vierge et de l’huile de soja sur les taux des LDL-C après la première période de traitement (25 Jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0,001$)

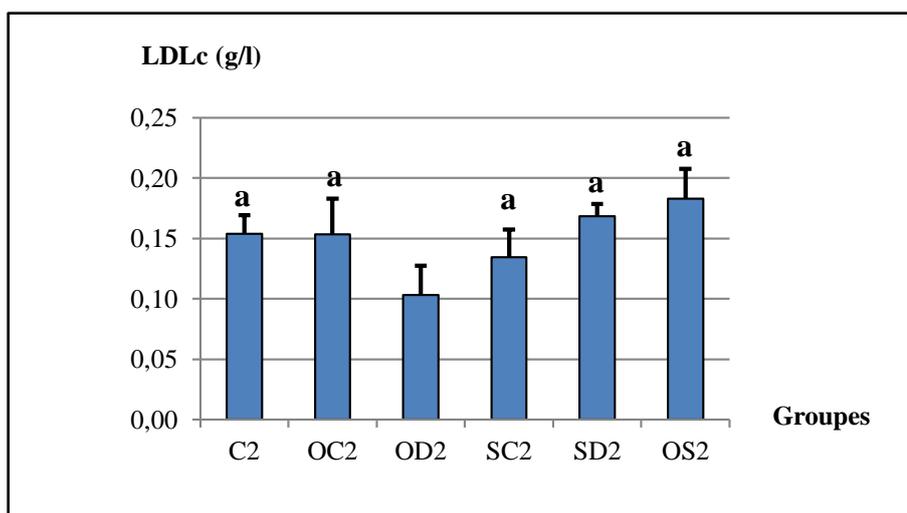


Figure 35: Effet de l'huile d'olive extra vierge et de l'huile de soja sur les taux des LDL-C après la deuxième période de traitement (45jours).

Les valeurs ne partageant pas de lettre représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0,001$).

Après 25 jours de traitement, on a constaté que les taux des **LDL-C** des lots OC1, OD1, SD1 et OS1 sont supérieurs à celui du lot contrôle avec une différence très hautement significative sauf le lot SC1 présente des taux des **LDL-C** presque similaire au lot contrôle.

Après 45 jours de traitement, on a remarqué que seul le lot OD2 présente une baisse des taux des **LDL-C** avec une différence très hautement significative par rapport au lot contrôle. A partir de ces résultats on peut déduire que la baisse des taux des **LDL-C** sériques entraînée par le traitement à l'huile d'olive est probablement dû à la présence de l'acide oléique oméga-9, acide gras majoritaire dans notre huile d'olive (**Grundy, 1987**) et aux phytostérols qui sont des analogues structuraux du cholestérol présents dans les végétaux. Ils interfèrent avec l'absorption intestinale du cholestérol et peuvent contribuer à la diminution du **LDL-C** plasmatique (**Katan et al, 2003**).

7.5.Effet des huiles sur l'activité LPL sérique

D'après la **Figure 36**, il apparaît que l'huile de soja administrée aux lots SC1, SD1 et OS1 pendant 25 jours, entraîne une augmentation très hautement significative de l'activité lipasique comparés au contrôle contrairement aux lots OC1 et OD1 (traités par l'huile d'olive extra vierge) qui sont similaire au lot contrôle. A partir de ces résultats, l'huile de soja aurait exercé un effet stimulateur de l'activité LPL sérique chez les rats ; ce qui pourrait être lié à sa richesse en AGPI (principalement l'acide linoléique ω -6) (**Caiffier, 1987**).

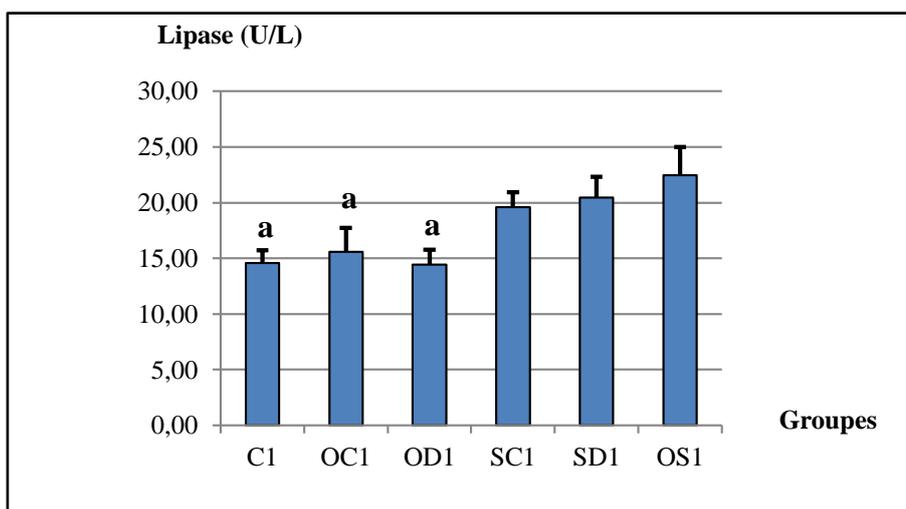


Figure 36: Effet de l’huile d’olive extra vierge et de l’huile de soja sur l’activité lipasique après la première période de traitement (25 jours).

Les valeurs désignées par des lettres différentes représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0,001$).

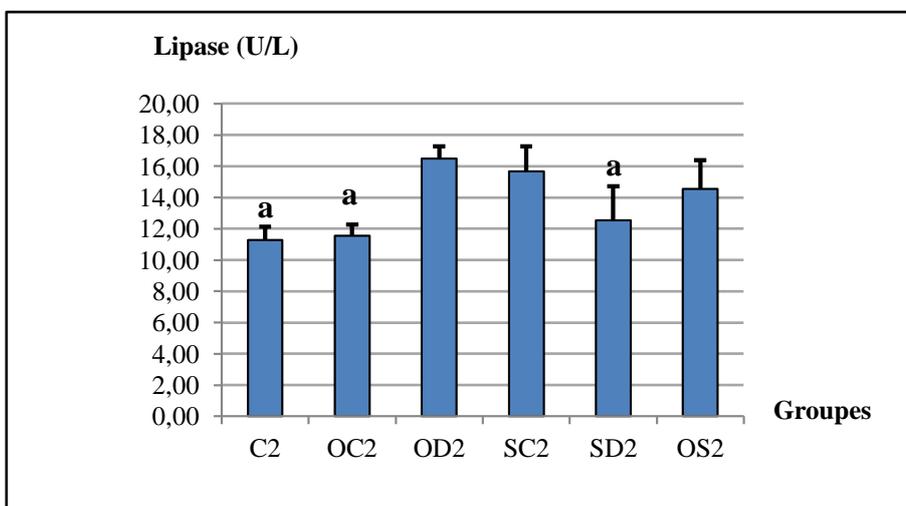


Figure 37: Effet de l’huile d’olive extra vierge et de l’huile de soja sur l’activité lipasique après la deuxième période de traitement (45 jours).

Les valeurs désignées par des lettres différentes représentent une différence très hautement significative ($p \leq 0,001$).

Après 45 jours de consommation des deux huiles (**Figure 37**), on note une augmentation de l’activité LPL du sérum chez tous les lots traités par rapport au lot contrôle mais seuls les lots OD2, SC2 et OS2 qui présentent une augmentation de l’activité LPL sérique avec des différences très hautement significatives.

Ces résultats montrent que la quantité, la qualité et le mode de consommation des huiles ingérées à un impact sur l'activité LPL sérique ; en effet, d'après certaines études, l'augmentation de la teneur en lipides d'un aliment entraîne une augmentation de l'activité LPL plasmatique chez l'homme et le rat (**Coiffier, 1987 ; Murphy et al, 1995**).

***CONCLUSION ET
PERSPECTIVES***

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a permis d'évaluer, d'une part, les caractéristiques du sol du verger où est implantée la variété d'huile d'olive étudiée « Rougette », les caractéristiques morphologiques physicochimiques et biochimiques de l'huile d'olive et de l'huile de soja raffinée en Algérie ; d'autre part, leurs effets sur certains paramètres biologiques sur des ras *Wistar albinos* normaux.

Les résultats obtenus ont montré que :

- Le sol est de texture lourde, non salé, de pH alcalin et peut présenter des problèmes d'assimilations des micronutriments, avec une réserve élevée en calcaire et en azote et un taux de matière organique faible. La teneur de ce sol en phosphore et en cations échangeables est faible sauf pour le calcium, ce sol est assez riche en ce cation. Malgré la pauvreté de ce sol, l'olivier peut s'y adapter, étant donné qu'il n'est pas exigeant et s'adapte à tous les types de sols (**Polese., 2007; Hannachi et al, 2007**).

- En ce qui concerne Les caractéristiques morphologiques : la variété rougette est caractérisée par des feuilles elliptiques lancéolées de longueur et largeur réduite ; un fruit pointu au sommet, tronquée à la base avec absence de mamelon, présence de nombreuses petites lenticelles et il est de couleur noire à maturité ; un endocarpe pointu au sommet et à la base, avec une surface rugueuse, un nombre de sillons fibrovasculaires moyen avec une distribution uniforme, son extrémité au sommet possède un mucron. Ces caractéristiques correspondent presque à celles décrites par **Mendil et Sebai (2006)** pour la variété Rougette de la Mitidja.

- Le screening phytochimique a révélé la richesse des olives en trois principes actifs : Tannins catéchiques, Saponosides, Stérols et Terpènes et l'absence des Flavonoïde, Alcaloïdes, Anthocyanes et Leucoanthocyanes.

- Les caractéristiques physicochimiques (teneur en eau et matières volatiles, l'acidité, l'indice de peroxyde, Extinction à 232 nm et à 270 nm) pour l'huile d'olive, sont conformes aux normes du Conseil Oléicole International et du Codex Alimentarius ce qui classe cette huile dans la catégorie extra vierge (HOVE).

- Pour l'huile de soja raffinée, tous les indices physicochimiques sont aussi dans les normes préconisées par l'organisme international Codex Alimentarius. Les coordonnées de couleur de l'huile de soja étudiée correspondent à celles fixées par les règles de NOPA.

- L'analyse de la composition en AG par CPG, pour l'huile d'olive, a montré la présence des AG saturés et insaturés. Les AG insaturés prédominent surtout les AGMI dont le C18:1, acide oléique majoritaire (76,67%); 13,76% d'acides gras saturés et 6,13 % d'acides gras polyinsaturés représentés par l'acide linoléique oméga-6 dominant et des traces de l'acide α -linoléique oméga-3. Alors que pour l'huile de soja, elle est caractérisée par une forte teneur en acides gras polyinsaturés représentés par l'acide linoléique ω -6 (53,67%) et l'acide linoléique ω -3 (6,68%).

- L' α tocophérol, représente environ 95 % du total des tocophérols, 5% de γ Tocophérol et absence de δ Tocophérol dans l'huile d'olive « Rougette ». Quant à l'huile de soja raffinée est très riche en γ Tocophérol (860,94 mg/kg). La teneur totale élevée des tocophérols dans cette huile est liée probablement à une supplémentation par cette vitamine.

- La teneur en chlorophylles de l'huile d'olive est de 4,71 ppm, valeur élevée par rapport au teneur en caroténoïdes (2, 26 ppm) ce qui attribue à l'huile sa couleur vert clair. Alors que dans l'huile de soja, ces pigments sont absents dû aux opérations de démulcination, décoloration et désodorisation du raffinage qui éliminent ce genre de composés.

- A propos de l'étude biologique sur les rats : le traitement par les deux huiles monoinsaturées et polyinsaturées a montré des résultats différents selon le degré d'insaturation et la durée du traitement.

- L'administration des deux huiles aux rats après 25 jours :
 - Ne montre aucune différence entre les poids corporels des groupes traités et le groupe contrôle.
 - Concernant la glycémie, on n'observe aucune variation significative pour les deux huiles.
 - L'effet des traitements par les deux huiles sur les poids des organes a montré que seule l'huile d'olive prise en continu a augmenté les poids des cœurs et des cerveaux, après la première période de traitement.

- l'huile d'olive prise en continu et en discontinu et l'huile de soja prise en continu à raison de 0.9g/kg de poids corporel ont augmenté les LT sériques. Pour les triglycérides, seulement l'huile d'olive prise en discontinu a exercé un effet hypotriglycéridémiant.

- Concernant le cholestérol total, l'huile d'olive prise en continu et en discontinu(OC1 et OD1) l'ont augmenté avec des taux élevés du bon cholestérol, uniquement pour l'huile prise en continu (OC1) ainsi que pour l'huile de soja prise en continu(SC1).

-La mesure de l'activité lipasique a montré que l'huile de soja et les deux huiles prises en alternance ont augmenté cette activité.

▪ L'administration des deux huiles aux rats après 45 jours :

-montre que seule l'huile d'olive prise en continu a augmenté significativement les poids corporels des rats .

- L'effet de cette huile est remarqué seulement sur les poids des foies, qui se traduit par une augmentation significative comparée aux foies des animaux non traités.

- Concernant la glycémie, on n'observe aucune variation significative pour les deux huiles.

-Seule l'huile d'olive prise en discontinu a augmenté les LT sériques et le bon cholestérol HDL-C et a diminué le mauvais cholestérol LDL-C. Une hypertriglycéridémie est constatée chez les rats traités par l'huile d'olive en continu et en discontinu. Une activité lipasique élevée, très hautement significative, a été enregistrée uniquement chez les rats traités par l'huile d'olive prise en discontinu, l'huile de soja prise en continu et les deux huiles prises en alternance.

▪ Les deux huiles prises en alternance pendant les deux périodes de traitement n'entraînent pas de variation du profil lipidique mais seule l'activité lipasique a augmenté d'une manière très hautement significative.

D'après ces résultats il semblerait que :

-quelque soit le mode d'administration, l'huile d'olive est hypertriglycéridémiant à long terme. Mais prise en discontinu augmente le bon cholestérol HDLC et abaisse le mauvais cholestérol LDLC.

-que pour un équilibre du profile lipidique, bon pour la santé, le traitement par l'huile d'olive en discontinue après 45 jours et l'huile de soja en continu après 25 jours,seraient préférable.

En conclusion à cette étude et sachant que les huiles alimentaires, huiles raffinées importées et huiles d'olive locales, occupent une place très importante dans l'alimentation des Algériens, nous pouvons suggérer les perspectives suivantes :

Pour les huiles raffinées, il serait intéressant de :

- déterminer leurs caractéristiques et leurs compositions à la sortie d'usine et lors du stockage pour fournir au consommateur une huile de qualité.
- Réaliser des études expérimentales et cliniques de ces huiles afin de s'assurer de leur valeur nutritionnelle et de leur innocuité, sachant que ces huiles sont importées sous formes brutes d'origine diverses.

Pour l'huile d'olive, l'Algérie étant un pays très riche en variétés d'oliviers qui mériteraient d'être valorisées sur le plan national et international afin de les faire connaître. Les Algériens ne sont pas sensibilisés à la qualité d'une huile d'olive et la consomment en tant que « huile d'olive » ; en effet l'huile produite en Algérie est un mélange d'huiles issues de plusieurs variétés et de plusieurs régions. Les agriculteurs et les consommateurs ne sont pas informés que les caractéristiques, la composition biochimique, la valeur nutritionnelle et pharmacologique, critères de qualité, varient en fonction de plusieurs facteurs en particulier, la variété et le lieu géographique. Pour cela, il serait important de :

- déterminer les caractéristiques physicochimiques et la composition biochimique des huiles par variété et par région. Evaluer les composés mineurs en particulier les antioxydants, qui sont responsables des effets bénéfiques sur la santé ; ce qui permettra de les classer selon leur qualité et fixer leur véritable valeur marchande avec un étiquetage approprié.
- faire des études expérimentales et cliniques de ces huiles afin d'évaluer leurs effets sur la santé ; les résultats seront nécessaires pour établir des recommandations nutritionnelles et pharmacologiques fondées pour les consommateurs et éviter les allégations populaires transmises d'une manière empirique par tradition.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agence Nationale de développement de l'Investissement (ANDI), 2013.** Wilaya de Guelma. consulté sur le site : www.andi.dz/PDF/monographies/Guelma.pdf
- AMOURETTI MC et COMET G., 1985.** Le livre de l'olivier, Aix-en-Provence : Edisud. 167p.
- Anonyme., 1982.** Les données climatiques pour les villes du monde entier, Climat: Aïn Larbi, consulté le 16/12/2015 sur le site : <http://fr.climate-data.org/location/687342/>
- Aparicio R., Ferrero L and Alonso V., 1994.**Effect of climate on the chemical composition of virgin olive oil. *Anal Chem Acta*, 292 : 235-41.
- Argenson C., Regis S., Jourdain J.M et Vaysse P., 1999.**L'olivier.Eds .Centre technique interprofessionnel des fruits et légume (Ctifl).Paris, 204 p.
- Arslana D and Schreinerb M., 2012.** Chemical characteristics and antioxidant activity of olive oils from Turkish varieties grown in Hatay province. *Scientia Horticulturae*, 144 : 141–152.
- Association Française Interprofessionnelle de l'Olive (A.F.D.O.L.), 2013.** Guide de bonnes pratiques d'Hygiène pour l'élaboration de l'Huile d'Olive Vierge.71p.
- Baali H., 2015.** Malgré une production oléicole prometteuse l'huile d'olive reste chère à Guelma, consulté le 18/ 04/ 2016 sur le site : <http://www.liberte-algerie.com/est/lhuile-dolive-reste-chere-a-guelma-238118>
- Baba NH.,Antoniades K and Habbal Z.,1999.** Effects of dietary canola, olive, and linolenic acid enriched olive oils on plasma lipids, lipid peroxidation and lipoprotein lipase activity in rats. *Nutrition Research*, 19: 601- 612.
- Baccouri O., Guerfel M., Baccouri B., Cerretani L., Bendini A., Lercker G., Zarrouk M and Daoud Ben Miled D., 2008.** Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening.*Food Chemistry* 109: 743–754.
- BAIZE D., 1988.** Guide des analyses courantes en pédologie. Ed. INRA. Paris. 171 p.
- Barham D and Trinder P., 1972.** An improved color reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst*, 97:142–5.
- Bauer WJ., Badoud R., Loliger J et Etournaud A., 2010.** Science et technologie des aliments, principes de chimie des constituants et de technologie des procédés, (PPUR) Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p. C 720consulté le 01/05/2015 sur : <https://books.google.fr/books?isbn=2880747546>

- Beltran, G., Aguilera M P., Del Rio C., Sanchez S and Martinez L., 2005.**Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*, 89: 207–215.
- Ben Tekaya I et Hassouna M., 2005.**Étude de la stabilité oxydative de l’huile d’olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *OCL*, 12(5-6) : 447- 454.
- Benlemlih M et Ghanam J., 2012.** Polyphénols d’huile d’olive. Trésor sante ! Etude scientifique. Marcopietteur. France. 128 p. ISBN 978-2-87211-117-6.
- Bengana M., Bakhouch A., Lozano-Sánchez J., Amir Y., Youyou A., Segura-Carretero A and Fernández-Gutiérrez A., 2013.**Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chemlal extra-virgin olive oil. *Food Research International*, 54: 1868–1875.
- Benrachou N., 2012.** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimiques d’huiles d’olive issues de trois cultivars de l’Est algérien. Département de biochimie, Bibliothèque UBMA, consulté sur le site: biblio.univ-annaba.dz/?page_id=2411
- Berk Z., 1993.** Technologie de production de farines alimentaires et de produits protéiques issus du soja. Italie, FAO, 192p, ISBN : 9252031189 9789252031185, consulté le 20/05/2013 sur : <https://books.google.fr/books?isbn=9252031189>
- Beauchamp G., Keast R., Morel D., Lin J., Pika J., Han Q., Smith AB and Breslin PAS., (2005).** Ibuprofen like activity in extra-virgin olive oil. *Revue Nature*, 437: 45-46.
- Boislève JB., 2010.** Le soja, HOLOSYS : Conseil & Formation Santé Relation Humaines: 1-21.
- Boskou D., 2009.** OLIVE OIL, Minor Constituents and Health, Other important minor constituents, London, New York, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, ISBN-13: 978-1-4200-5993-9, 248p.
- Brady NC & Weil RR., 2002.** The nature and properties of soils. 13th ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education Inc.
- Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie et plantes médicinales. Edition Technique et Documentation, 1120 p.
- Callot G., Chamagou H., Maertens C et Salsac L., 1982.** Mieux comprendre les interactions entre sol-racines, incidences sur la nutrition minérale. INRA. Paris. 325 p.
- Calvet G. et Villemin P., 1986.** Interprétation des analyses de terre. Ed, SCPA. 24 P.
- Camps-Fabrer H., 1983.** L’huile d’olive en Méditerranée : Histoire, anthropologie, économie de l’Antiquité à nos jours. Institut de recherches méditerranéennes, Université de Provence. 211 p. ISBN :

9782821830127. Consulté sur le site :
www.books.openedition.org/iremam/682?lang=fr

Casadei E., (1978). First Results on Detection of Adulterated Olive Oil Products with Hazelnut and/or Esterified Oils by HPLC of Triglycerides. *Riv. Ital. Sost. Grasse*. 64p.

CarraoPanizziMC, GontijoMandarino JM., 1995. Le soja dans les tropiques : amélioration et productio. Rome. Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) N°27. 274p. ISBN: 92-5-203312-2. Consulté le 05/05/2015 sur :
<https://books.google.fr/books?isbn=9252033122>

Catalano M., (1968). The Olive Oil Triglyceride Structures Obtained by Combined Chromatographic Techniques. *Riv. Ital. Sost. Grasse*. 45p.

CCDMG., 2014. Chambre de Commerce et D'industrie Mermoura Guelma, consulté le 10/01/2016 sur le site : <http://www.cci-mermoura-dz.com/home/ville>

Cesar C., 2004-2005. Étude Abena, Comportements alimentaires et situations de pauvreté. Aspects socio-anthropologiques de l'alimentation des personnes recourant à l'aide alimentaire en France. In INVS Institut de Veille Sanitaire.

Charbonnier A., 1982. Main conclusion dawn from the International Symposium on the recent medical researches on the value of the olive oil to health. Paris. 1-4.

CHARVET JP., 2016. Soja. Encyclopædia Universalis France, consulté le 01/03/2016 sur le site www.universalis.fr/encyclopedie/soja/3-la-production-mondiale-de-soja/.

Chevallier L., 2009. Nutrition : principes et conseils. Elsevier, Masson (3^{ème} édition). Paris. 254 p. ISBN: 978-2-294-70817-6. Consulté le 14/11/2015 sur :
<https://books.google.dz/books?isbn=2294097424>

Chimi H., 2006. Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité, transfert de technologie en agriculture. (MADRPM/DERD) Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes, 141 :1-4.

Chimi H., 2001. Qualité des huiles d'olive au Maroc, enquête national et analyses au laboratoire. Transfert de technologie en agriculture-bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, 79 : 1-4.

Codex Alimentarius.,(2003). Food and Agriculture Organisation of the United Nations .World Health Organisation, via delleterme di Caracalla 00100 Rome. Italie.

Codex Alimentarius vol 8., 1993. Graisses, huiles et produits dérivés. Rome, FAO/OMS : 2^{ème} édition. 127p. ISBN : 9252032681 9789252032687.

Consulté le 06/07/2012 sur :
<https://books.google.fr/books?isbn=9252032681>

- Coiffier E., Paris R and Lecerf J.,1987.** Effects of dietary saturated and polyunsaturated fat on lipoprotein lipase and hepatic triglyceride lipase activity. *Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry & Molecular Biology*, 88: 187-92.
- Colomer R and Menéndez JA., 2006.** Mediterranean diet, olive oil and cancer. *ClinTranslOncol*, 8(1): 15-21.
- Comper- Grosogeat H., 2012.** La méthode bio-nutrimab : Maigrir, protéger son capital santé, préserver sa jeunesse. Paris, Odile Jacob.482p. ISBN : 978-2-7381-8022-3.
- COL.,2010.** OLIVAE, N°114 : 3-52.
- COL., 2011.** COI/T.15/NC n°3/Rév norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.
- COL.,2011.** Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile coi/oh/doc.
- COL., 2015.** COI/T.15/NC n° 3 /Rév.8. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et huiles de grignons d'olive.
- Covas MI., Nyyssonen K., Poulsen HE., Kaikkonen J., Zunft HJF., Klesewetter H., Gaddi A., De la Torre R., Mursu J., Baumler H., Nascetti S., Salonen JT., Fito M., Virtanen J and Marrugat J., 2006.** The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: a randomized trial. *Annals of InternalMedicine*, 145: 333-341.
- Dadci K., 2015.** Place à l'olivier, elwatan.com consulté le 20/12/2015 sur le site :<http://www.vitamedz.org/bouati-mahmoud-guelma-place-a-l-olivier>
- Dag A., Kerem Z., Yogev N., Zipori I., Lavee S and Ben-David E., 2011.** Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Science Horticulturae*, Vol. 127: 358-366.
- Delplanque B., Richard JLandJacotot B., 1991.** Influence of diet on the plasma levels and distribution of APOA₁ containing lipoprotein particles. *Prog.lipidRes*, 30: 159-70.
- Denise J., 1992.** Raffinage des corps gras. *In Manuel des corps gras*. Ed. Tec et doc Lavoisier, Volume 2: 789-881.
- Devillers PH., Thébault J., Mathellier B., Jadeau L., Labaump., Joly X., Bosque F., Badey I et Jolibert F., 2010.** Huiles végétales, guide d'aide à l'application des Meilleures Technologies Disponibles (MTD). Institut des

corps gras (ITERG).73 p. Consulté sur :
iterg.com/IMG/pdf/guide_mtd_iterg_annexe_2.pdf

- DOUAT R., 1998.** Guide complet de la culture de L'olivier, Editions De Vecchi. Paris. 126p.
- Durant JH.,1983.**Les sols irrigables.Etude pédologique.Agence de Coopération Culturelle et Technique, Presse Universitaire de France.217p.
- Emberger L., (1955).** Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sc de Montpellier 7: 3-43.
- Essiari M., Zouhair R et Chimi H., 2014.**Contribution à l'étude de la typicité des huiles d'olive vierges produites dans la région de Sais (Maroc), OLIVÆ – Journal officiel du Conseil oléicole international, 119: 8-22.
- Estruch R., Ros E., Salas-Salvadó J., Covas MI., et al., 2013.**Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. N. Engl. J. Med, 368 (14): 1279-90.
- Fassati P., Pricipe L and Berti G., 1980.**Use of 3,5 -di-chloro 2 hydroxyBenzensulfonic acid/ 4- aminophenozone chromogenic system indirect enzymatic assayof uric acid in serum and urin. *Clinchem*, 26: 227-231.
- Fassati P. and Pricipe L., 1982,** Serum triglycerides determined colorimetricallywith an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin hem.* 28: 2077-2080.
- Friedewald WT., Levy RI and Fredrickson DS., 1972.**Estimation of theconcentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use ofthe preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem*, 18: 499-502.
- Gautier M., 2001.**La culture fruitière, V 2, les productions fruitières, 2^e Editions, Technique et Documentation Lavoisier, Paris. 665p.
- Gharby S., Harhar H., Kartah B., El Monfalouti H., Haddad A., Charrouf Z., 2011.** Analyse chimique et sensorielle de l'huile d'argan. *Les technologies de laboratoire*, 6 (22): 23-28.
- Gimeno E., Castellote AI., LamuelaRaventós RM., De la Torre MC andLópezSabater MC., 2002.** The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, atocopherol, and b-carotent) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78 : 207-211.
- Gobat GM, Aragno M, Matthey W., 2010.**Le sol vivant : Bases de pédologie-Biologie des sols. 3^{ème} édition. PPUR Presses polytechniques. Italie. 817 p.ISBN/ 978-2-88074-718-3.Consulté sur le site:
<https://books.google.dz/books?isbn=288074718X>

- Grove TH., 1979.** Effect of reagent pH on determination of HDL Cholesterol by precipitation with sodium phosphotungstate-magnesium. *ClinChem*,25: 560.
- Grundy SM and Denke MA.,1990.** Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. *Journal of Lipid Research*, 31: 1149-1172.
- Grundy S M., 1987.** Mono unsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary artery disease. *American Journal Clinical Nutrition*, 45: 1168-1175.
- Hamdi HK and Castellon R., 2005.** Oleuropein, a non-toxic olive iridoid, is an anti-tumor agent and cytoskeleton disruptor. *Biochem Biophys Res Comm*, 334: 769- 78.
- Hammond EG., Johnson LA., Su C., Wang T., and White GP., 2005.** Soybean Oil, John Wiley & Sons Inc. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, 6: 577- 653.
- Hannachi H., M'sallem M., Benalhadj S et El-Gazzah M., 2007.** Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie. *C.R. Biologies*,330: 135-142.
- Harper AH., 1977.** Précis de Biochimie, 4^e Ed, Les Presses de l'Université de Laval. Québec. 26 p.
- Hartmann T. & Witte L ,1995.** Alkaloids: Chemical and biological perspectives, Ed. S.W. Pelletier 1995, Vol 9, Ch.4.155.
- Harwood JL and Aparicio R., 2000.** Handbook of olive oil: analysis and properties. Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen publications, Inc. 620 p.
- Hashim YZHY., Rowland IR., McGlynn H., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposito S., Montedoro GF., Kaisalo K. and Gill CRI., (2008).** Inhibitory effects of olive oil phenolics on invasion in human colon adenocarcinoma cells *in vitro*. *International Journal of Cancer*, 112 (3): 405-500.
- Henry S.,2003.** L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Thèse : université Henri-Poincaré – Nancy. 9 -13.
- Hunter JE.,1990.** n-3 fatty acids from vegetable oils, *American Journal Clinical Nutrition*, 51: 809-14.
- Hymowitz T., 1970.** On the domestication of the soybean, *Economic Botany*, 24: 408-421.
- Ide T., Murata M and Sugano M.,1996.** Stimulation of the activities of hepatic fatty acid oxidation enzymes by dietary fat rich in α -linolenic acid in rats. *Journal of Lipid Research*, 37: 448-463.

- Ihara Watanabe M., Umekawa H., Takahashi T and Furuichi Y., 1999.** Effects of dietary alpha-or gamma-linolenic acid on levels and fatty acid compositions of serum and hepatic lipids, and activity and mRNA abundance of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase in rats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 122 : 213–20.
- INRA., 2012.** Etude du sol de la région d'Aigrefeuille-sur-Maine (Loire-Atlantique) à partir de la base de données des analyses de terre.
- ISO 659., 1988.** Graines oléagineuses: Détermination de l'extrait à l'hexane (ou à l'éther de pétrole), dit "teneur en huile".
- ISO 660., 1996.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.
- ISO 662., 1980.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles.
- ISO 3657., 1977.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de l'indice de saponification.
- ISO 3960., 1977.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de l'indice de peroxyde.
- ISO 3961., 1996.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de l'indice d'iode.
- ISO 6320., 2000.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de l'indice de réfraction. Quatrième édition.
- ISO 11261:1995.** Qualité du sol: Dosage de l'azote total, Méthode de Kjeldahl modifiée.
- ISO 15305., 1998.** Corps gras d'origines animale et végétale: Détermination de la couleur Lovibond.
- Jeffery NM., Yaqoob P., Newsholme EA and Calder PC., 1996.** The effects of olive oil upon rat serum lipid levels and lymphocyte functions appear to be due to oleic acid. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 40(2): 71-80.
- Jones PJ., MacDougall DE., Ntanos F and Vanstone CA., 1997.** Dietary phytosterols as cholesterol-lowering agents in humans. *Can. J Physiol Pharmacol*, 75:217-27.

- Karumi Y., Onyeyili PA and Ogugbuaja VO., 2004.** Identification of active principles of *M.balsamina*(Balsam Apple) leaf extract. *J Med Sci*,4 (3):179-182.
- KatanMB., Grundy SM., Jones P., Law M., Miettinen T and Paoletti R., 2003.** Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels. *Mayo Clinic Proceedings*, 78: 965–978.
- KatanMB., Zock PL and Mensink RP., 1994.** Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview. *American Journal Clinical Nutrition*, 60(6 suppl): 1017S–22S.
- Keceli T and Gordon MH.,2001.** The antioxidant activity and stability of the phenolic fraction of green olives and extra virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 1391–1396.
- Kontogianni MD., Vlassopoulos A., Gatzieva A., Farmaki AE., Katsiogiannis S., Panagiotakos DB., Kalogeropoulos N and Skopouli FN.,2013.** Flaxseed oil does not affect inflammatory markers and lipid profile compared to olive oil, in young, healthy, normal weight adults. *Metabolism Clinical and Experimental*, 62: 686 – 693.
- Kratz M., Cullen P., Kannenberg F., Kassner A., Fobker M., Abuja PM., Assmann G and Wahrburg U., 2002.** Effects of dietary fatty acids on the composition and oxidizability of low-density lipoprotein. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56: 72–81.
- Kubo A., Lunde CS and Kubo I., 1995.** Antimicrobial activity of the olive oil flavor compounds. *J Agric.FoodChem*, 43: 1629-33.
- La Vecchia C and Negri E., 1997.** Fats in seasoning and the relationship to pancreatic cancer. *Eur j Cancer Prev*, 6: 370-3.
- Laboratoire agronomique de Normandie (LANO),, 2016.** Consulté le 01/04/2016 sur le site http://www.lano.asso.fr/web/phosphore_assimilable.html
- Langenheim J.H.,1994 .**Higher plant terpenoids : a phytocentric overview of their ecological roles. *Journal of Chemical Ecology* ,20: 1223-1280.
- Lara-Castro C, Fu Y, Chung BH, et al., 2007.** Adiponectin and the metabolic syndrome: mechanisms mediating risk for metabolic and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol*, 18 : 263-70.
- Law MR., 2000.** Plant sterol and stanol margarines and health. *West J Med*, 173:43-7.
- LECERF JF and BORGIES B., 2002.** Effects of soybean oil on plasma lipoproteins and cardiovascular risk in men and women. *Oléagineux Corps Gras Lipides (OCL)*, 9: 96-9.

- Leray C., 2013.** Les lipides – nutrition et santé. Lavoisier. Paris. 334p. ISBN : 978-2-7430-1491-9. Consulté sur :
<https://books.google.dz/books?isbn=2743064919>
- Mansouri F., Ben Moumen A., Houmy N., Richard G., Fauconnier ML., Sindic M., Serghini-Caid HandElamrani A., 2014.** Evaluation of the oxidative stability of blends of ‘Arbequina’ olive oils with other monovarietal olive oils. *OLIVAE*, 120: 3-47
- M.C : Ministère du commerce., 2011.** Wilaya de Guelma, situation géographique. Consulté le 17/01/2013 sur le site :
<http://www.dcw.guelma.gov.dz/fr/index.php/wilaya-guelma>
- Medeiros MD., (2001).** Olive oil and health benefits. In R.E.C. Wildman (Ed). The handbook of nutraceutical and functional foods. 542p. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Mendil M et Sebai A., 2006.** Catalogue des variétés algériennes de l’olivier. Institut technique de l’arboriculture fruitière et de la vigne. 100p. ISBN:9947-0-1349-9.
- Mensink RP., Zock PL and Kester AD., 2003.** Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins : a Meta-analysis of 60 controlled trials. *Am J Clin Nutr*, 77: 1146-1155.
- Meydani SN1, Lichtenstein AH, White PJ, Goodnight SH, Elson CE, Woods M, Gorbach SL, Schaefer EJ. 1991.** Food use and health effects of soybean and sunflower oils. *J Am Coll Nutr*. 10(5):406-28.
- Minguez Mosquera MI., 1997.** Clorofilas y carotenoides en tecnología de alimentos. Spain. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla. 189 p.
- Minguez-Mosquera MI., Rejano L., Gandul B., Sanchez AH and Garrido J., 1991.** Color-pigment correlation in virgin olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc*, 68: 332–336.
- MOREL R., 1996.** Les sols cultivés, 2^{ème} édition. Editions Lavoisier. Paris. 399 p.
- MOUSSA MY and GERASOPOULOS D., 1996.** Effect of altitude on fruit and oil quality characteristics of « Mastoides » olives. *J Sci Food Agric*, 71 : 345-50.
- Murphy MC., Isherwood SG., Sethi S., Gould BJ., Wright JW., Knapper JA and Williams CM., 1995.** Postprandial lipid and hormone responses to meals of varying fat contents: modulatory role of lipoprotein lipase. *European Journal of Clinical Nutrition*, 49: 578-588.
- National Center for Biotechnology Information NCBI Taxonomy Browser., 1988.** Glycine max. consulté le 12/12/2015 sur le site :
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=3847&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s>

- National Oilseed Processors Association (NOPA), 2003.** Yearbook and Trading Rules 2003–2004, Washington, DC 20005.
- National Research Council., 2010.** Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, *8th edition*. 248p. ISBN: 0-309-15401-4.
- Neumann U., 1984.** Methods of enzymatic analysis, 3rd edition. 4: 26-34
- Newmark HL., 1999.** Squalene, olive oil, and cancer risk, Reviews and hypothesis. *Ann NY Acad Sci*, 889: 193-203.
- NF ISO 11263., 1995.** Qualité du sol - Dosage du phosphore – Dosage spectrométrique du phosphore soluble dans une solution d'hydrogénocarbonate de sodium.
- NF X31-107., 2003.** Qualité du sol - Détermination de la distribution granulométrique des particules du sol.
- NF X31-108., 2002.** Qualité des sols - Détermination des cations Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺ extractibles par l'acétate d'ammonium.
- Nieuwenhuis R et Nieuwelink J., 2005.** La culture du soja et d'autres légumineuses. Fondation Agromisa, Seconde édition. Pays-Bas. 75p. ISBN: 90-8573-012-0, consulté le 12/04/2014 sur : [www.oldu.fr/docs/1.../Culture.du.Soja.et.autres.legumineuses par Agrodok.pdf](http://www.oldu.fr/docs/1.../Culture.du.Soja.et.autres.legumineuses_par_Agrodok.pdf)
- Nordmann AJ., Suter-Zimmermann K., Bucher HC., Shai I., Tuttle KR and Estruch R., Briel M., 2011.** Meta-analysis comparing Mediterranean to low-fat diets for modification of cardiovascular risk factors. *Am J Med*, 124(9) :841-51.
- Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique., 1999.** CODEX STAN, 210: 1-17.
- Oh DK., Ciaraldi T and Henry RR., 2007.** Adiponectin in health and disease. *Diabetes Obes Metab*, 9 : 282-9.
- Okuda T., 2005.** Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. *Phytochemistry*, 66 : 2012–2031.
- Ollivier D., Artaud J., Pinatel C., Durbec JP and Guerere M., 2003.** Triacylglycerol and fatty acid compositions of french virgin olive oils. Characterization by chemometrics. *J. Agric Food Chem*, 51 (19): 5723 - 5731.
- Ouaouich A & Chimi H., 2007.** Guide du producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unies pour le développement industriel, première édition. Vienne. 34 p.

- Ouni Y., Flamini G., Douja D and Zarrouk M., 2011.** Effect of cultivar on minor components in Tunisia olive fruits cultivated in microclimate, *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(1): 13-20.
- Owen RW., Giacosa A., Hull WE., Haubner R., Spiegelhalder Band Bartsch H., 2000.** The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European Journal of Cancer*. 36:1235–1247.
- Paillard F et Dourmap-Collas C., 2007.** Quel choix d'huiles en prévention cardiovasculaire. *Cahiers de Nutrition et de Diététique* 42, Supplément 1 : 34–37.
- Pan DA and Storlien LH, 1993.** Dietary lipid profile is a determinant of tissue phospholipid fatty acid composition and rate of weight gain in rats. *The journal of nutrition*: 512-519.
- Paniagua JA., de la Sacristana AG., Sa´nchez E., et al., 2007.** A MUFA rich diet improves postprandial glucose, lipid and GLP-1 responses in insulin-resistant subjects. *J Am Coll Nutr*, 26(5): 434-44.
- Perona J S., Canˆizares J., Montero E., Sa´nchez-Domı´nguez JM., Pacheco YM and Ruiz-Gutierrez V., 2004.** Dietary virgin olive oil triacylglycerols as an independent determinant of very low-density lipoprotein composition. *Nutrition*, 20: 509–514.
- Platon JF., 1988.** Raffinage de l'huile de soja. *American Soybean Association*, N° 19: 3-30.
- Polese JM., 2007.** La culture des oliviers. Artémis édition. Paris. 95p. ISBN : 9782844165992 2844165990, consulté le 05/05/2015 sur : <https://books.google.dz/books?isbn=2844165990>
- Presse N, Shatenstein B, Kergoat MJ, Ferland G. 2008.** Low vitamin K intakes in community-dwelling elders at an early stage of Alzheimer's disease. *J Am Diet Assoc*. 108(12):2095-9. Doi: 10.1016/j.jada.2008.09.013
- Psomiadou E., Tsimidou M., 2001.** Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *J. Sci. Food Agric*, 81(7): 640 - 647.
- Purcaro G., Codony R., Pizzale L., Mariani C and Conte L., 2014.** Evaluation of total hydroxytyrosol and tyrosol in extra virgin olive oils. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 116 (7) : 805–811.
- Ramade F., 1981.** Ecologie des ressources naturelles. Masson. Paris. 322 p. ISBN 10 : 222568992X , ISBN 13 : 9782225689925.
- Ranalli A and Angerosa F., 1996.** Integral centrifuges for olive oil extraction. The qualitative characteristics of products. *Journal of the American Oil Chemist's Society* 73, issue 4: 417-422.
- Rayan D and Roberdo K., 1998.** Critical review: phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123: 31R- 41R.

- Redhead J., Boelen M., Onayemi O., Sabry ZI., Sammy G et Winarno FG., 1990.** Utilisation des aliments tropicaux, graines oléagineuses tropicales. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. 92 p. ISBN: 92-5-202800-5. Consulté le 14/08/2014 sur le site : <https://books.google.dz/books?isbn=9252028005>
- Renaud S., Godsey F., Dumort E., Thevemon C., Orthchanian E and Martin JL., 1986.** Influence of longterm diet modification on platelet function and composition in Moselle farmers. *American Journal Clinical Nutrition*, 43: 136-150.
- Richard C., Couture P., Desroches S., Charest A and Lamarche B., 2011.** Effect of the Mediterranean diet with and without weight loss on cardiovascular risk factors in men with the metabolic syndrome. *NutrMetabCardiovasc Dis*, 21(9): 628-35.
- Richer de Forges A., Feller C., Jamagne M et Arrouays D., 2008.** Perdus dans le triangle des textures. *étude et Gestion des Sols*, 15(2): 97-111.
- Rifai N., Bachorik PS and Albers JJ., 1999.** Lipids, lipoproteins and apolipoproteins. In: Burtis CA, Ashwood ER, editors. *Textbook of clinical chemistry 3rd ed, Philadelphia: W.B. Saunders Comp*: 809–861.
- Rosen ED and Spiegelman BM., 2006.** Adipocytes as regulators of energy balance and glucose homeostasis. *Nature*, 444 : 847-53.
- Ross R., 1999.** Atherosclerosis, an inflammatory disease. *New England Journal of medicine*, 340 (2): 115-126.
- Salas-Salvado J., Fernandez-Ballart J., Ros E., Martinez-Gonzalez MA., Fito M., Estruch R, Corella D, Fiol M, Gómez-Gracia E, Arós F, Flores G, Lapetra J, Lamuela-Raventós R., Ruiz-Gutiérrez V., Bulló M., Basora J and Covas MI., 2008.** Effect of a Mediterranean Diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: one-year results of the PREDIMED randomized trial. *Archives of Internal Medicine*, 168(22): 2449-58.
- Salvador MD., Aranda F., Gomez-Aonso S and Fregapane G., 2001.** Cornicabra virgin olive oil: A study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Food Chemistry*, 74 : 267–274.
- Schlienger J L., 2001.** Nutrition et Dyslipoprotéinémie, *Revue Française des Laboratoires*, N 334.
- Schwartz GJ, Fu J, Astarita G, and al., 2008.** The lipid messenger OEA links dietary fat intake to satiety. *Cell Metab* 8(4): 281-8.
- Shen XH, Tang QY, Huang J, et al., 2010.** Vitamin E regulates adipocytokine expression in a rat model of dietary-induced obesity. *Exp Biol Med* (Maywood) 235 : 47-51.

- SM : Station météorologique:604030., 2011.** Climat Guelma, Données climatiques 1995 – 2016, consulté le 16/12/2015 sur le site : <http://fr.tutiempo.net/climat/ws-604030.html>
- SOLTNER D., 2000.** Les bases de la production végétale, T I : le sol et son amélioration. 22^e Edition, Editions Sciences et techniques agricoles "Le Clos Lorelle" - 49130. Saint Gemmes Sur Loire. 472 P.
- Soriguer F., Rojo-Martinez G., Goday A and al., 2013.** Olive oil has a beneficial effect on impaired glucose regulation and other cardiometabolic risk factors. Di@bet.es study. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 67: 911–916.
- Souccar T., 2016.** Petite histoire du soja, La nutrition.fr, Axis Media Sciences, Consulté le 10/05/2016 sur le site <http://www.lanutrition.fr/bien-dans-son-assiette/aliments/le-soja/petite-histoire-du-soja.html>.
- Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M et Elamrani A., 2011.** Amélioration qualitative d’huiles d’olive produites dans le maroc oriental. Les technologies de laboratoire, 6 (22):1-12.
- Tchiegang C., Dandjouma A., Kapseu C et Parmentier M., 2005.** Optimisation de l’extraction de l’huile par pressage des amandes de *Ricinodendron heudelotii* Pierre ex Pax. *Journal of Food Engineering* Volume 68, Issue 1: 79–87.
- The Nature and Properties of Soils, 13th edition.** N.C. Brady and R.R. Weil. 2002. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey. 960 p.
- Tierney AC and Roche HM., 2007.** The potential role of olive oil-derived MUFA in insulin sensitivity. *Mol Nutr Food Res* 51(10): 1235-48.
- Tirtiaux A et Gibon V., 1997.** Raffinage. La désodorisation ... à la carte: Evolution technologiques et corps gras = Desodorization : free choice! *Oléagineux Corps gras Lipides*, 4(1): 45-51.
- Traber MG., Atkinson J and Vitamin E., 2007.** Antioxidant and nothing more. *Free Radic Biol Med*, 43 : 4-15.
- Uceda et Hermoso (1996)** Méthodes d’analyse des matières grasses et dérivés; ETIG, Editeur, Paris - France sixième édition; 238 p.
- USDA (united states department of agriculture) National Nutrient Database for Standard Reference., 2015.**
- Ushiroyama T, Ikeda A, Ueki M. 2002.** Effect of continuous combined therapy with vitamin K(2) and vitamin D(3) on bone mineral density and coagulofibrinolysis function in postmenopausal women. *Maturitas*. 25 ; 41(3) :211- 21.
- Van der Vossen HAM., Mkamilo GS., Corbière H., AGROOH., 2007.** Ressources végétales de l’Afrique tropicale 14. *Oléagineux*. Fondation PROTA. ISBN

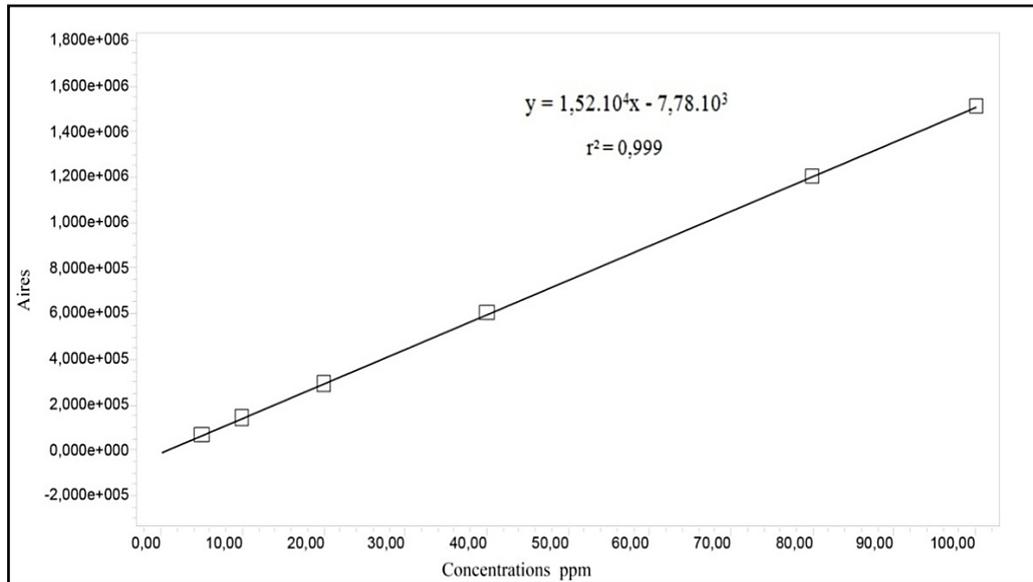
90-5782-195-0, 261pp, consulté le 02/09/20015 sur :
<https://books.google.fr/books?isbn=9057821958>

- Vaz-Freire L., José Manuel J., Gouveia and Ana Maria Costa Freitas., 2008.** Analytical characteristics of olive oils produced by two different extraction techniques, in the Portuguese olive variety 'Galega Vulgar'. *Rasas Y Aceites*, 59 (3): 260-266.
- Vermeer C, Shearer MJ, et al. Beyond deficiency: potential benefits of increased intakes of vitamin K for bone and vascular health. Eur J Nutr. 2004 Dec; 43(6):325-35. Review.**
- Vijaimohan K., Jainu M., Sabitha KE., Subramaniyam S., Anandhan C and Shyamala Devi CS., 2006.** Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil on growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats. *Life Sciences*, 79: 448–454.
- Vincent-Baudry S., Defoort C., Gerber M., Bernard MC., Verger P., Helal O., Portugal H., Planells R., Grolier P., Amiot-Carlin MJ., Vague P and Lairon D., 2005.** The Medi-RIVAGE study: reduction of cardiovascular disease risk factors after a 3-mo intervention with a Mediterranean-type diet or a low-fat diet. *American Journal Clinical Nutrition*, 82(5): 964-71.
- Vinha AF., Ferreres F., Silva BM., Valentão P., Gonçalves A., Pereira JA., Oliveira MB., Seabra RM and Andrade PB., 2005.** Phenolic profiles of Portuguese olivefruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *FoodChem*, 89: 561–568.
- Westhuyzen J., 1997.** The oxidation hypothesis of atherosclerosis: an update. *Annals of Clinical and Laboratory Sciences*, 27 (1): 1-10.
- Wiki-auréa., 2012.** 1^{er} portail agronomique. Le potassium et le magnésium. Consulté le 20/10/2015 sur:
https://wiki.aurea.eu/index.php/Le_potassium_et_le_magn%C3%A9sium
http://www.lano.asso.fr/web/phosphore_assimilable.html.
- Wikipedia l'encyclopédie libre., 2016.** Soja, Glycine max. consulté le 10/03/2016 sur le site <https://fr.wikipedia.org/wiki/Soja>
- Wolff J.P., (1968).** Manuel d'analyse des corps gras. Edition Azoulay. Paris. 245 p.
- Zingg JM and Azzi A., 2004.** Non-antioxidant activities of vitamin E. *Current Medicinal Chemistry*, 11 (9): 1113-1133.

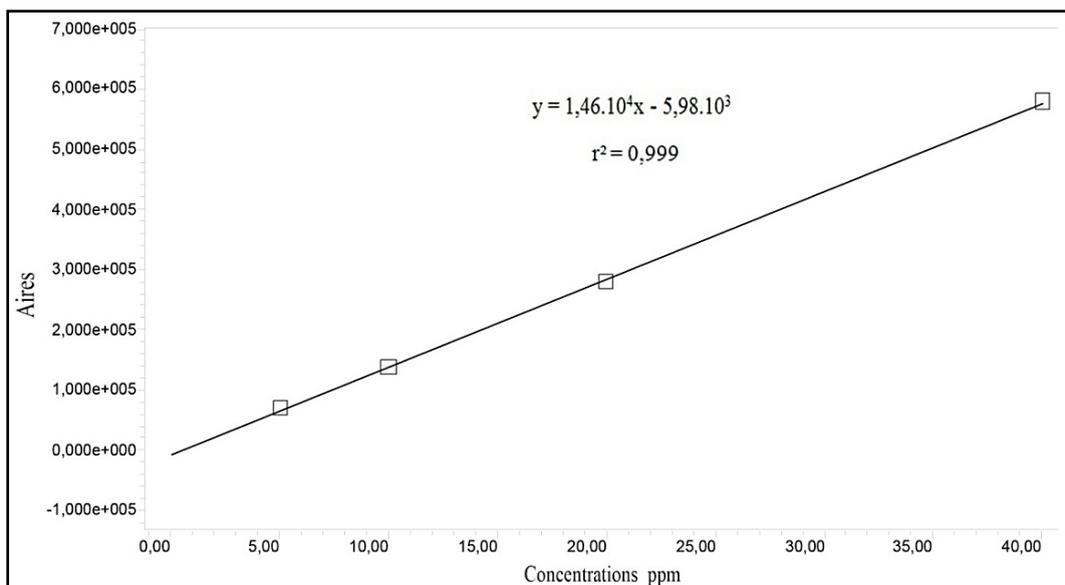
ANNEXES

ANNEXE 01

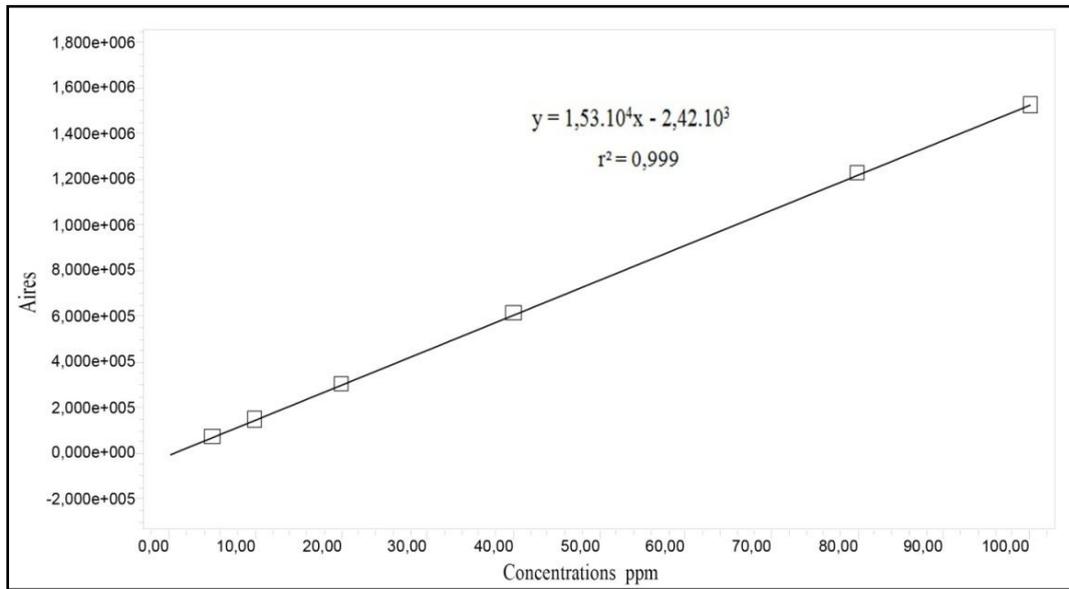
Courbes d'étalonnage des tocophérols



Courbe d'étalonnage de l'alpha tocophérol



Courbe d'étalonnage de Gamma tocophérol



Courbe d'étalonnage de Delta tocophérol

ANNEXE02

Dosage des paramètres Biochimiques sériques

DOSAGE DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES SERIQUES

Le dosage de l'activité LPL sérique a été effectué selon la fiche technique du kit chimica clinica. Le dosage des autres paramètres sériques a été réalisé par les fiches techniques des kits Spinreact.

1. Dosage de la glycémie

• Principe

Le glucose est oxydé sous l'action de la glucose-oxydase (GOD) en acide gluconique et peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), ce dernier, en présence de peroxyde (POD) oxyde le phénol et le 4-aminophénasone (chromogène incolore) pour former la quinonéimine, un composé coloré en rouge violet (**Barham &Trinder, 1972**) selon les réactions suivantes :



L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration du glucose dans l'échantillon.

• Mode opératoire

	Blanc	Etalon	Echantillon
RT(ml)	1,0	1,0	1,0
Etalon (µl)	-	10	-
Echantillon (µl)	-	-	10

On mélange (à l'aide d'un agitateur), on incube pendant 10 min à 37°C, ou 15 à 20 min à une température ambiante. Les absorbances des échantillons et de l'étalon sont lues contre le blanc à 505 nm, la coloration est stable au moins 30 minutes.

- **Calcul de la concentration :**

La concentration du glucose est calculée par la formule suivante :

$$[\text{Glucose}] \text{ (g/l)} = \frac{\text{DO échantillon}}{\text{DO étalon}} \times 1 \text{ g/l (concentration de l'étalon)}$$

2. Lipides totaux

- **Principe**

Les lipides totaux forment avec le phosphovainilline et en présence de l'acide sulfurique un complexe coloré, l'intensité de sa couleur est proportionnelle à la concentration des lipides totaux dans les échantillons (**Rifai et al, 1999**).

- **Mode opératoire**

	Blanc	Etalon	Échantillon
Etalon (µl)	-	100	-
Échantillon (µl)	-	-	100
Acide sulfurique (µl)	-	2500	2500

On mélange et on incube les tubes préparés pendant 10 min au bain-marie à 100°C.

	Blanc	Étalon	Échantillon
H₂SO₄ (µl)	1000	1000	1000
Étalon (µl)	-	50	-
Échantillon (µl)	-	-	50

Après incubation pendant 15 mn à 37°C, l'absorbance (A) des échantillons est lu à 520 nm. La couleur est stable pendant une heure.

- **Calcul de la concentration**

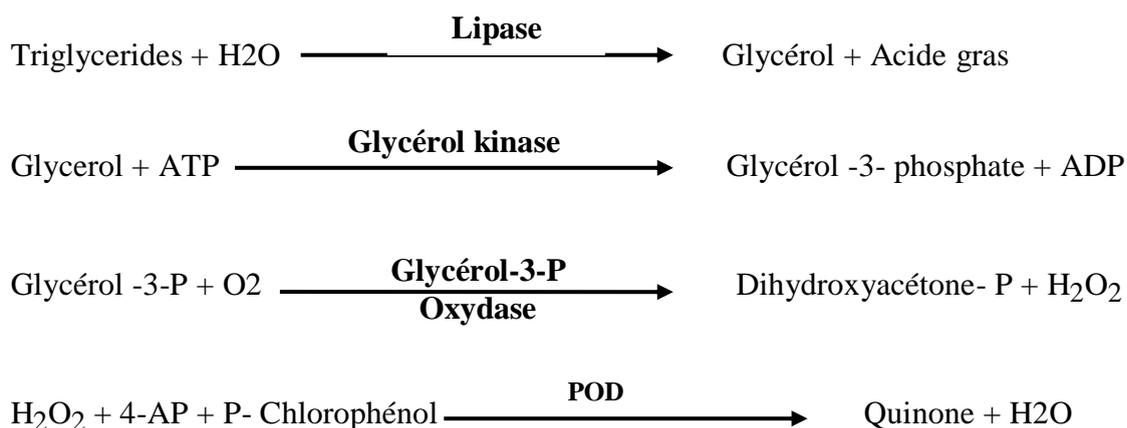
La concentration des lipides totaux est calculée par la formule suivante :

$$[\text{Lipides totaux}](\text{g/l}) = \frac{(A) \text{ echantillon}}{(A) \text{ étalon}} \times 7,5 \text{ g/l (concentration de l'étalon)}$$

3. Dosage des Triglycérides

- **Principe**

Les triglycérides sont déterminés après une hydrolyse enzymatique par les lipoprotéines lipase (LPL). L'indicateur est une quinone formé à partir de l'hydrogène peroxyde, le 4-aminophénazone (4-AP) et le P-Chlorophénol sous l'influence catalytique de la peroxydase (POD) (**Fassati&Prencipe, 1982**) ; selon les quatre réactions suivantes :



L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration des triglycérides dans l'échantillon.

- **Mode opératoire**

	Blanc	Standard	Echantillon
Réactif (ml)	1,0	1,0	1,0
Standard (µl)	-	10	-
Echantillon (µl)	-	-	10

On mélange et on incube 5 min à 37°C ou 10min à 15-25°C. La densité optique (DO) de l'échantillon et du standard est lue contre le blanc à 505 nm.

- **Calcul de la concentration :**

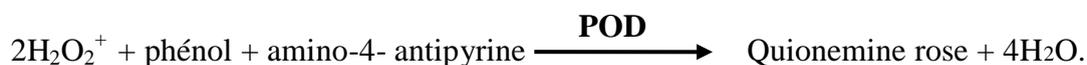
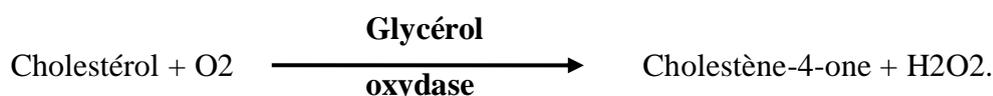
La concentration des triglycérides est calculée par la formule suivante:

$$[\text{Triglycérides}] \text{ (g/l)} = \frac{\text{DO échantillon}}{\text{DO standard}} \times 2 \text{ g/l (concentration du standard)}$$

4. Dosage du Cholestérol total

- **Principe**

Après hydrolyse enzymatique puis oxydation, l'indicateur quinoneimine formé à partir du peroxyde d'hydrogène et du amino-4-antipyrine en présence du phénol et de peroxydase permet la quantification du cholestérol (**Rifai et al, 1982**), selon la réaction suivante :



La quantité de quinonimineformée est proportionnelle à la concentration de cholestérol. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration du cholestérol dans l'échantillon

- **Mode opératoire**

	Blanc	Etalon	Echantillon
RT(ml)	1,0	1,0	1,0
Etalon(µl)	-	10	-
Echantillon (µl)	-	-	10

On mélange et on incube pendant 5 min à 37°C. La densité optique DO est lue à 505 nm contre le blanc. La coloration est stable pendant 30 minutes à l'abri de la lumière.

- **Calcul de la concentration:**

La concentration du cholestérol total est calculée par la formule suivante :

$$[\text{Cholestérol}] \text{ (g/l)} = \frac{\text{DO échantillon}}{\text{DO étalon}} \times 2 \text{ g/l (concentration de l'étalon).}$$

5. Dosage des HDLc

- **Principe**

Les VLDL (Very Low Density Lipoproteins) et les LDL (Low Density Lipoproteins) sériques ou plasmatiques sont précipités par le phosphotungstate en présence des ions de magnésium. Après élimination par centrifugation du précipité, le surnageant est utilisé pour la détermination de l'HDL cholestérol (High Density Lipoproteins) (**Grove, 1979**).

- **Mode opératoire**

La précipitation: Dans un tube à centrifugation, on met:

R (µl)	100
Echantillon (ml)	1,0

On mélange bien, on laisse agir pendant 10min à une température ambiante. Après centrifugation à 4000 r.p.m. pendant 20min ou 12000 r.p.m. pendant 2min, on collecte les surnageants.

Dosage des HDL c : les instructions sont les mêmes pour le dosage du cholestérol total. (§6.6.4).

Calcul de la concentration :

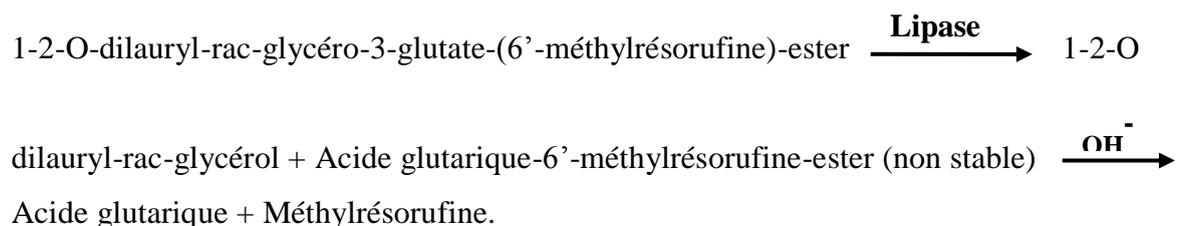
La concentration des HDL c'est calculée par la formule suivante :

$$[\text{HDL c}] \text{ (g/l)} = \frac{\text{DO échantillon}}{\text{DO étalon}} \times 3,2 \text{ g/l (concentration de l'étalon)}$$

6. Dosage des lipases

• Principe

La lipase pancréatique en présence de colipase, désoxycholate et les ions calcium, hydrolyse le substrat 1-2-O-dilauryl-rac-glycéro-3-glutamate-(6' - méthylrésorufine)-ester. La séquence de réactions qui sont impliquées dans la détermination enzymatique directe de la lipase est la suivante (Neumann, 1984) :



Le taux de formation du méthylrésorufine, mesuré par spectrophotométrie, est proportionnel à la concentration catalytique de la lipase présente dans l'échantillon.

• Mode opératoire

	Blanc	Etalon	Echantillon
Réactif A (ml)	1	1	1
Réactif B (ml)	0,6	0,6	0,6
Eau distillée (ml)	0,01	-	-
Etalon (ml)	-	0,01	-
Echantillon	-	-	0,01

On mélange avec le réactif A et on incube pendant 5 minutes à 37°C. On ajoute ensuite le réactif B et on mélange bien puis on lit (E1) au bout de 60 secondes. On effectue une nouvelle lecture (E2) au bout de 90 secondes.

Calcul de la concentration :

On calcule la différence entre les deux absorbances (ΔE).

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

La concentration des Lipases est calculée par la formule suivante :

$$[\text{Lipase}](\text{U/L}) = \frac{(\Delta E \text{ Echantillon} - \Delta E \text{ blanc})}{(\Delta E \text{ Etalon} - \Delta E \text{ blanc})} \times (\text{concentration de l'étalon})$$

PUBLICATION

Research Article



Effects of Treatment by Refined Soybean and Extra Virgin Olive Oils on Lipid Profile and Lipasic Activity in Wistar Albinos Rats

Derradj M¹, Ouazouaz M¹, Gourchala F², Bourouis M³, Henchiri C^{1*}

¹Laboratory of Applied Microbiology and Biochemistry, Department of Biochemistry, Badji-Mokhtar University, Annaba, Algeria.

²Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in semi-arid area, Ibn-Khaldoun University, Tiaret, Algeria.

³Regional Control Laboratory of the quality and repression of fraud, Algiers annex (CACQE), Algeria.

*Corresponding author's E-mail: CHERIFA_HENCHIRI@YAHOO.FR

Accepted on: 04-10-2015; Finalized on: 30-11-2015.

ABSTRACT

The aim of this study was evaluating the effects of two oils consumed in Algeria, one from the extra-virgin olive, *Rougette* variety, rich in MUFA and the other one from the refined Soybean, rich in PUFA, on lipid profile and lipasic activity in *Wistar albinos* rats. The olive oil was ranked among "Extra-virgin olive oils (EVOO)" according to its physicochemical characteristics. Fatty acids assessment has shown a wealth of the olive oil in MUFA (80.12%), the oleic acid (C18:1, ω -9) is the predominant fatty acid (76.69%). Soybean oil, rich in PUFA (60.35%), represented by linoleic acid (C18:2, ω -6 at 53.67%). Olive oil has represented a high content in α -tocopherols (340.32mg/kg) compared to refined soybean oil (130.98mg/kg). The biological study showed that olive oil taken discontinuously for 45 days, resulted in an increase of the lipase activity and HDL-c levels (anti-atherogenic) and a decrease in LDL-c levels (atherogenic) compared to that administrated daily. Continuous administration of soybean oil for 25 days has improved the lipid profile resulting in a very highly significant increase of good cholesterol (HDL-c) and no effect on bad cholesterol (LDL-c); this treatment stimulated serum lipase activity for both administration periods. High lipase activity was also observed after a treatment with both oils taken alternately, however, no significant effect on HDL-c and LDL-c was noted after the two treatment periods.

Keywords: Olive oil, soybean oil, monounsaturated fatty acid, polyunsaturated fatty acid, lipid profile, lipase activity.

INTRODUCTION

Currently, the fatty acid composition of edible oils was one of the main criteria in their nutritional value determination. Several studies have shown a correlation between major edible fatty acids and their health benefits. Replacement of food grade saturated fatty acids (SFA) by monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated fatty acids (PUFA) remains the best nutritional strategy in preventing cardiovascular diseases.¹

Short-chain saturated fatty acids, of C:10 - C:16, especially palmitic acid (C:16) are highly atherogenic by involving an increase in total cholesterol and LDL-c fraction, and a decrease of HDL-c.² MUFA such as C18:1 (ω -9), have a hypocholesterolemic action by decreasing LDL cholesterol while HDL cholesterol is maintained or increased.^{3,4} n-6 and n-3 PUFA (C18:2, ω -6 and C18:3, ω -3) have also a lowering effect on cholesterolemia, especially on LDL-c level.⁴

Olive oil consumption, oil containing a large quantity in MUFA (the major fatty acid is C18: 1, ω 9) and antioxidant compounds such as: polyphenols and tocopherols may improve the lipid profile in plasma; which could contribute on the prevention of cardiovascular diseases.⁵⁻⁷

Consumption of refined soybean oil, containing about 61% of PUFA and 24% of MUFA, could reduce total cholesterol and LDL cholesterol levels. Similarly, its high

content in alpha-linolenic acid provides it anti-thrombotic and anti-arrhythmic properties.⁸

Since there is no oil in nature rich in SFA, MUFA and n-6, n-3 PUFA; for a benefic effect on health, it will be interesting to limit SFA intake and increase the intake of MUFA and PUFA, with a PUFA ratio n-6/n-3 close to 5.⁹ Could olive and soybean oils combined use fulfill this role and improve lipemia?

In this context, the aim of the present study is to compare the effects of both oils consumed in Algeria, one from extra-virgin olive produced in Algeria and the other one from soybean imported and refined in our country, on lipid profile and lipase activity of normal *Wistar albinos* rats.

These oils being very used in the diet of Algerian population, we tried to determine if their consumption could harm health of Algerian and expose them to cardiovascular diseases.

MATERIALS AND METHODS

Plant material

Olives used in this experiment have been regularly collected from olive trees of *Rougette* variety (over about 4 years old), in the East of Algeria, specifically beside a private orchard called "*Djnen El Arbi*" in Guelma. Sampling was manually realized during the Olive oil Campaign 2011/2012 in mid-November. Soybean oil (*eléo*) comes from SPA CEVITAL manufactory, Béjaïa, Algeria.



Fat extraction

From olive oil

The extraction was conducted in an oil mill by a continuous process according to the following steps: washing, grinding, kneading and centrifuging (Italian process *Alfa Laval*). Samples of oil were collected from the first pressure then conserved in dark sterilized bottles in the freezer at 4 °C until their use.

From soybean oil

It was extracted by classic refining following the next steps: degumming, neutralization, discolouration, and deodorization.

Biochemical analysis of the three fat materials used in this study

Fatty acid assay by GC

Assay of fatty acids methyl esters (FAMES) was carried out by gas chromatography (chromatograph: Agilent 6890N Network GC, FID detector and SPLIT injector, equipped with a DB23 Agilent 122-2362 capillary column (60m x 0.25mm x 0.25 μ m), the carrier gas is hydrogen H₂, provided at pressure of 14,84psi with a constant flow of 1ml/min.

The maximum temperature of the column is maintained at 260°C, the maximum oven temperature was 325°C, the maximum temperature of the injection was 325°C and that of detector was 250°C. The injected volume was 1 μ l. The fatty acids were identified by comparison of retention times with those of standard fatty acids.

Determination of minor compound

Chlorophyll and carotenoids

Chlorophyll and carotenoids contents were determined according to the method described by Minguez.¹⁰ The results were expressed in ppm (mg/kg) of oil. Three trials were performed.

α -Tocopherols

α -Tocopherols content was determined by HPLC (WATERS 1525 with binary pump) over an analytic column in normal phase WATERS SPHERISORB (3 μ m of Silica / 150mm x 4.6mm i.d) according to the international standard : ISO 9963.¹¹ 2g of extracted oil was dissolved into 25ml of hexane and filtrated. 20 μ l from the solution was manually injected. α -Tocopherols separation was realized using an isocratic elution hexane/2-isopropanol (95.5:0.5 v/v) at a flow rate of 0.8ml/min. Visible UV detector WATER 2487 was set on the wavelength of λ =292nm. External calibration curve was prepared to calculate α -tocopherols quantity present in the sample (r^2 =0.999). Samples were injected in triplicate. Results were expressed in mg of α -Tocopherol/kg of oil.

Biological experiment

Animals and diet

72 *Wistar albinos* male rats obtained from Pasteur institute of *Kouba*, Algiers were used in this experiment. After few days of acclimatisation in ambient temperature and a 24-hour day/night cycle where animals have been fed with a complete and equilibrated standard diet provided by *UAB*: National Unit of Animal Feed (Béjaïa). All animals have access to water and diet "*ad-libitum*". This study was performed according to the guidelines for animal care and use.¹²

Each oil was administrated by a single oral dose to animals: daily for some groups, discontinuously (1 day out of 2) for other groups and both oils by alternation (1 day out of 2 for each oil) during two periods; 25 and 45 days. The rats were well-maintained; weighing of animals was done every 5 days during the two treatment periods.

Trial protocol

After the acclimatisation, the rats were randomly divided into 12 groups (n=6) according to the trial protocol shown on the following table (1).

Table 1: Experimental Protocol

Periods	Groups (n=6)	Characteristics
P1 (25 days)	C1	Control group received daily water in the same conditions as other groups.
	OC1	Group treated daily by 0.9g of extra virgin olive oil /kg of body weight (bw).
	OD1	Group treated discontinuously by 0.9g of extra virgin olive oil /kg bw.
	SC1	Group treated daily by 0.9g of soybean oil /kg bw.
	SD1	Group treated discontinuously by 0.9g of soybean oil /kg bw.
	OS1	Group treated alternately by both oils.
P2 (45 days)	C2	Control group received daily water in the same conditions as other groups.
	OC2	Group treated daily by 0.9g of extra virgin olive oil /kg of bw.
	OD2	Group treated discontinuously treated by 0.9g of extra virgin olive oil/kg bw.
	SC2	Group treated daily by 0.9g of soybean oil /kg bw.
	SD2	Group treated discontinuously by 0.9g of soybean oil /kg bw.
	OS2	Group treated alternately by both oils.

All groups were fed with the same standard diet.



Table 2: Biochemical composition of fatty materials

Parameters	Content %				
	C	HS	Codex [1999]	HOEV	COI [2015]
C12 :0	1.60 ± 0.05	/	ND-0.1	/	ND
C14 :0	1.84 ± 0.14	/	ND-0.2	/	≤ 0.03
C16 :0	42.46 ± 0.34	10.89±0.02	8 - 13.5	11.21 ± 0.26	7.5 – 20
C18 :0	2.29 ± 0.10	3.90 ± 0.01	2.0 - 5.4	2.19 ± 0.01	0.5 - 5
C20 :0	/	0.00	0.1-0.6	0.36 ± 0.01	≤ 0.6
C16 :1 (ω-9)	0.60 ± 0.06	/	ND-0.2	1.10 ± 0.01	0.3 - 3.5
C18 :1 (ω-9)	11.94 ± 0.01	23.38 ± 0.14	17- 30	76.67 ± 0.29	55 - 83
C18 :1 (ω-7)	/	1.48 ± 0.01		2.35 ± 0.05	
C18 :2 (ω-6)	37.04 ± 0.06	53.67 ± 0.21	48 – 59	5.45 ± 0.03	2.5 - 21
C18 :3 (ω-3)	2.23 ± 0.03	6.68 ± 0.05	4.5 – 11	0.68 ± 0.01	≤ 1
SFA	48.19	14.79		13.76	
MUFA	12.54	24.86		80.12	
PUFA	39.27	60.35		6.13	
Chlorophylls (ppm)	ND	ND		4.71 ± 0.01	
Carotenoids (ppm)	ND	ND		2.26 ± 0.06	
α-tocopherols (mg/kg)	225 ± 0.90	130.98 ± 5		340.32 ± 19	

C: Control fat, HS: soybean oil, HOEV: extra virgin olive oil.

Sacrifice and blood sampling

The sacrifice was realized at the end of each treatment period; blood was collected by decapitation in dry tubes and then centrifuged at 3500rpm / 15min, the serum obtained will be used for assay of blood lipid parameters.

Effects of oils on the lipid profile

Lipid profile (total lipids, Triglycerides, Total Cholesterol, HDL-c, LDL-c) was determined by colorimetric methods by a SECOMAM automatic analyzer using commercial kits Spinreact.

Effects of oils on serum LPL activity

Lipase activity was determined by colorimetric methods using a SECOMAM automatic analyzer using a commercial kit Quimica clinica.

Statistical analysis

The one-way analysis of variance (ANOVA) was used for statistical comparisons followed by *Dunnett's* test. The results expressed as mean ± standard error with a significance level $p \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Biochemical composition of the tree fat materials used in this study

Results of the biochemical analysis of oils are shown in Table 2. The fat matter of control diet contains a high

content of saturated fatty acids SFA (48.19%) represented by palmitic acid as the predominant fatty acid (42.46%).

Olive oil of local variety "*Rougette*" is characterized by a high content of monounsaturated fatty acids (MUFA) with a rate of 80.12%, represented by oleic acid as major fatty acid from the Omega-9 family (76.67%), 13.76% of saturated fatty acids (SFA) and 6.13% of polyunsaturated fatty acids (PUFA) represented by a dominance of omega-6 linoleic acid and traces of α-linolenic acid omega-3. This composition complies with COI standards¹³ and shows similarity with that of the olive oil of Algerian variety "*Grosse de Hamma*".¹⁴

For Soybean oil, the fatty acid levels comply with standards recommended by the Codex Alimentarius¹⁵ except for arachidonic acid (C 20:4 ω6) showing a lower rate than those standards. This oil, in contrast to the olive one, is characterized by a high content of polyunsaturated fatty acids represented by linoleic acid ω-6 (53.67%) and the ω-3 linolenic acid (6.68%).

Chlorophylls and carotenoids contents are 4.71 and 2.26mg/kg, respectively (Table 2), these rates are in agreement with those reported by Salvador¹⁶ and Ounni¹⁷ for both varieties "*Oueslati* and *Chetoui*".

The α-tocopherols, representing 90% of total tocopherols in olive oil,¹⁸ are the most common used form in vitamin E dietary supplements.¹⁹ The results show high levels of α-tocopherols in olive oil (340.32mg/kg) compared to

soybean oil and control fat (130.98mg/kg and 225mg/kg of α -tocopherols, respectively).

Effects oils on the lipid profile

Total lipids (TL)

After 25 days of administration of both oils, the results show that only OC1 and OD1 groups (treated with extra virgin olive oil daily and discontinuously, respectively) and SC1 (treated daily by soybean oil) have a highly significant increase in TL levels compared to the control. This result is related to high levels of total cholesterol (Figure 3) for the group treated by olive oil and high levels of triglycerids for that treated by soybean oil (Figure 2). SD1 and OS1 groups show similar results as control (Figure 1).

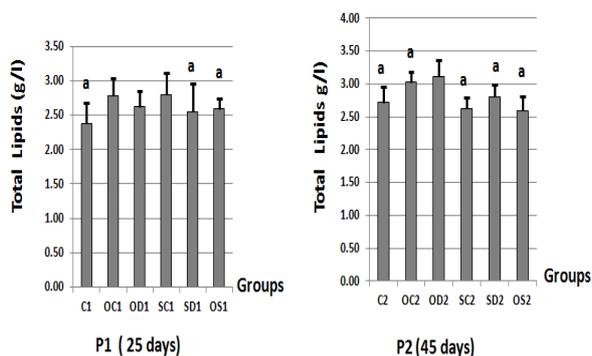


Figure 1: Effect of extra virgin olive oil and soybean oil on total lipids after the two Treatment periods. Values that don't show a letter have highly significant differences compared to the control ($p \leq 0.01$, P1 "25 days"; P2 "45 days")

After 45 days, we noted high levels of TL in OD2 group (treated discontinuously with extra virgin olive oil) with a very highly significant difference compared to control. This result is linked to high triglyceride levels, which is in agreement with the results reported by Baba;²⁰ while SC2 and OS2 groups showed a non-significant reduction in TL levels compared to control; this low hypolipidemic effect is probably related to the presence of fatty acid C18: 3 (ω -3) in small amounts in soybean oil.²¹

Triglycerids (TG)

The results obtained for triglycerids levels are mentioned in Figure 2.

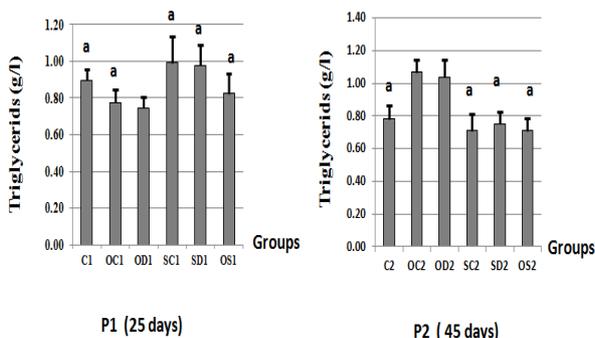


Figure 2: Effect of extra virgin olive oil and soybean oil on triglycerids levels after both treatment periods. Values that

don't show a letter have highly significant differences compared to the control ($p \leq 0.01$, P1 "25 days"; P2 "45 days").

After 25 days of administration of the two oils, we registered low triglycerids levels in OC1, OD1 and OS1 groups. Only the OD1 animals that represented a very highly significant difference compared to controls. This result shows that treatment with the extra virgin olive oil taken discontinuously result in a triglycerid-lowering effect, which is consistent with results of clinical studies of Covas²² and Vincent Baudry.²³

After 45 days of treatment, we noted in OC2 and OD2 groups high levels of TG compared to control with a very highly significant difference; showing that olive oil, administered daily or discontinuously, had a hypertriglyceridemic effect.

This effect is probably due to richness of this oil in oleic acid MUFA (C18: 1),²⁴ result in agreement with that of Baba.²⁰ While, these levels are slightly lower in SC2, SD2 and OS2 groups with no significant differences compared to the control.

These results are contradictory to those of Ide²⁵ and Vijaimohan²¹ showing that soybean oil, rich in PUFA, had a reducing effect on plasmatic triglycerids levels.

Total Cholesterol (TC)

Figure 3 shows the results of total cholesterol level levels assessment after both experimental periods.

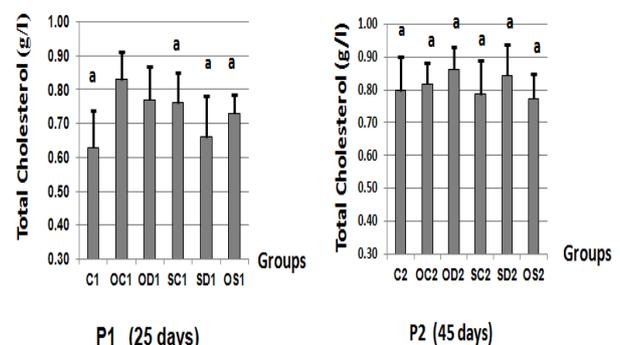


Figure 3: Effect of the extra virgin olive oil and soybean oil on total cholesterol levels after the two treatment periods. Values that don't show a letter have highly significant differences compared to the control value ($p \leq 0.01$, P1 "25 days"), the values designated by the same letter show no significant difference ($p > 0.05$, P2 "45 Days").

After 25 days of treatment with the two oils, we found that only OC1 and OD1 groups have resulted in an increase of TC levels in rats with a highly significant difference compared to the control.

These results suggest that extra virgin olive oil had a hypercholesterolemic effect after 25 days of treatment, which are in contradiction with results reported by Salsa-Salvador.²⁶

After 45 days of treatment, we registered that TC level in OC2 and OD2 groups are similar to the control's one,

suggesting that olive oil had no effect on serum TC; result in agreement with those found by Kontogianni.²⁷

While soybean oil administered daily and the two oils taken alternatively had a slight cholesterol-lowering effect probably related to the presence of linoleic acid^{28,29} and linolenic acid.

According to some authors,^{21,30} the presence of this fatty acid in diet has involved a cholesterol-lowering activity.

HDL-c

In Figure 4 are shown the results of HDL-c determination

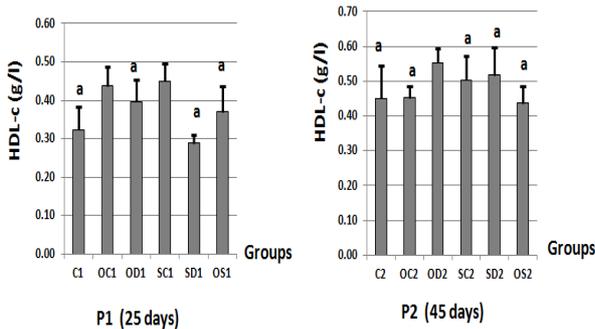


Figure 4: Effect of the extra virgin olive oil and soybean oil on HDL-c levels after two treatment periods. Values that don't show a letter have a highly significant differences compared to the control value ($p \leq 0.001$ in P1 "25 Days"); Values who do not share letter represents a significant difference ($p \leq 0.05$ in P2 "45 Days").

After 25 days of treatment with the two oils, we noticed that only OC1 and SC1 groups treated daily by olive oil and soybean have exhibited an increase in HDL-c levels with a very highly significant difference compared to control; this increase is probably due to the presence of oleic and linoleic acid in both oils.³¹

After 45 days of treatment, only OD2 (group treated with olive oil discontinuously) showed a significant increase in HDL-c levels compared to control. These results are in agreement with those of clinical studies reported by Kratz³² and Covas.²²

LDL-c

The results shown in figure 5 represent the LDL-c levels of groups treated by the two oils after the two periods.

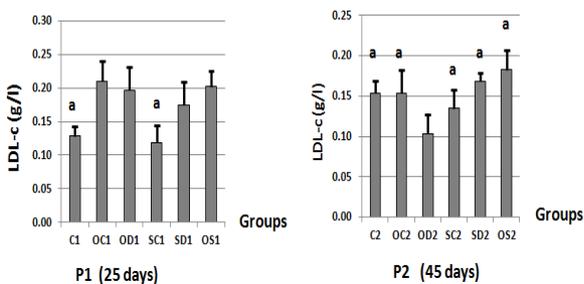


Figure 5: Effect of extra virgin olive oil and soybean oil on LDL-c levels after the two treatment periods. Values that don't show a letter have very highly significant

differences compared to the control ($p \leq 0,001$ in P1 "25 Days"; P2 "45 Days").

After 25 days of treatment, we found that LDL-c concentration in OC1, OD1, SD1 and OS1 are higher than that of control with very highly significant differences except the SC1 group, which is almost similar to the control.

After 45 days of treatment, we noted that only the OD2 rats had low LDL-c levels with very highly significant differences compared to control. Based on these results, we can deduce that the decrease in LDL-c levels caused by the discontinuous olive oil treatment is probably due to the presence of Omega-9 oleic acid, the major fatty acid in our olive oil⁴ and to phytosterols that are structural analogues of cholesterol in plants. They interfere with the intestinal absorption of cholesterol and can contribute to serum LDL-c lowering.³³

Effect of the two oils on serum LPL activity

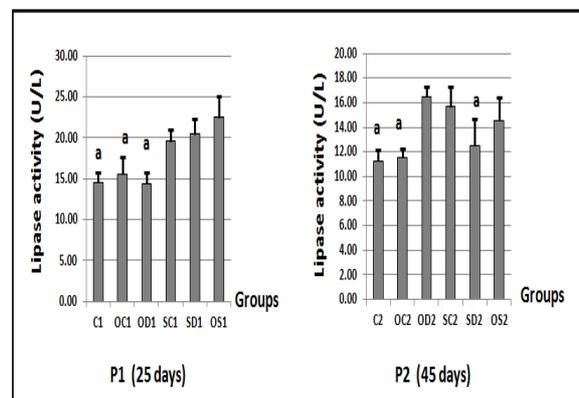


Figure 6: Effect of extra virgin olive oil and soybean oil on lipase activity after the two treatment periods. Values that don't show a letter have very highly significant differences compared to the control ($p \leq 0,001$ in P1 "25 Days"; P2 "45 Days").

From Figure 6, we noted that soybean oil administered to groups SC1, SD1 and OS1 for 25 days, resulted in a very highly significant increase of lipase activity compared to control group in contrast to OC 1 and OD1 ones (treated with extra virgin olive oil) in which results are similar to control rats. Based on these results, soybean oil would have exhibited a stimulating effect on serum LPL activity in rats; which could be related to its high content in PUFA (mainly linoleic acid ω -6).³⁴

After 45 days of consumption of both oils, we noticed an increase in serum LPL activity in all treated groups compared to control one, but only OD2, SC2 and OS2 groups that showed increased LPL activity with very highly significant differences. These results showed that the quality and quantity of the ingested oil has an impact on LPL activity; indeed, according to some studies, high lipid content in diet results in an increase in serum LPL activity in human and rat.³⁴⁻³⁶

CONCLUSION

The results obtained showed that olive oil administered to rats is of oleic type (ω -9 at 76.67%) and refined soybean oil is rich in linoleic acid (53.67%). Olive oil presented a high content of α tocopherols (340.32mg/kg) compared to the refined soybean oil (130.98 mg/kg).

Treatment with the two oils, monounsaturated and polyunsaturated showed different results depending on the degree of unsaturation and the length of treatment period.

After 25 days of treatment, olive oil administration daily and discontinuously and treatment by soybean oil daily at a rate of 0.9g/Kg bw increased serum TL. For triglycerids, only discontinuous treatment by olive oil exhibited a triglycerid-lowering effect. Regarding the total cholesterol, olive oil, taken daily and discontinuously, and even soybean oil administered continuously increased serum TC showing high levels of good cholesterol (HDL-c). For bad cholesterol, only soybean oil taken daily didn't exhibit an increase of this parameter. The measurement of the lipase activity showed that soybean oil and even the two oils taken alternatively increased this activity.

After 45 days of treatment, only discontinuous administration of olive oil increased serum TL and good cholesterol HDL-c and decreased LDL-c (bad cholesterol). Hypertriglyceridemia was observed in rats treated with olive oil daily and discontinuously. A high lipase activity, very highly significant, was recorded only in treated rats by olive oil taken discontinuously, the soybean oil treated daily and the two oils administered alternately.

From these results, it would seem that for a balanced lipid profile, good for health, the discontinuous intake of olive oil and daily administration of soybean oil for periods of 45 and 25 days respectively, would be preferred. From this study, we can conclude that the benefic effect of vegetable oils on health is related to the way of their use.

Acknowledgement: This study was partly supported by the Ministry of Higher Education and Scientific Research (MESRS) of Algeria (Project CNEPRU 2014, No.F-0120130061), Authors thank assistance of the institute: technique de l'arboriculture frittière et de la vigne (ITAFV) de m'zej edchich, Skikda, Algeria.

REFERENCES

- Perona J S, Canˆızares J, Montero E, Saˆnchez-Domınguez J M, Pacheco Y M, Ruiz-Gutierrez V, Dietary Virgin Olive Oil Triacylglycerols as an Independent Determinant of Very Low-Density Lipoprotein Composition, *Nutrition*, 20, 2004, 509–514.
- Schlienger J L, *Nutrition et Dyslipoproteinémie*, Revue Française des Laboratoires, 2001, N 334.
- Grundy S M, Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary artery disease, *American Journal Clinical Nutrition*, 45, 1987, 1168-1175.
- Grundy SM, Denke MA, Dietary influences on serum lipids and lipoproteins, *Journal of Lipid Research*, 31, 1990, 1149-1172.
- Jiang Q, Christen S, Shigenaga MK, Ames BN, Gamma-tocopherol, the major form of vitamin E in the us diet, deserves more attention, *American Journal Clinical Nutrition*, 74, 2001, 714-22.
- Visioli F, Bellomo G, Galli C, Free radical scavenging properties of olive oil polyphenols, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 247, 1998, 60-64.
- Visioli F, Borsani L, Galli C, Diet and prevention of coronary heart disease: The potential role of phytochemicals, *Cardiovascular Research*, 47, 2000, 419-425.
- Jean-Michel LECERF, Bénédicte BORGIES, Effects of soybean oil on plasma lipoproteins and cardiovascular risk in men and women, *OCL Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 9, 2002, 96-9.
- Paillard F, Dourmap-Collas C, Quel choix d'huiles en prévention cardio-vasculaire, *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42, Supplement 1, 2007, 34–37.
- Minguez-Mosquera I, Rejano JL, Gandul B, Higinio A, Garrido J, Colour pigment correlation in virgin olive oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68, 1991, 669-671.
- NORME INTERNATIONALE: ISO 9963, Corps gras d'origines animale et végétale – Détermination des teneurs en tocophérols et en tocotriénols – Méthode par chromatographie en phase liquide à haute performance, Première édition 1997-12-15.
- Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, National Research Council. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*, 8th edition, 2011, 1-246.
- Conseil oléicole international: COI/T.15/NC n 3/Rév.8 (Février, 2015). Norme commerciale applicable aux huiles d'olives et huiles de grignons d'olives.
- Douzane M, Nouani AE, Dako E, Bellal M, Influence of the variety, the crop year and the growing on the fatty acid and tocopherols composition of some Algerian virgin olive oils, *African Journal of Agricultural Research*, 7(34), 2012, 4738-4750.
- Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique CODEX STAN, 210, 1999, 1-17.
- Salvador MD, Aranda F, Gomez-Aonso S, Fregapane G, Cornicabra virgin olive oil: A study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability, *Food Chemistry*, 74, 2001, 267–274.
- Ouni Y, Flamini G, Douja D, Zarrouk M, Effect of cultivar on minor components in Tunisia olive fruits cultivated in microclimate, *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(1), 2011, 13-20 .
- Blekas G, Tsimidou M, Boskou D, Contribution of α -tocopherol to olive oil stability, *Food Chemistry*, 52, 1995, 289-294.
- Bruno RS. The role of alpha and gamma tocopherol in health, *Nutraceuticals and functional foods*, In: Wildman



- REC, editor, London, New York, Washington, D.C, Boca Raton: CRC Press, 2007, 309–33.
20. Baba NH, Antoniadou K, Habbal Z, Effects of dietary canola, olive, and linolenic acid enriched olive oils on plasma lipids, lipid peroxidation and lipoprotein lipase activity in rats, *Nutrition Research*, 19, 1999, 601-612.
 21. Vijaimohan K, Jainu M, Sabitha KE, Subramaniyam S, Anandhan C, Shyamala Devi CS, Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil on growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats, *Life Sciences*, 79, 2006, 448–454.
 22. Covas MI, Nyyssonen K, Poulsen HE, Kaikkonen J, Zunft HJF, Klesewetter H, Gaddi A, De la Torre R, Mursu J, Baumler H, Nascetti S, Salonen JT, Fito M, Virtanen J, Marrugat J, The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 145, 2006, 333-341.
 23. Vincent-Baudry S, Defoort C, Gerber M, Bernard MC, Verger P, Helal O, Portugal H, Planells R, Grolier P, Amiot-Carlin MJ, Vague P, Lairon D, The Medi-RIVAGE study: reduction of cardiovascular disease risk factors after a 3-mo intervention with a Mediterranean-type diet or a low-fat diet, *American Journal Clinical Nutrition*, 82(5), 2005, 964-71.
 24. Jeffery NM, Yaqoob P, Newsholme EA, Calder PC. The effects of olive oil upon rat serum lipid levels and lymphocyte functions appear to be due to oleic acid. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 40(2), 1996, 71-80.
 25. Ide T, Murata M, Sugano M. Stimulation of the activities of hepatic fatty acid oxidation enzymes by dietary fat rich in cc-linolenic acid in rats. *Journal of Lipid Research*, 37, 1996, 448-463.
 26. Salas-Salvado J, Fernandez-Ballart J, Ros E, Martinez-Gonzalez MA, Fito M, Estruch R, Corella D, Fiol M, Gómez-Gracia E, Arós F, Flores G, Lapetra J, Lamuela-Raventós R, Ruiz-Gutiérrez V, Bulló M, Basora J, Covas MI, Effect of a Mediterranean Diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: one-year results of the PREDIMED randomized trial. *Archives of Internal Medicine*, 168(22), 2008, 2449-58.
 27. Kontogianni MD, Vlassopoulos A, Gatzieva A, Farmaki AE, Katsiogiannis S, Panagiotakos DB, Kalogeropoulos N, Skopouli FN, Flaxseed oil does not affect inflammatory markers and lipid profile compared to olive oil, in young, healthy, normal weight adults, *Metabolism Clinical And Experimental*, 62, 2013, 686–693.
 28. Hunter JE, n-3 fatty acids from vegetable oils, *American Journal Clinical Nutrition*, 51, 1990, 809-14.
 29. Renaud S, Godsey F, Dumort E, Thevemon C, Orthchianian E, Martin JL. Influence of longterm diet modification on platelet function and composition in Moselle farmers. *American Journal Clinical Nutrition*, 43, 1986, 136-150.
 30. Ihara-Watanabe M, Umekawa H, Takahashi T, Furuichi Y, Effects of dietary alpha-or gamma-linolenic acid on levels and fatty acid compositions of serum and hepatic lipids, and activity and mRNA abundance of 3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA reductase in rats. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 122, 1999, 213–20.
 31. Katan MB, Zock PL, Mensink RP, Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an overview, *American Journal Clinical Nutrition*, 1994, 60(6 suppl), 1017S–22S.
 32. Kratz M, Cullen P, Kannenberg F, Kassner A, Fobker M, Abuja PM, Assmann G, Wahrburg U, Effects of dietary fatty acids on the composition and oxidizability of low-density lipoprotein, *European Journal of Clinical Nutrition*, 56, 2002, 72–81.
 33. Katan MB, Grundy SM, Jones P, Law M, Miettinen T, Paoletti R, Efficacy and safety of plant stanols and sterols in the management of blood cholesterol levels, *Mayo Clinic Proceedings*, 78, 2003, 965–978.
 34. Coiffier E, Paris R, Lecerf J, Effects of dietary saturated and polyunsaturated fat on lipoprotein lipase and hepatic triglyceride lipase activity *Comparative Biochemistry and Physiology - Part B: Biochemistry & Molecular Biology*, 88, 1987, 187-92.
 35. Campos H, Dreon DM, Krauss RM, Associations of hepatic and lipoprotein lipase activities with changes in dietary composition and low density lipoprotein subclasses, *Journal of Lipid Research*, 36, 1995, 462-472.
 36. Murphy MC, Isherwood SG, Sethi S, Gould BJ, Wright JW, Knapper JA, Williams CM, Postprandial lipid and hormone responses to meals of varying fat contents: modulatory role of lipoprotein lipase? *European Journal of Clinical Nutrition*, 49, 1995, 578-588.

Source of Support: Nil, Conflict of Interest: None.



RESUME

L'objectif de cette étude était d'évaluer les caractéristiques physicochimiques et biochimiques ainsi que les effets sur le profil lipidique et l'activité lipasique sériques chez des rats *Wistar albinos* des deux huiles consommées en Algérie, l'une d'olive Rougette et l'autre de soja raffinée.

Les caractéristiques physicochimiques obtenues classent l'huile d'olive dans la catégorie «Huile d'olive vierge extra (HOVE)», les résultats des indices physicochimiques obtenus pour l'huile de soja raffinée sont conformes aux normes internationales du Codex Alimentarius.

Le dosage des AG a révélé une richesse de l'huile d'olive en AGMI 80,12% dont l'acide gras majoritaire est l'acide oléique ω -9 (79,02%) et une richesse de l'huile de soja en AGPI 60,35% représentée par l'acide linoléique ω -6 (53,67%), l'huile d'olive a présenté une teneur élevée en α tocophérols (340,32mg/kg) par rapport à l'huile de soja raffinée (130,98 mg/kg).

L'étude biologique a montré des effets bénéfiques pour l'huile d'olive prise en discontinu que celle prise en continu pendant 45 jours de traitement, en augmentant l'activité lipasique sérique et les taux des HDL-C (antiathérogènes) et en diminuant les taux des LDL-C (athérogènes).

Seule l'huile de soja prise en continu a présenté des effets bénéfiques sur l'activité lipasique sérique après 25 et 45 jours de traitement. et sur le profil lipidique en augmentant le bon cholestérol d'une manière très hautement significative et en empêchant l'augmentation du mauvais cholestérol après 25 jours de traitement.

Une activité lipasique sérique élevée a été également observée suite au traitement par les deux huiles prises en alternance alors qu'aucun effet significatif sur les HDL-C et LDL-C n'a été remarqué après les deux périodes de traitement.

Mots clés : Huile d'olive, acides gras monoinsaturés, huile de soja, acides gras polyinsaturés, profil lipidique, activité lipasique.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical and biochemical characteristics and effects on lipid profile and serum lipase activity on rats *Wistar albinos* of two oils consumed in Algeria, one of Rougette olive and the other of refined soybean.

The olive oil was ranked among "Extra-virgin olive oils (EVOO)" according to its physicochemical characteristics. Fatty acids assessment has shown a wealth of the olive oil in MUFA (80.12%), the oleic acid (C18:1, ω -9) is the predominant fatty acid (79.02%). Soybean oil, rich in PUFA (60.35%), represented by linoleic acid (C18:2, ω -6 at 53.67%). Olive oil has represented a high content in α -tocopherols (340.32mg/kg) compared to refined soybean oil (130.98mg/kg).

The biological study showed that olive oil taken discontinuously for 45 days, resulted in an increase of the lipase activity and HDL-c levels (anti-atherogenic) and a decrease in LDL-c levels (atherogenic) compared to that administrated daily. Continuous administration of soybean oil for 25 days has improved the lipid profile resulting in a very highly significant increase of good cholesterol (HDL-c) and a decrease of bad cholesterol (LDL-c). After 45 days of this treatment, this oil stimulated serum lipase activity.

High lipase activity was also observed after a treatment with both oils taken alternately, however, no significant effect on HDL-c and LDL-c was noted after the two treatment periods.

Keywords: Olive oil, soybean oil, monounsaturated fatty acid, polyunsaturated fatty acid, lipid profile, lipase activity.

ملخص

الغرض من هذه الدراسة هي الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية وتقييم آثارها على نسبة الدهون و نشاط أنزيم الليباز في المصل لدى الفئران ويستار سليمة (*Wistar albinos*) بعد تناولها لزيئين يستهلكان في الجزائر : زيت الزيتون ROUGETTE و زيت الصويا .

الخصائص الفيزيوكيميائية المتحصل عليها تصنف زيت الزيتون في فئة "زيت الزيتون البكر الممتاز (EVOO) ، نتائج المؤشرات الفيزيوكيميائية التي تم الحصول عليها لزيت فول الصويا المكرر تتوافق مع تلك التي أوصت بها المعايير الدولية للدستور الغذائي (Codex Alimentarius).

تركيز الحموض الدهنية كشف عن ثراء زيت الزيتون بالأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة AGMI 80.12 % إذ أن أغلبية الأحماض الدهنية متمثلة في حمض الأوليك (79,02%) ω -9 ، و غناء زيت الصويا بالأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة 60.35 % الذي يمثلته حمض اللينوليك ω -6 (53.67 %) ، كشف زيت الزيتون احتوائه على نسبة عالية من توكوفيرول ألفا (340,32 مغ / كغ) مقارنة مع زيت الصويا المكرر (130.98 مغ / كغ) . هذه الأخيرة غنية بـ α -توكوفيرول.

أظهرت الدراسة البيولوجية الآثار المفيدة لزيت الزيتون المتناول دفعات متقطعة مقارنة بالدفعات المستمرة خلال 45 يوما من العلاج، بزيادة نشاط أنزيم الليباز ومستويات HDL-C (المضادة لتصلب الشرايين) وتنقص مستويات LDL-C (المتسبب لتصلب الشرايين) .

إلا زيت الصويا المتناول باستمرار ، قدم آثار مفيدة على النشاط الليباز بعد 25 و 45 يوما من العلاج و على مستوى الدهون في الدم عن طريق زيادة الكوليسترول الجيد ، واستقرار الكوليسترول السيئ بعد 25 يوما من العلاج.

قد لوحظ ارتفاع النشاط الليباز أيضا بعد العلاج بكل من الزيئين التي اخذت بالتناوب في حين لم يلاحظ أي تأثير على مستوى الدهون في الدم بعد فترتي العلاج 25 يوم و 45 يوم.

كلمات البحث: زيت الزيتون ، والأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة ، زيت فول الصويا ، والأحماض الدهنية غير المشبعة ، الدهون ، والنشاط الليباز .