

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn-Badis

Mostaganem

Faculté des Sciences de la

Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس

مستغانم

كلية العلوم الطبيعية و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté par :

BOUCHEMHA Afaf

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité : Agro-alimentaire et contrôle de qualité

Thème

Impact des composés Bioactifs de *Rosmarinus officinalis* L. sur la qualité de l'huile d'olive issue de deux procédés d'extraction à froid et à chaud.

Soutenue publiquement : le 15/09/2022

Devant le jury :

Président	Pr. HOMRANI. A	Professeur	U. MOSTAGANEM
Encadreur	Dr. AIT SAADA. D	MCA	U. MOSTAGANEM
Examinatrice	Dr. AIT CHABANE. O	MCB	U. MOSTAGANEM

Etude réalisée aux deux laboratoires « Technologie Alimentaire et Nutrition-Université de Mostaganem » & « Laboratoire de Biochimie Appliquée, Faculté des sciences de la nature et de la Vie, Université de Bejaia, 06000 Bejaia, Algeria. »

Année Universitaire : 2021-2022

Résumé :

Le premier aspect traité dans ce travail consiste à déterminer l'évolution des paramètres physico-chimiques et de la qualité des huiles d'olive extraite à froid et à chaud et ayant subi un enrichissement en feuilles de *Rosmarinus officinalis L.* à 5%. Les huiles étudiées appartiennent à une variété Espagnol, cultivée dans la région de Hassi Mameche, Mostaganem-Algérie. Les résultats obtenus montrent que le procédé d'extraction et la dose de romarin incorporée sont deux facteurs qui influencent significativement ($P \leq 0,01$) la qualité des huiles d'olive. Le procédé à froid semble diminuer l'acidité avec un pourcentage de 16.86% ; alors que la dose de romarin n'a pas exercé d'influence. L'indice de peroxyde est aussi diminué de 27% lors de l'extraction à chaud, mais cette baisse n'a pas dépassé pas la limite fixée par le Conseil oléicole international. L'UV en 232 et 270 et le Tbars, sont aussi diminuées très significativement ($p < 0,01$) en utilisant le procédé à froid et en ajoutant du romarin ; 29%, 17%, 15, respectivement. Les teneurs en pigments chlorophyllien et caroténoïdien, en composés phénoliques et flavonoïdes ont diminué par le procédés à chaud, mais par la dose de romarin ajoutée ces valeurs ont été rehaussées. Le deuxième volet de cette étude concerne l'évolution de l'activité antioxydante. Le meilleur pouvoir antiradicalaire a été enregistré pour l'huile aromatisée au romarin, issue du procédés d'extraction à froid ; avec une $EC_{50} = 14.10$ mg EAG/l d'huile.

Mots clés : Huile, Olive, *Rosmarinus Officinalis L.*, Activité antioxydante, Procédé d'extraction, Qualité.

Abstract:

The first aspect treated in this work consists in determining the evolution of the physico-chemical parameters and the quality of olive oils extracted cold and hot and having undergone an enrichment in leaves of *Rosmarinus officinalis* L. at 5%. The oils studied belong to a Spanish variety, grown in the region of Hassi Mameche, Mostaganem-Algeria. The results obtained show that the extraction process and the dose of rosemary incorporated are two factors that significantly influence ($P \leq 0.01$) the quality of olive oils. The cold process seems to decrease the acidity with a percentage of 16.86%; while the dose of rosemary had no influence. The peroxide index is also reduced by 27% during hot extraction, but this reduction did not exceed the limit set by the International Olive Oil Council. The UV in 232 and 270 and the Tbars are also very significantly reduced ($p < 0.01$) using the cold process and adding rosemary; 29%, 17%, 15, respectively. The contents of chlorophyll and carotenoid pigments, phenolic compounds and flavonoids decreased by the hot process, but by the dose of rosemary added these values were enhanced. The second part of this study concerns the evolution of antioxidant activity. The best anti-radical power was recorded for the rosemary flavored oil, resulting from the cold extraction process; with an $EC_{50} = 14.10$ mg EAG/l of oil.

Keywords: Oil, Olive, *Rosmarinus Officinalis* L., Antioxidant activity, Extraction process, Quality.

ملخص :

يتمثل الجانب الأول الذي تمت معالجته في هذا العمل في تحديد تطور المعايير الفيزيائية والكيميائية ونوعية زيوت الزيتون المستخرجة على الباردة والساخنة والتي اضيف لها أوراق نبات إكليل الجبل بنسبة 5%. تنتمي الزيوت المدروسة إلى صنف إسباني يزرع في منطقة حاسي ماماش، مستغانم-الجزائر. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن عملية الاستخلاص وجرعة إكليل الجبل المتضمنة عاملان يؤثران بشكل كبير ($P < 0.01$) على جودة زيت الزيتون. يبدو أن العملية الباردة تقلل الحموضة بنسبة 16.86%؛ بينما لم يكن لجرعة إكليل الجبل أي تأثير. ينخفض مؤشر البيروكسيد أيضاً بنسبة 27% أثناء الاستخراج على الساخن، لكن هذا التخفيض لم يتجاوز الحد الذي حدده المجلس الدولي لزيت الزيتون. يتم أيضاً تقليل الأشعة فوق البنفسجية في 232 و 270 و Tbars بشكل كبير ($p < 0.01$) باستخدام العملية الباردة وإضافة إكليل الجبل؛ 29%، 17%، 15 على التوالي. انخفضت محتويات أصباغ الكلوروفيل والكاروتين والمركبات الفينولية والفلافونويد بعملية الاستخلاص على الساخن، ولكن بجرعة إكليل الجبل المضافة تم تحسين هذه القيم. يتعلق الجزء الثاني من هذه الدراسة بتطور نشاط مضادات الأكسدة. تم تسجيل أفضل قوة مضادة للجذور لزيت نكهة إكليل الجبل، الناتج عن عملية الاستخلاص على البارد؛ مع $EC50 = 14.10$ مجم / EAG لتر من الزيت.

الكلمات المفتاحية: زيت، زيتون، إكليل الجبل، نشاط مضاد للأكسدة، عملية الاستخلاص، الجودة.

Remerciements



Je remercie *Allah* le tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la patience pour accomplir ce travail.

Je tiens à remercier profondément et sincèrement tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Mes profonds remerciements s'adressent en premier lieu à mon encadreur **Dr AIT SAADA Djamel** pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son aide, ses encouragements et ses précieux conseils...



J'exprime mes respects remerciements aux membres de jury ; Présidente **Pr HOMRANI. A** et l'examinatrice **Dr AIT CHAABANE. O.**



Je remercie toute l'équipe du laboratoire de recherche- « Technologie Alimentaire et Nutrition- Université de Mostaganem »

A vous tous un grand merci.



Dédicaces

A mes chers parents, Mon père pour son soutien, A ma défunte maman, paix à son âme, et aussi, ma deuxième maman, pour leurs encouragements, soutiens, durant toute ma carrière scolaire et universitaire.

A ma famille, БОУЧЕМНА

A l'ensemble de mes amies

A tous les membres de ma promotion

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'étude.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de les citer.

A moi-même.

Warda

Afaf



Liste des figures

Figure 1. Carte oléicole d'Algérie	5
Figure 2. Coupe longitudinale et transversale de l'olive	6
Figure 3. La consommation de l'huile d'olive en Algérie(en tonnes).....	9
Figure 4. Diagramme des procédures d'extraction (Fares, 2002)	18
Figure 5. Processus d'extraction d'huile par le système de pression (Discontinu).....	19
Figure 6. Comparaison entre les deux systèmes d'extraction deux phases et trois phases.	21
Figure 7. Plante de Romarin « Rosmarinus Officinalis L. »	29
Figure 8. Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin	30
Figure 9. Localisation géographique de la région d'étude Naâma-Algerie.....	35
Figure 10. Localisation de la zone de récolte des olives	36
Figure 11. Récolte des échantillons d'olives	37
Figure 12. Procédé d'extraction à froid	38
Figure 13. Procédé d'extraction à chaud	38
Figure 14. Conservation de l'huile à 4°C dans des Flacons fumés	39
Figure 15. L'agitation et l'ampoule à décantation.....	40
Figure 16. Evaporation par le Rota-vapeur.....	41
Figure 17. Pourcentage d'acidité libre (% d'acide oléique) des échantillons d'huile d'olive.	49
Figure 18. Effet des procédés d'extraction sur les variations de l'acidité libre (% d'acide oléique) des échantillons d'huiles d'olive.	50
Figure 19. Effet des procédés d'extraction sur les variations de l'acidité libre (% d'acide oléique) des échantillons d'huiles d'olive.	50
Figure 20. Les variations des teneurs en peroxydes (meq O ₂ / l d'huile) des échantillons d'huiles d'olive.	51
Figure 21. Effet des procédés d'extraction sur les variations des teneurs en peroxydes (meq O ₂ / l d'huile) des échantillons d'huiles d'olive.	52
Figure 22. Effet des doses de feuilles de romarin ajoutées sur les variations des teneurs en peroxydes (meq O ₂ / l d'huile) des échantillons d'huiles d'olive.....	52
Figure 23. Les extinctions dans l'UV (K232) des échantillons d'huile d'olive.	53
Figure 24. Effet des doses de romarin ajoutées sur les extinctions dans l'UV (K232) des échantillons d'huile d'olive.	53
Figure 25. Les extinctions dans l'UV (K270) des échantillons d'huile d'olive.	54
Figure 26. Effet d'ajout des feuilles de romarin sur les extinctions dans l'UV (K270) des échantillons d'huile d'olive.	54
Figure 27. Effet des procédés d'extraction sur les extinctions dans l'UV (K232) des échantillons d'huile d'olive.	54

Figure 28. Effet des procédés d'extraction sur les extinctions dans l'UV (K270) des échantillons d'huile d'olive.	54
Figure 29. Taux d'oxydation des lipides. « mg MDA/l huile » des échantillons d'huile d'olive	55
Figure 30. Effet des procédés d'extraction sur l'oxydation des lipides « mg MDA/l huile » de l'huile d'olive.....	55
Figure 31 . Effet des doses de romarin ajoutées sur l'oxydation des lipides dans l'huile « mg MDA/l huile d'olive ».	
Figure 31. Effet des doses de romarin ajoutées sur l'oxydation des lipides dans l'huile « mg MDA/l huile d'olive »	56
Figure 32. Teneur en chlorophylle « mg/l huile d'olive ».	57
Figure 33. Effet des procédés d'extraction sur la concentration de chlorophylle dans l'huile « mg/l huile d'olive ».	58
Figure 34. Effet des doses de romarin ajoutées sur la concentration de chlorophylle dans l'huile « mg/l huile d'olive ».	58
Figure 35 . Variations des teneurs en caroténoïdes (mg/l huile d'olive) dans les échantillons d'huile d'olives.	58
Figure 36. Effet des procédés d'extraction sur la concentration des caroténoïdes dans l'huile « mg/l huile d'olive ».	59
Figure 37. Effet des doses de romarin ajoutées sur la concentration des caroténoïdes dans l'huile « mg/l huile d'olive ».	59
Figure 38. Teneur en polyphénols (mg EAG/l d'huile) des échantillons d'huile d'olive... ..	60
Figure 39. Effet des procédés d'extraction sur les variations des teneurs en composés phénoliques totaux dans l'huile (mg EAG/l d'huile).....	60
Figure 40. Effet d'ajout des feuilles de romarin sur les variations des composés phénoliques totaux (mg EAG/l d'huile) des échantillons d'huile d'olives.....	61
Figure 41. Teneur en Flavonoïdes « mg EQ/l huile d'olive ».	61
Figure 42. Effet des procédés d'extraction sur la concentration des Flavonoïdes totaux dans l'huile « mg EQ/l huile d'olive ».	62
Figure 43. Effet d'ajout des feuilles de romarin sur la concentration des Flavonoïdes dans l'huile (mg EQ/l d'huile).....	62
Figure 44. Pouvoir antiradicalaire (mg EAG/l) des échantillons d'huile d'olive.	64
Figure 45. Effet des procédés d'extraction sur le pouvoir antiradicalaire (mg EAG/l) des échantillons d'huile d'olive.	64
Figure 46. Effet de la dose des feuilles de romarin ajoutées sur la variation de pouvoir antiradicalaire (mg EAG/l) des échantillons d'huile d'olive	65
Figure 47. Pourcentage d'inhibition des échantillons d'huiles d'olives.	65
Figure 48. Effet des procédés d'extraction sur la variation de pourcentage d'inhibition des échantillons d'huiles d'olives.	66
Figure 49 . Effet de la dose des feuilles de romarin ajoutées sur la variation de pourcentage d'inhibition des échantillons d'huile d'olive.	66
Figure 50. Evaluation des EC50 (mg EAG/l) des échantillons d'huile d'olive.....	66
Figure 51. Effet des procédés d'extraction sur la variation de l'EC50 (mg EAG/l) des échantillons d'huiles d'olives.	67
Figure 52. Effet de la dose des feuilles de romarin ajoutées sur la variation de l'EC50 (mg EAG/l) des échantillons d'huiles d'olives.	67

Liste des tableaux

Tableau 1. Compositions chimique de l'olive	7
Tableau 2. La composition du fruit d'olives en lipides	8
Tableau 3. Les prévisions de la production mondiale d'huile d'olive	10
Tableau 4. Composition moyenne en acides gras de l'huile d'olive analysée par chromatographie en phase gazeuse	12
Tableau 5. Critères de qualité des huiles d'olive vierges	26
Tableau 6. Classification systématique du romarin.....	30
Tableau 7. Composition des éléments nutritifs de romarin séché	32
Tableau 8. Matériel du laboratoire utilisé.....	34
Tableau 9. Effet de deux procédés d'extraction et des taux d'incorporation des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. sur la qualité physicochimique de l'huile d'olive.	48
Tableau 10. Effet de deux procédés d'extraction et des taux d'incorporation des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. sur la composition chimique de l'huile d'olive.	56
Tableau 11. Effet de deux procédés d'extraction et des taux d'incorporation des feuilles de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. sur la composition chimique de l'huile d'olive.	62

Liste des abreviations

C.O.I : Conseil Oléicole International.

I.P : Indice de peroxyde.

Tbars : Thiobarbituric acid reactive substance.

MDA : Malonaldéhyde.

TBA : Acide Thiobarbiturique.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

K232 : Coefficient d'extinction à 232 nm

K270 : Coefficient d'extinction à 270 nm

Liste des abréviations

Table des matières

Remerciement.

Dédicace.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des abréviations.

Résumé.

Introductoin.....1

Partie 1 : Etude bibliographique

Chapitre 1 : L'olivier

1. Historique.....	4
2. L'oléiculture dans le monde et en Algérie.....	4
3. Variétés d'olive les plus cultivés en Algérie	5
4. Définition de l'olive.....	6
4.1.Epicarpe.....	6
4.2.Mesocarpe.....	6
4.3.Endocarpe.....	6
5. Composition chimique de l'olive.....	7

Chapitre II : L'huile d'olive

1. Consommation de l'huile d'olive en Algérie	9
2. Production mondiale en huile d'olive.....	9
3. Définition de l'huile d'olive vierges et extra vierge	10
4. Les catégories de l'huile d'olive.....	11
4.1. Huile d'olive vierge extra	11
4.2.Huile d'olive vierge	11
4.3.Huile d'olive vierge courante	11
4.4.Huile d'olive vierge lampante	11
5. Composition de l'huile d'olive	11
5.1.Fraction saponifiable	12
5.1.1. Glycérides.....	12
5.1.2. Acides gras.....	12
5.2.Fraction insaponifiable	13
5.2.1. Stérols.....	13
5.2.2. Tocophérols.....	13
5.3. Composés aromatiques	13
5.4.Composés phénoliques.....	13
5.4.1. Pigments.....	14
5.4.2. Caroténoïdes.....	14
5.5.Chlorophylles.....	14

5.6.Hydrocarbures..	14
6. Technologie d'elaboratoir de l'huile d'olive..	15
6.1.Récolte des olives.....	15
6.2.Effeuilage et lavage	15
6.3.Broyage.....	16
6.4.Malaxage.....	16
6.5.Extraction de l'huile d'olive	16
6.5.1. Système d'extraction par pression.....	18
6.5.2. Système d'extraction par centrifugation.....	19
6.5.2.1.Système à trois phase.....	19
6.5.2.2.Système à deux phases	19
6.5.3. Système d'extraction par percolation.....	20
6.5.3.1.Séparation	21
6.6.Stockage.....	21
6.7.Conditionnements de l'huile d'olive	21
7. Rendement et qualité d'huile d'olive.....	22
8. Oxydation de l'huile d'olive.....	23
9. Critères de qualité.....	23
9.1.Acidité.....	24
9.2.Indice de peroxyde.....	24
9.3.Absorbance dans l'UV à 232 nm et 270 nm.....	24
9.4.Caractérisation organoleptique	24
10. Critères de pureté.....	25
11. Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive	26
11.1. Facteurs agronomiques	26
11.1.1. Facteurs climatiques	26
11.1.2. Facteurs géographiques	26
11.1.3. Facteurs pédologiques	26
11.2. Pratiques culturales.....	26
11.3. Facteurs propres au fruit.....	26
11.3.1. Facteurs variétaux.....	26
11.3.2. Maturation des olives.....	26
12. Roles biologiques et nutritionnels de l'huile d'olive.....	27

Chapitre III : *Rosmarinus officinalis L.*

1. Définition.....	29
2. Répartition géographique	29
3. Description botanique.....	29
4. Autres appellations	30
5. Classification botanique	30
6. Propriétés du romarin	31
7. Domaine d'Utilisation de la Plante	31
7.1. Industrie agro-alimentaire.....	31

7.1.1 Alimentation.....	31
7.1.2. Alimentation diététique, Tisanes herbales.....	32
8. Saveur, arôme et valeur nutritionnelle.....	32
9. Utilisation traditionnelle et propriétés pharmaceutiques.....	32
10. Principes actifs du romarin.....	33
10.1. Huiles essentielles.....	33
10.2. Composés phénoliques.....	33
10.2.1. Flavonoïdes.....	33
10.2.2. Acides phénoliques.....	33

Partie 2 : Méthodologie

1. Objectifs.....	34
2. Présentation du laboratoire.....	34
3. Méthodes.....	34
3.1. Matériel de laboratoire utilisé.....	34
3.2. Matériel végétal.....	35
3.2.1. Présentation de la zone de récolte du <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	35
3.2.2. Localisation géographique et présentation de la variété d'olive.....	36
3.2.3. Echantillonnage.....	37
4. Procédés d'extraction d'huile d'olive.....	38
4.1. Procédé à froid.....	38
4.2. Procédé à chaud.....	39
4.3. Traitement des huiles d'olive au Romarin.....	40
4.4. Méthode d'extraction des composés Bioactifs.....	40
5. Analyses physico-chimiques.....	42
5.1. Acidité libre.....	42
5.2. Indice de peroxyde.....	43
5.3. Extinction spécifique dans les UV.....	44
5.4. Pigments (chlorophylles et caroténoïdes).....	44
5.5. Dosage des polyphénols totaux.....	45
5.6. Dosage des flavonoïdes.....	46
5.7. Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°.....	46
5.8. Détermination de l'indice TBARS.....	47
5.8.1. Principe.....	47
5.8.2. Mode opératoire.....	47
5.8.3. Expression des résultats.....	47
6. Traitement statistique.....	47

Partie 3 : Résultats & Discussion

1. Résultats.....	48
-------------------	----

1.1. Indices de qualités de l'huile d'olive	48
1.1.1. Acidité libre.....	48
1.1.2. Indice de peroxyde.....	50
1.2.3. Extinction spécifique dans les UV (K232 & K270)	52
1.2.4. Degré d'oxydation des lipides (Tbars)	54
1.3. Teneur en pigments	56
1.3.1. Chlorophylle	56
1.3.2. Caroténoïdes	57
1.3.3. Composés phénoliques totaux	59
1.3.4. Flavonoïdes.....	60
1.4. Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile d'olive.....	62
1.4.1. Pourcentage d'inhibition.....	63
1.4.2. Evaluation de l'EC50.....	64
2. Discussion.....	66
2.1. Indices de qualités de l'huile d'olive	66
2.1.1. Acidité libre.....	66
2.1.2. Indice de peroxyde.....	67
2.1.3. Extinction spécifique dans les UV (K232 & K270)	68
2.1.4. Degré d'oxydation des lipides (Tbars)	68
2.1. Composition de l'huile	69
2.1.1. Chlorophylle	69
2.1.2. Caroténoïdes	70
2.1.3. Flavonoïdes.....	70
2.1.4. Composés phénoliques totaux	71
2.2. Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile d'olive.....	71
2.2.1. Pourcentage d'inhibition.....	72
2.2.2. Evaluation de l'EC50.....	73
Conclusion et perspectives	74
Références	

Partie 1 :
bGUCIG 1 :

Etude Bibliographique
EINDG DIBRIODLGBNIDNG

Chapitre I : Olivier

ORIGINAL I : ORIGINAL

Chapitre I : L'olivier

1. Historique :

La culture de l'olivier est très ancienne. Son histoire se confond avec celle du bassin méditerranéen, elle est apparue progressivement 10 000 ans avant notre ère (**Chevalier, 1948**). L'origine de l'olivier se situe en Asie mineure depuis six mille ans avant J.C. Il est apparu en premier temps en Palestine, la Syrie et le Liban. La culture de l'olivier a poursuivi son expansion en dehors de la Méditerranée avec la découverte de l'Amérique en 1492. En 1560, l'olivier est retrouvé au Mexique, puis au Pérou, en Californie, au Chili et enfin en Argentine (**Chevalier, 1948**).

Au cours des périodes plus récentes, l'olivier est connu en Afrique du Sud, en Australie, au Japon et en Chine. L'olivier reste cependant une culture méditerranéenne par excellence. Peu à peu, au gré des mouvements et des conquêtes, l'olivier se répandit sur tout le pourtour méditerranéen : Italie, Espagne, Algérie, Tunisie, Maroc...etc. (**Breton et al., 2006**).

2. L'oléiculture dans le monde et en Algérie :

Selon **YVON (2006)**, la production mondiale oléicole est destinée aux huileries, elle est de l'ordre de 2 730 000 tonnes d'olives au cours du quinquennat 2000/2005. Sur les 900 millions d'oliviers, existants dans le monde 97 % des surfaces sont situées dans le bassin méditerranéen. A elle seule, la région méditerranéenne produit 98 % de la production mondiale en huile d'olive. Cette production est cependant presque insignifiante par rapport aux autres huiles d'origine végétale. Elle lui confère le 6ème rang par rapport aux autres huiles de graines végétales.

La culture de l'olivier revêt une importance non négligeable pour l'Algérie et surtout la Kabylie sur une surface totale d'environ 500.000 ha pour plus de 28 millions d'arbres. Selon les chiffres avancés par l'Instance internationale de contrôle de la production d'huile d'olive, l'Algérie a produit lors de la saison 2016/2017, 66.700 tonnes d'huile d'olive contre 80.000 tonnes en 2017/2018, occupant ainsi la IX ème place au niveau mondial.

Pour moderniser cette filière en difficultés, le ministère de l'agriculture a mis en œuvre des mesures incitatives à la production en faveur des professionnels de l'oléiculture.

Un programme qui entre dans le cadre de la Politique de Renouveau Agriculture et Rurale (PRAR) en Algérie (**Figure 01**).

3. Variétés d'olive les plus cultivés en Algérie :

Parmi les variétés locales, donc rustiques c'est à dire qui nécessitent pas de gros moyens pour leur maintien nous avons :

- La variété chemllal qui se rencontre dans toute la Kabylie du littoral au sud de mchedallah, et la vallée de la Soummam, elle considérée comme étant bonne productrice de l'huile de bonne qualité.

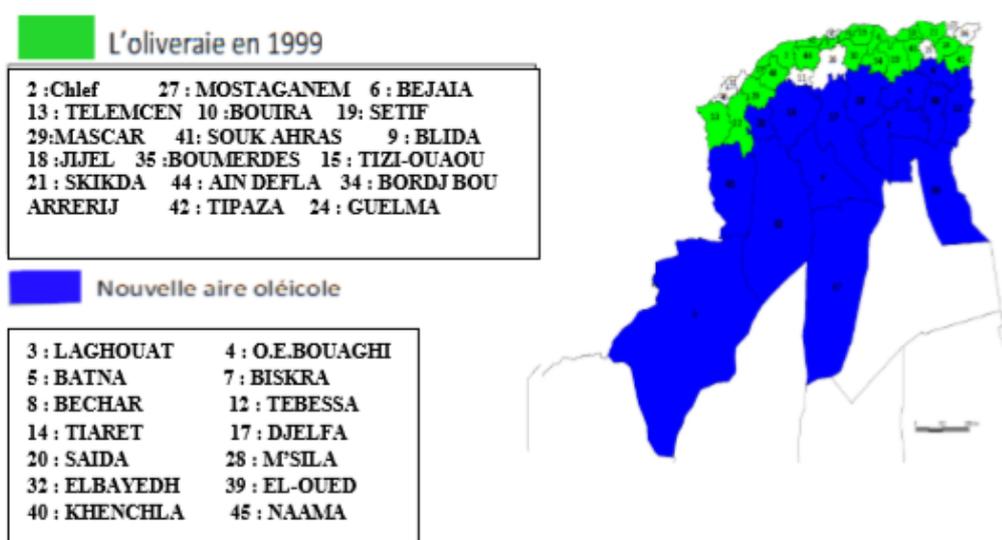


Figure 01. Carte oléicole d'Algérie (**Boukhari, 2013/2014**).

- Les variétés limli, azeradj et bouchok, se rencontrent surtout dans la vallée de la Soummam, ces quatre variétés à elles seules représentent les trois quart de la production oléicole nationale.
- La variété de la sigoise qui est une variété de consommation plus que productrice de l'huile de la région de sig, donc de l'ouest du pays, elle produit d'excellence olive de table (**Boukhari, 2013/2014**).

Les variétés introduites, pour la majorité durant l'époque coloniale sont :

- La cornicabra, la sevillane, la lucque, leccino sont pour la majorité d'origine italienne ou française et se sont bien adaptées aux conditions climatiques de notre pays. (**Boukhari, 2013/2014**).

4. Définition de l'olive

Le fruit de l'olivier, l'olive, est une drupe charnue ayant une forme plus au moins ovale, à peau lisse. Elle est constituée de l'extérieur vers l'intérieur de trois parties : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe (**Fedeli, 1997**) (**Figure2**).

4.1. Epicarpe

L'épicarpe, composé de l'épiderme et de la cuticule, représente 1 à 3 % du poids du fruit. Il est constitué en plus grande partie d'acides gras accompagnés d'alcools et de leurs esters, des composés aromatiques et des chlorophylles. Sa couleur varie du vert au début de maturation au vert à jaunâtre, rose violacé, violet et noir à pleine maturité. Ces variations de couleur sont liées à la composition en pigments dans le fruit (**Cortesi et al., 2000a ; Bianchi, 2003**).

4.2.Mésocarpe :

Le mésocarpe, dénommé également la pulpe, représente 70 à 80 % du poids du fruit. Il renferme dans une matrice essentiellement protéique une solution aqueuse, dont les solutés sont fondamentalement des sucres, accompagnés d'une série d'acides organiques, de phénols simples et complexes, libres ou liés aux sucres, des composants d'arômes liposolubles. Le mésocarpe renferme la plus grande partie d'huile (96 à 98 %) qui se trouve sous forme libre dans des vacuoles et sous forme liée à l'intérieur du cytoplasme (**Cortesi et al., 2000a ; Bianchi, 2003; El Antari et al., 2003a**).

4.3.Endocarpe :

Très caractéristique de la variété, l'endocarpe (noyau) représente 18 à 22 % du poids du fruit. Il est composé de deux sous système : le premier constitué par la partie la plus externe de la graine, le second constitué par la matrice protéique, contenant la composante lipidique et la composante hydrophile (**Cortesi et al., 2000a; Bianchi, 2003**).

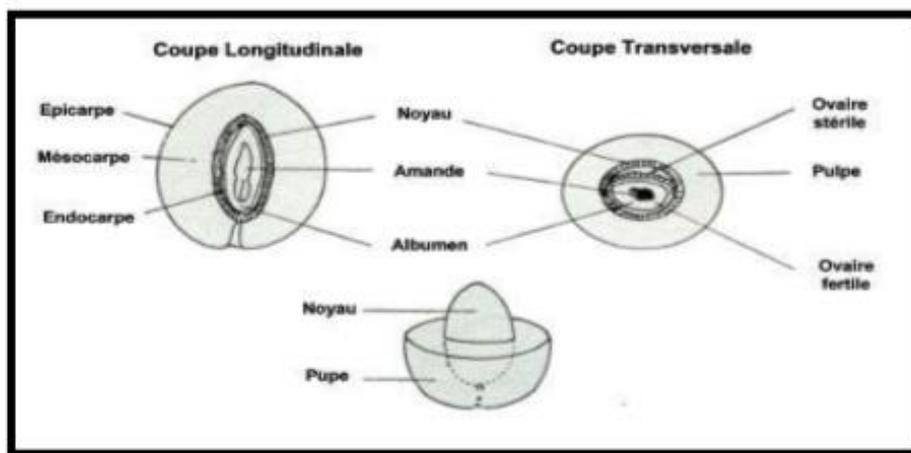


Figure 02. Coupe longitudinale et transversale de l'olive (Breton *et al.*, 2009).

5. Composition chimique de l'olive

Tableau 01. Compositions chimique de l'olive (Laurent et Barnouin, 2000).

Constituants	Teneurs (pour 100g de matière fraîche)
Eau	68g (70 à 75%)
Lipides	20g (17 à 30%)
Glucides	10g (12%)
Protéines	1g (1%)
Acides organiques	Trace
Sels minéraux « mg »	
- Sodium (Na)	128
- Fer (Fe)	2,9
- Calcium (Ca)	122
- Magnésium (Mg)	2
- Soufre (S)	27
- Manganèse (Mn)	2
- Phosphore (P)	14
- Cuivre (Cu)	0,2
- Chlore (Cl)	4
Vitamines « mg »	
- Vitamines E	238 – 352
- Vitamines B1	0,54 – 11
- Vitamines A	0,15 – 0,23

Les principaux constituants de l'olive sont l'eau, les polysaccharides et les triglycérides en plus d'autres constituants présents en petites quantités qui confèrent à l'huile d'une part, une partie de ses qualités gustatives et nutritionnelles et d'autre part sa stabilité oxydative. Cette composition est influencée par le cultivar, les conditions agronomiques et le degré de maturité du fruit (Zarrouk *et al.*, 1996; Gomez-Rico *et al.*, 2008). Les principaux constituants de l'olive sont représentés dans le (Tableau 1).

Aussi, Ce fruit renferme de nombreux constituants en particulier des lipides qui lui donnent son fort pouvoir énergétique (Loussert et Brousse ; 1978).

Tableau 02. La composition du fruit d'olives en lipides.(Loussert et Brousse, 1978).

Composés majeurs	Composés mineurs
Triacylglycérols (TAG)	Stérols
composés glycéridiques	alcools aliphatiques
Acides gras libres (AGL)	caroténoïdes
Mono acylglycérols (MAG)	chlorophylle
Di acylglycérols (DAG)	hydrates de carbone
Compositions des acides gras	Pourcentage
AGS :	
Acide linoléique	7%
Acide arachidonique	2%
Acide linoléique	0,5%
Acide palmitique	10%
AGMI :	
Acide oléique	74%
Acide palmitoléique	0,5%

La grande partie de l'huile (96 à 98%) se trouve dans le mésocarpe. Dans la cellule, l'huile d'olive existe sous deux formes :

- Forme dite libre dans les vacuoles.
- Une forme liée à l'intérieur du cytoplasme. Cette forme de l'huile est difficile à extraire est entraînée avec les pertes (Roehly, 2000).

Chapitre II : Huile d'olive

CHAPITRE II : HUILE D'OLIVE

Chapitre II : L'huile d'olive

1. Consommation de l'huile d'olive en Algérie :

La consommation de l'huile d'olive pour chaque algérien ne dépasse pas le 1.5kg par an. La quantité d'huile d'olive consommée par individu algérien demeure faible par rapport à la quantité produite localement, estimant que le prix élevé de l'huile d'olive était derrière le faible taux de consommation de cet aliment. A cela, il faut associer la faiblesse de la production locale à cause des pratiques culturelles enracinées dans des habitudes sociales ancestrales peu ouvertes à l'innovation. Malgré cela, les statistiques montrent cependant une augmentation sensible de la consommation de l'huile d'olive ces dernières années grâce à l'évolution de la production, de la qualité et la prise de conscience de la population algérienne quant à ses bienfaits. (**Figure 03**).

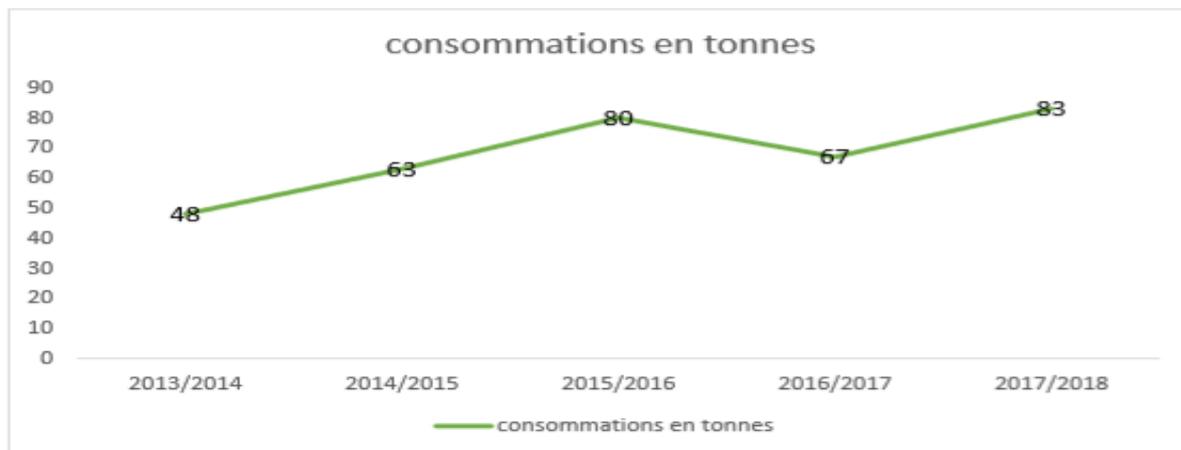


Figure 03. La consommation de l'huile d'olive en Algérie (en tonnes). (**COI 2018**).

2. Production mondiale en huile d'olive

La production de l'huile d'olive principalement réunie dans les pays du pourtour méditerranéen et au sud de l'Europe, ou une production mondiale de 75% est produite par l'Espagne, l'Italie, la Grèce, et le Portugal (**COI, 2015**). Elles produisent plus de 2, 500,000 tonnes /ans de la production mondiale de l'huile d'olive.

Le Conseil Oléicole International (**COI, 2016**) estime la production mondiale de l'huile d'olive à 2 713 500 t en 2016/2017, dont 2 519 000 t dans les pays membres du COI. Cette production a connu une réduction de 14% par rapport à 2015/2016. Les pays européens produiraient 1 923 000 t, soit 17% de moins qu'en 2015/16. L'Espagne, avec une production estimée de 1 311 300 t (- 6 %). Après la Grèce, avec 260 000 t (- 19 %) ; l'Italie avec 243 000

t (- 49 %) ; le Portugal, avec 93 600 t (- 14 %) ; la production en Tunisie 100 000 t (- 29 %) ; au Maroc 110 000 t (- 15 %) ; en Algérie 74 000 t (- 11 %) ; en Jordanie 23 000 t (- 22 %) ; au Liban 20 000 t (- 13 %) ; en Argentine et en Libye 15 500 t, soit (- 18 % et -14 % respectivement). Par contre, la production augmenterait de 24 % en Turquie (177 000 t) ; en Égypte 27 000 t (+8%) et en Albanie 11 000 t (+ 5 %).

Parmi les importants pays producteurs européens d'huile d'olive, on distingue l'Espagne dont la production est significativement très élevée, elle est de 1 283 600 t pour la campagne oléicole 2016/2017.

L'Algérie possède un climat adéquat à la culture de l'olivier. Elle se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie qui sont par ordre d'importance, les plus grands producteurs d'huile d'olive dans le monde. (**Tableau 3**).

Tableau 3. Les prévisions de la production mondiale d'huile d'olive (campagne 2017/2018) (COI, 2017).

Pays	Production (tonnes)
Espagne	1 150 000
Italie	320 000
Grèce	300 000
Portugal	110 000
Total Europe	1 896 000
Tunisie	220 000
Turquie	180 000
Maroc	120 000
Algérie	80 000
Argentine	37 500
Jordanie	25 000
Égypte	25 000
Total Monde	2 854 000

3. Définition de l'huile d'olive vierges et extra vierge :

Huile d'olive vierge et extra-vierge (en France, vierges extra): sont, d'après la définition du COI, « obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques

ou d'autres procédés physiques dans les conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration ».

4. Les catégories de l'huile d'olive :

Les catégories d'huile d'olive sont établies par le Conseil Oléicole International (COI, 2015) sont comme suite :

✓ **Huile d'olive vierge extra :**

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 g/100 g et dont les autres caractéristiques correspondent à celles indiquées pour cette catégorie (**Codex alimentarius, 2015**).

✓ **Huile d'olive vierge :**

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique avec un maximum de 2 g/100 g et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prescrites pour cette catégorie (**Codex alimentarius, 2015**).

✓ **Huile d'olive vierge courante :**

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique à un maximum de 3,3 g/100 g et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prescrites pour cette catégorie (**Codex alimentarius, 2015**).

✓ **Huile d'olive vierge lampante :**

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique à un maximum de 3,3 g/100 g et les autres caractéristiques sont conformes à celle prévues pour cette catégorie (**C.O.I., 2015**).

5. Composition de l'huile d'olive :

Les lipides de l'huile d'olive contiennent une fraction principale dite saponifiable (triglycérides, etc.) et une fraction mineure insaponifiable (stérols, caroténoïdes, etc.) (**Veillet, 2010**). Cette composition dépend largement de la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction et des conditions de stockages (**Cichelli et Pertesana, 2004**).

5.1.Fraction saponifiable :

Cette fraction représente 99 % de l'huile d'olive et elle est constituée fondamentalement d'acides gras et de glycérols (**Karleskind, 1992; Benlemlih et Ghanam, 2012**).

5.1.1. Glycérides :

Ce sont les composants majoritaires de l'huile d'olive (95,4%), les diglycerides ne représentent qu'environ 1-2,8% (**Zarrouk et al., 1996; Boskouet al., 2006**). Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont : la trioléine, la dioléopalmitine, la dioléolinoléine, la palmitooléolinoléine « POL » et la dioléostéarine « SOO » (**Giovanna et al., 1999**).

5.1.2. Acides gras :

L'huile d'olive présente un profil en acides gras (**Tableau 4**) dominé par l'acide oléique (C18: 1) présent en grande quantité (55 à 83 %) et renferme une faible teneur en acides gras polyinsaturés (**Ryan et al., 1998**). La composition de l'huile d'olive en acides gras joue un rôle important au niveau de sa qualité nutritionnelle (**Douzane et al., 2012**).

Tableau 04.Composition moyenne en acides gras de l'huile d'olive analysée par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques) (**COI, 2015**).

Acides gras	Symboles	Limite de variabilité(%)
Acide myristique	C14 :0	≤ 0,03
Acide palmitique	C16 :0	7,5 – 20,0
Acide palmitoléique	C16 :1	0,3 – 3,5
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0,3
Acide heptadécénoïque	C17 :1	≤ 0,3
Acide stéarique	C18 :0	0,5 – 5,0
Acide oléique	C18 :1	55,0 – 83,0
Acide linoléique	C18 :2	2,5 – 21,0
Acide linoléinique	C18 :3	≤ 1,0
Acide arachidique	C20 :0	≤ 0,6
Acide gadoléique	C20 :1	≤ 0,4
Acide béhénique	C22 :0	≤ 0,2
Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0,2

5.2. Fraction insaponifiable

La fraction insaponifiable contient des constituants dits « mineurs » car ils présentent de faibles proportions dans la composition chimique de l'huile d'olive, mais qui lui apportent une valeur biologique d'une grande importance. L'insaponifiable représente de 0,4 à 0,8 % de l'huile d'olive (**Henry, 2003**).

5.2.1. Stérols :

Les stérols constituent une fraction importante de l'insaponifiable ; ils en représentent entre 10 à 15 %. La quantité totale de stérols dans l'huile d'olive extra vierge varie de 113 à 265 mg/100 g (**Essiari, 2014**). Plusieurs études ont identifié trois principaux stérols dans les huiles d'olive : le β -sitostérol, le campestérol et le stigmastérol (**Stiti et al., 2002; Bentemime et al., 2008**).

5.2.2. Tocophérols :

Les tocophérols se présentent sous quatre formes ; α tocophérols (comprend 95% des tocophérols totaux), β , γ tocophérols et δ tocophérols. Ils diffèrent par le nombre et la position des groupements méthyles sur le noyau aromatique (**Azzi et Stocker, 2000**). Ils contribuent à la stabilité oxydative et aux qualités nutritionnelles de l'huile d'olive (**Haddam et al., 2014**).

5.3. Composés aromatiques :

L'huile d'olive est intéressante d'un point de vue nutritionnel, elle est surtout appréciée pour son goût et ses arômes particuliers. Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire possédant une volatilité à température ambiante (**Veillet, 2010**). Ils sont constitués d'un mélange de composés volatils tels que les hydrocarbures, les aldéhydes, les alcools, les cétones, les furanes et les esters (**Vichi et al., 2003; Luna et al., 2006**). L'odeur de l'huile est due à la capacité de certaines de ces molécules volatiles à atteindre les récepteurs olfactifs du nez (**Angerosa, 2002**).

5.4. Composés phénoliques :

L'huile d'olive est riche en composés phénoliques mineurs, en particulier l'hydroxytyrosol; molécule bioactive, puissante comme antioxydant et représentant une action anti-inflammatoire (**Jose et al., 2015; Antoni et al., 2016**). Ces substances sont responsables de la bonne stabilité à l'oxydation des huiles d'olive vierges et possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques (**Ollivier et al., 2004**).

Les composés phénoliques de l'huile d'olive sont répartis en quatre classes des phénols simples issus de la décarboxylation de l'acide shikimique. On trouve parmi les phénols simples l'acide gallique, l'acide vanillique qui sont des dérivés hydroxybenzoïques, l'acide caféique et l'acide sinapique qui sont des dérivés hydroxycinnamiques (**Ramirez-Tortosa et al., 2006**). D'un autre côté, l'huile d'olive contient des sécoïridoïdes qui sont des composés glycosylés issus du métabolisme secondaire des terpènes, ils dérivent de l'oléuropéine, du démethyloléuropéine et du ligtroside (**Soler, 2000; Servili et al., 2004**) et des molécules plus complexes comme les lignanes (4,15mg/100g dans l'huile vierge extra et 0,73mg/100g dans l'huile raffinée) (**Owen et al., 2000**). Enfin, les flavonoïdes qui constituent une énorme classe de composés phénoliques naturels peuvent se présenter sous forme de monomères, de dimères et d'oligomères supérieurs (**Macheix et al., 2005**). Les flavonoïdes sont subdivisés en flavones, flavonols, flavonone et flavanols (**Bendini et al., 2007**).

5.4.1. Pigments :

Ils sont responsables de la couleur vert et jaunâtre de l'huile d'olive (**Cichelli et al., 2004**), on distingue deux types :

5.4.1.1. Caroténoïdes :

Le β -carotène et la lutéine sont les caroténoïdes les plus importants dans l'huile d'olive à raison de 1,0 à 2,7 ppm et 0,9 à 2,3 ppm respectivement (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**). Leur teneur dans l'huile d'olive dépend de la variété, du degré de maturité, des conditions environnementales, du procédé d'extraction et des conditions de stockages (**Criado et al., 2004; Giuffrida et al., 2007**).

5.4.1.2. Chlorophylles :

Les chlorophylles a et b sont naturellement présentes dans les olives fraîches, les phéophytines a et b présentent 40 à 80% des chlorophylles totaux de l'huile et qui sont formées durant l'extraction (**Ghalmi, 2012 ; Criado et al., 2007**).

5.5. Hydrocarbures :

Le squalène est le principal hydrocarbure de l'huile d'olive, sa présence dans l'huile d'olive est d'environ 400-450mg/100g, l'huile d'olive contient aussi d'autres hydrocarbures, mais en très faibles quantités tels que le β -carotène (**Kiritsakis et Markakis, 1988**).

6. Technologie d'élaboration de l'huile d'olive :

La qualité de l'huile d'olive vierge est tributaire à de nombreux facteurs, allant du stade de la culture de l'olivier, aux étapes successives de récolte, de stockage et de transformation des olives. Le processus technologique est l'un des facteurs les plus importants qui affecte cette qualité (**Di Giovacchino, 1999; Del Caro et al., 2006**).

L'élaboration de l'huile d'olive vierge comprend une série de processus mécaniques et/ou physiques ayant pour objectif fondamental de séparer le jus huileux de l'ensemble des produits présents dans la masse d'olive triturée (**Alba Mendoza, 1999**).

6.1. Récolte des olives :

Pour produire une huile de qualité, il est important que les olives soient de bonne qualité (fruits non abîmés, au stade optimal de maturité) et dans un bon état sanitaire au moment de la récolte (**El Antari et al., 2000**).

La modalité de récolte des fruits, est un facteur parmi d'autres ayant une incidence sur la qualité de l'huile d'olive vierge, il est donc nécessaire de récolter les olives sur l'arbre, à la main ou à l'aide de moyens mécaniques et d'éviter de ramasser les olives tombées par terre et les pratiques qui nuisent aux fruits et aux arbres comme le gaulage qui provoque la blessure des fruits (**Çavusoglu et Oktar, 1994; El Antari et al., 2000**).

6.2. Effeuilage et lavage :

L'opération d'effeuillage est effectuée à l'aide d'un appareil automatique muni d'un système d'aspiration, à défaut de disposer d'un système mécanique, cette opération peut être réalisée manuellement. Cette étape est nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile se traduisant par un excès d'amertume et l'obtention d'une huile ayant une saveur caractéristique dénommée « feuilles vertes » ou « fruité vert herbacé » qui ne plaît pas toujours aux consommateurs (**Di Giovacchino, 1991; Chimi, 2001**).

Après l'effeuillage, il convient de procéder au lavage des olives, pour les débarrasser de toutes les impuretés (terre, poussière, résidus des produits phytosanitaires) qui risquent d'altérer la qualité de l'huile d'olive vierge car certaines traces métalliques dans les terres sont des catalyseurs de l'oxydation de l'huile réduisant ainsi sa conservation (**Uzzan, 1994; Chimi, 2001**).

6.3.Broyage :

La majorité de l'huile présente dans les olives est contenue dans les cellules du mésocarpe de la drupe renfermée pour la plupart dans les vacuoles et dispersée dans le tissu colloïdale du cytoplasme, il est donc nécessaire de libérer ces gouttelettes d'huile en soumettant les olives propres à un broyage poussé qui vise à faire éclater la drupe gorgée d'huile, à permettre le concassage du noyau et l'écrasement de l'amande, ceci au moyen de broyeurs à meules en (granite ou pierre) ou de broyeurs métalliques (à marteaux fixes ou mobiles, à dents ou à disques, à rouleaux...) (**Di Giovacchino, 1991; Artajo, 2006**).

Le broyage des olives ne doit être trop grossier, ni trop fin. Il doit être adapté à leur degré de maturité. 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, les polyphénols inhibiteurs naturels de l'oxydation ainsi que l'huile produite s'oxydent en présence de l'air et cette dernière perd sa qualité (**Ouaouich et Chimi, 2007**).

6.4.Malaxage :

Aussitôt après le broyage des olives, il est procédé à l'opération de malaxage, qui consiste en un brassage lent et continu de la pâte d'olive pour favoriser la réunion des gouttelettes d'huile avec la formation de gouttes plus grosses et parfaire le broyage (**DiGiovacchino, 1991; Angerosa et al., 2001**). Selon **Di-Giovacchino (1999)**, pour obtenir une huile de bonne qualité, l'opération de malaxage doit avoir une durée maximale de 30 min dans le cas du système de la pression et de 60 min au maximum pour le système de la centrifugation à 2 ou à 3 phases.

Le malaxage est une étape très contrôlée car les mouliniers ont la possibilité de chauffer la pâte d'olive afin de faciliter la coalescence et donc d'augmenter les rendements, mais la pâte d'olive ne doit en aucun cas dépasser les 27°C pour que l'huile d'olive puisse porter la mention « extraction à froid ». Les bacs de malaxage sont le plus souvent fermés, de façon à retenir les arômes de la pâte et à limiter son oxydation (**Veillet, 2010**).

6.5.Extraction de l'huile d'olive :

La méthode d'extraction idéale est celle qui donne le rendement en huile le plus élevé, sans altérer ni la qualité ni la composition naturelle de l'huile. Elle consiste à utiliser seulement des méthodes mécaniques en évitant l'utilisation des produits chimiques et les réactions enzymatiques qui pourraient changer sa composition naturelle. Les méthodes

d'extraction se rattachent à trois types fondamentaux (pression, centrifugation et percolation). (Figure 04).

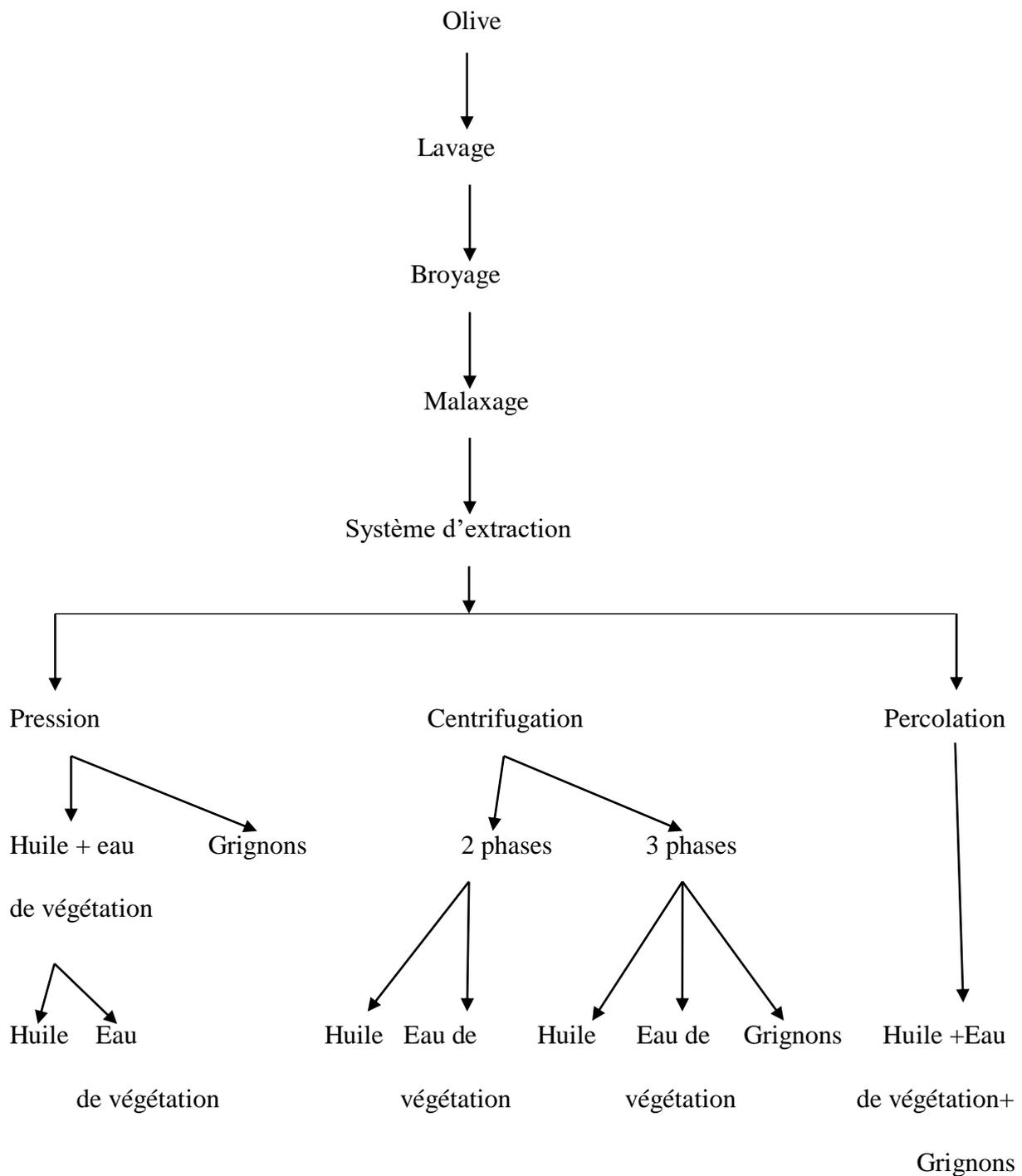


Figure 04. Diagramme des procédures d'extraction (Fares, 2002).

6.5.1. Système d'extraction par pression :

Ce système, dont le processus d'extraction est illustré dans la figure 05, utilise des presses métalliques à vis ou, le cas échéant, des presses hydrauliques. La pâte issue du broyage est empilée sur les scourtins, à raison de 5 à 10 kg/scourtin.

L'application de la pression sur la charge des scourtins doit être réalisée de manière progressive. La durée totale de l'opération de pressage, réalisée en une seule fois, varie entre 45 à 60 mn.

Le système de presse peut donner une huile riche en polyphénols permettant de la conserver convenablement, propre à la consommation selon les caractéristiques physicochimiques mises en œuvre par la réglementation en vigueur, mais peut être déclassée par les propriétés organoleptiques, surtout le défaut du critère de goût lié au goût "scourtin" et le goût "marginés".

L'avantage de ce système est la production d'une huile pressée à froid et de bonne qualité lorsque les bonnes pratiques d'extraction d'huile et d'hygiène sont respectées (Chimi, 2006) (Figure 5).

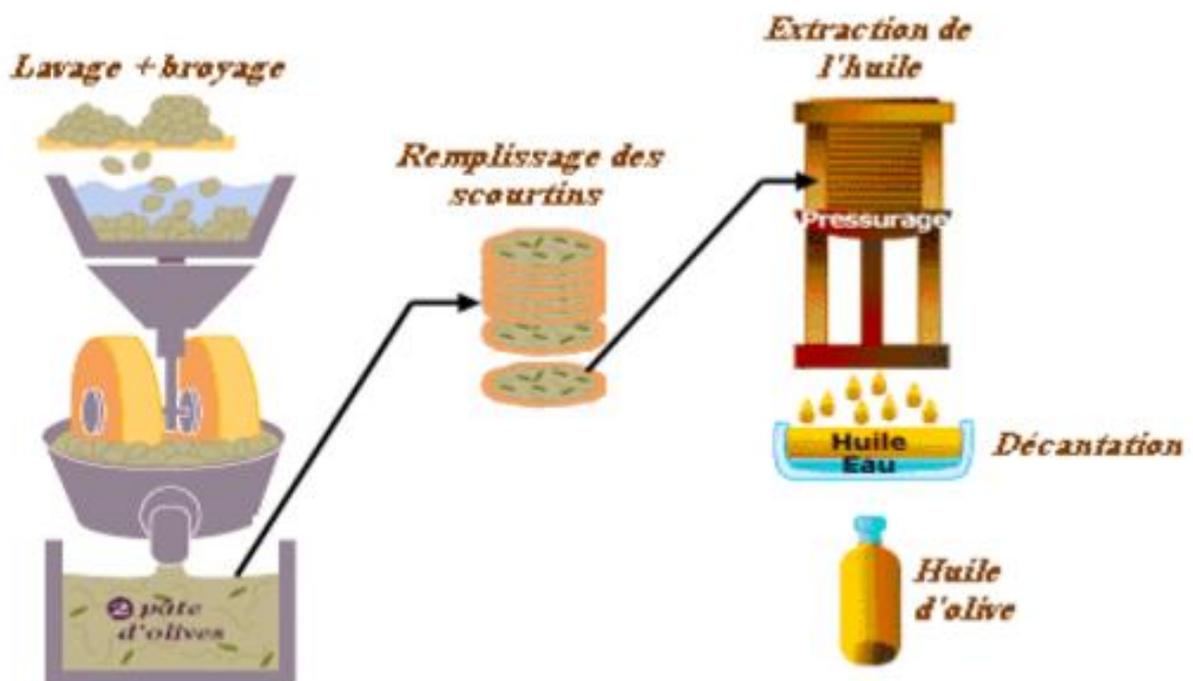


Figure 5. Processus d'extraction d'huile par le système de pression (Discontinué)

6.5.2. Système d'extraction par centrifugation :

L'extraction par centrifugation présente les avantages suivants : un faible degré d'encombrement, une grande puissance de travail et un faible besoin en main d'œuvre. Deux systèmes d'extraction par centrifugation (**figure 6**) sont actuellement utilisés :

➤ **Système à trois phases :**

La pâte obtenue après broyage des olives passe dans une centrifugeuse horizontale où s'effectue la séparation entre l'huile, la phase aqueuse et les grignons. Par la suite la phase huileuse et la phase aqueuse subissent chacune une centrifugation verticale pour une bonne séparation entre huile et margine. Ce système nécessite l'addition d'une grande quantité d'eau à la pâte d'olive (**El Murr, 2005**).

L'introduction de ces installations "continues" a permis de réduire les coûts de transformation et la durée de stockage des olives, avec comme conséquence, une production oléicole de moindre acidité. Cependant, étant donné les apports élevés en eau chaude (40 à 60% du poids de la pâte), l'huile extraite se trouve appauvrie en composés aromatiques et en composés phénoliques avec comme conséquence une résistance plus faible à l'oxydation.

➤ **Système à deux phases :**

Ce système est caractérisé par l'utilisation d'une centrifugation à 2 phases (huile et grignons) qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau pour la séparation des phases huileuses et solides contenant les grignons et les margines.

Les caractéristiques qualitatives et organoleptiques des huiles obtenues avec le décanteur à 2 phases sont conformes avec la réglementation en vigueur. En plus, ces huiles sont plus riches en polyphénols totaux et en diphénols que celles obtenues avec le décanteur conventionnel à 3 phases ou le système presse. Il en résulte une plus grande stabilité oxydative des huiles extraites en comparaison avec le décanteur conventionnel à 3 phases ou le système de presse (**Chimi, 2006**).

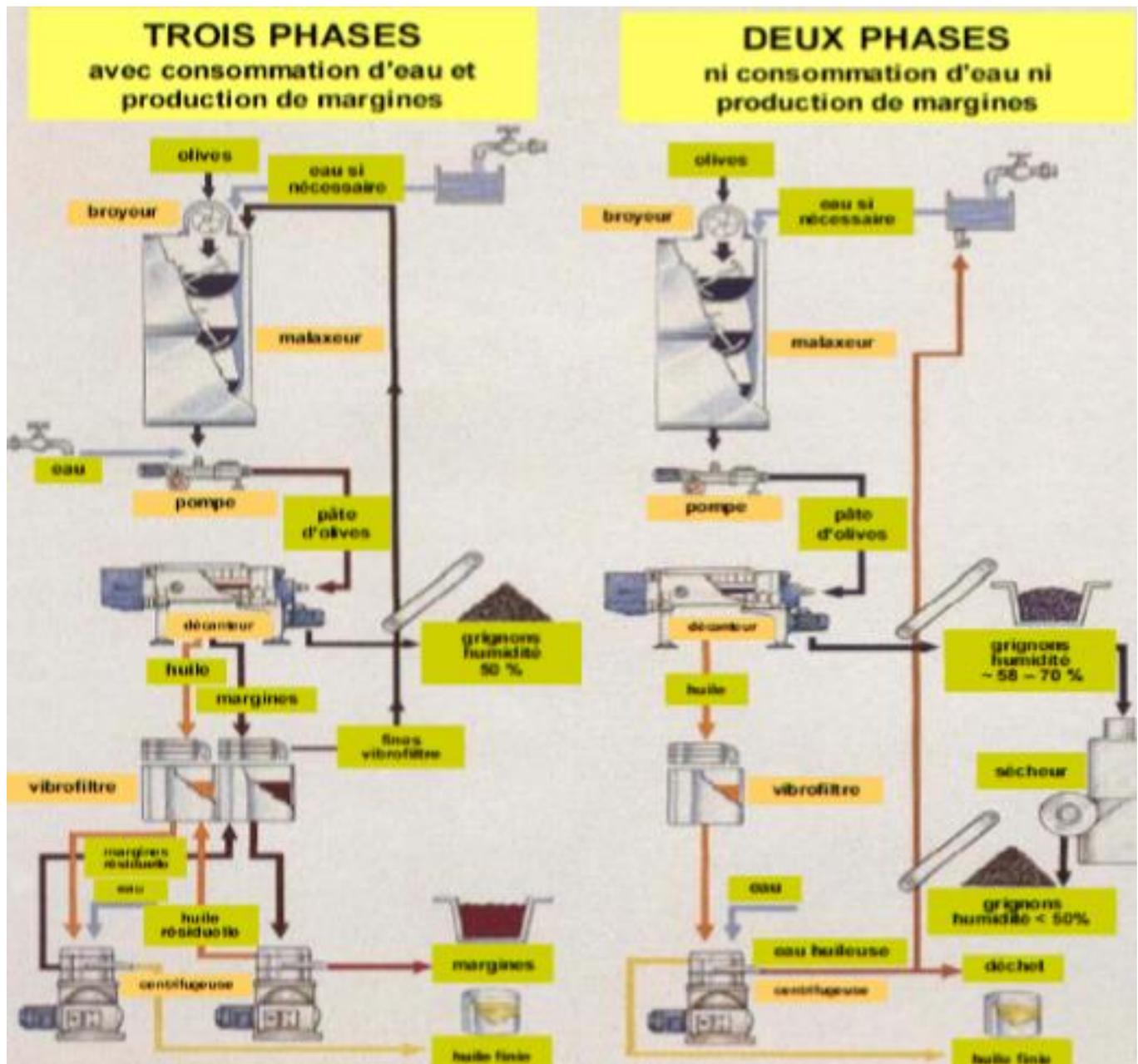


Figure 6. Comparaison entre les deux systèmes d'extraction deux phases et trois phases.

6.5.3. Système d'extraction par percolation :

La séparation des phases liquides de la phase solide est basée sur la différence entre les tensions interfaciales que présente l'huile et les margines par rapport à une lame d'acier qui, de façon continue, plonge dans le mélange pour en sortir aussitôt (Di Giovachino, 1991).

Ce système permet de tirer en moyenne près de 70 % d'huile contenue dans la pâte d'olive (Solinas, 1992).

6.5.3.1. Séparation :

Les moûts huileux obtenus des différents procédés d'extraction doivent subir un traitement final afin de séparer l'huile complètement des margines. Deux procédés sont habituellement utilisés.

- **Décantation** : Elle se fait dans des bassins et repose sur la différence de densité existante entre l'huile et l'eau de végétation (**Chabour, 1986**).
- **Centrifugation** : Elle est réalisée dans les séparateurs centrifuges verticaux à décharge automatique, en donnant d'une part l'huile et d'autre part une phase aqueuse appelée eau de végétation ou margine.

Afin d'obtenir de l'huile d'olive vierge de qualité, il convient d'effectuer la séparation par centrifugation. En effet, la décantation naturelle est une opération lente, le contact prolongé de l'huile avec les margines présente un risque de contamination du produit (**COI, 2000**).

Quel que soit le système d'extraction, les résidus générés sont évacués dans la nature sans aucune valorisation (eau de végétation et du grignon). (**Ghezlaoui, 2011**)

6.6. Stockage :

Le stockage huile d'olive se fait dans : Des citernes, containers, cuves, permettant la distribution en vrac :

- Des citernes, containers, cuves, permettant la distribution en vrac
- Des fûts métalliques, dont les parois intérieures devraient être recouvertes d'un vernis adéquat.

6.7. Conditionnements de l'huile d'olive :

Conformément aux normes du COI les huiles d'olives destinées au commerce doivent être conditionnées dans des récipients qui garantissent les normes d'hygiène alimentaire. Ces récipients doivent être :

- ✓ Citernes, conteneurs ou cuves permettant le transport en vrac de l'huile d'olive.
- ✓ Fûts métalliques en bonnes conditions, fermés hermétiquement et dont les parois intérieures sont recouvertes d'un vernis adéquat.

- ✓ Boîtes lithographiées, neuves, hermétiquement fermées et dont les parois intérieures sont recouvertes d'un vernis adéquat ;
- ✓ Bidons et bouteilles en verre fabriqués à base de matériaux macromoléculaire appropriés.

Pour que l'huile ne se détériore pas, il faudra prendre en compte :

- Emballer les récipients pour les protéger de la lumière et de la température extérieure (la chaleur).
- L'oxygène présent dans l'espace de tête du récipient et celui dissous dans l'huile.
- Le temps entre le conditionnement et la consommation, qui doit être le plus court possible.

Les contenances sont variables de 25 centilitres à 1 litre pour les bouteilles en verre et de 1 à 5 litres pour les boîtes et les fûts métalliques (COI, 2013).

7. Rendement et qualité d'huile d'olive :

L'amélioration de la qualité et de la compétitivité de l'huile d'olive passent par une modernisation de l'activité. Elle concerne les méthodes d'amélioration de la qualité dans toutes les étapes de la chaîne de production, de transformation, de conditionnement et de commercialisation en commençant sur le terrain où les meilleures pratiques agronomiques doivent être appliquées, puis à l'huilerie ou doivent être adoptées des méthodes modernes d'extraction.

L'olivier est un arbre résistant qui demande néanmoins beaucoup de soins et de patience pour donner des olives en quantité suffisante. Livré à lui-même, l'olivier ne donne des fruits qu'une année sur deux. A partir de 8 ans et jusqu'à sa centième année en moyenne, l'olivier produit en quantité. Dans l'hémisphère nord, les plantations comptent de 100 à 250 arbres par hectare. Un arbre produit de 15 à 50 kilos d'olives par an. C'est lorsqu'il est élevé dans des conditions extrêmes que l'olivier donne la meilleure huile. De la qualité, mais peu de quantité. (Lazzeri, 2009).

Ainsi, les oliviers plantés à l'intérieur des terres, sur des pentes arides comme celles que l'on trouve dans certaines régions d'Italie, donnent jusqu'à 20 fois moins d'olives que ceux qui poussent sur la côte. Le rendement définit la quantité d'huile produite à partir d'un poids donné d'olives. Pour obtenir 1 litre d'huile, il faut en moyenne 5 kilos d'olives (soit une rente de 20%). Si les olives sont cueillies à l'avance, ce qui se fait habituellement pour produire les

huiles fruitées, des huiles aux fragrances plus nettes et avec plus de vitamines et d'antioxydants, alors la rente des olives est moindre (il faut plus de 5 kg d'olives pour 1 litre d'huile fruitée vert). (Lazzeri, 2009).

8. Oxydation de l'huile d'olive

L'oxydation est un mécanisme qui se produit par plusieurs réactions, ce qui provoque la formation des radicaux libres, ces derniers sont des espèces chimiques (atomes ou molécules) qui possèdent un électron non apparié sur la couche électronique externe. L'oxydation constitue un facteur majeur pour la détérioration de la qualité de l'huile d'olive. Plusieurs facteurs influencent l'oxydation des huiles tels que : la température, la lumière, etc. (C.O.I., 2011; Pristouri et al., 2010; Ash et al., 2014). Ces facteurs affectent la qualité d'huile d'olive par la perte de la valeur nutritionnelle, développement de l'odeur désagréable et le goût de rance (Hrncirik et al., 2005; Miao et al., 2018).

L'huile d'olive vierge subit une oxydation pendant son stockage, cette oxydation est le résultat de la photo-oxydation et de l'auto-oxydation. Cette dernière dépend du degré d'insaturation de l'huile et la photo-oxydation qui est influencée par la quantité totale de pigments chlorophylliens et d'antioxydants naturels (bêta- carotène, tocophérols, phénols) contenus dans l'huile d'olive vierge (Ben Tekaya et al., 2005; Papadimitriou et al., 2006; Pristouri et al., 2010). La stabilité de l'huile est influencée par les antioxydants, qui sont définis comme étant « toute substance qui, lorsqu'elle est présente à des faibles concentrations par rapport à ceux d'un substrat oxydable, retarde considérablement ou empêche l'oxydation de ce substrat » (Papadimitriou et al., 2006; Benlemlih et al., 2016).

9. Critères de qualité :

La « qualité » est la somme d'un certain nombre de caractéristiques ou d'attributs individuels qui sont importants pour mesurer le degré d'acceptation d'un produit par le consommateur (Christopoulou et al., 1995). Conformément au règlement N°2568/91 de la communauté européenne modifiée en 2002 et la norme commerciale du conseil oléicole international (COI, 2018), les attributs qui déterminent la qualité de l'huile d'olive sont l'acidité, les valeurs d'extinctions spécifiques dans l'UV à 232 nm et 270 nm, l'indice de peroxyde et la notation organoleptique (Kalua et al., 2006).

9.1. Acidité :

L'acidité est un critère important aux fins de la destination de l'huile d'olive à la consommation alimentaire et constitue une caractéristique fondamentale de la qualité (Michelakis, 1992 ; Salvador et al., 2000; Kalua et al., 2006). L'acidité de l'huile est la conséquence de l'hydrolyse de cette dernière sous l'influence d'une enzyme hydrolytique « lipase » ou de différents microorganismes qui se développent dans le fruit à des conditions favorables de températures et d'humidité (Psyllakis et al., 1980).

9.2. Indice de peroxyde :

L'oxydation est l'ensemble des modifications que l'huile subit pendant son exposition à l'oxygène, ce phénomène est responsable de la dégradation de l'huile (Psyllakis et al., 1980) L'indice de peroxyde est le test le plus courant d'évaluation du niveau d'oxydation des huiles, il représente donc la mesure du vieillissement de l'huile d'olive (Benhayoum et Lazzeri, 2007)

9.3. Absorbance dans l'UV à 232 nm et 270 nm :

La mesure de l'absorbance dans l'UV est une méthode de mesure de l'oxydation, les valeurs d'extinction retenues sont celles de 232 nm et 270 nm (Roehly, 2007).

Au début de l'oxydation, divers composés commencent à se former, les premiers qui se forment sont les peroxydes ou produits d'oxydation primaire dont l'évaluation s'effectue au moyen de l'indice de peroxyde, ils peuvent également être quantifiés par leur absorption de la lumière dans la zone UV du spectre aux environs de 232nm (Gutierrez et Izquierdo, 1994), pour ce qui concerne l'absorbance UV à 270nm, elle est la résultante de la présence de composés secondaires s'oxydation (aldéhydes, cétones, ...) qui peuvent se former au cours du processus d'auto-oxydation de l'huile (Mordret, 1999).

9.4. Caractérisation organoleptique :

L'analyse organoleptique est basée sur l'évaluation de la médiane du fruité et des défauts, afin de classer l'huile d'olive vierge dans les catégories : vierge extra, vierge, vierge courante et vierge lampante

Les limites établies pour chaque critère de qualité et chaque dénomination sont résumées dans le (Tableau 05).

10. Critères de pureté :

Les caractéristiques d'identifications constituant les critères de pureté applicables aux huiles d'olive vierges sont :

- Composition en acides gras par CPG.
- Composition en stérols et dialcools triterpéniques.
- Teneur en cires.
- Teneur en 2-glycérol monopalmitate.
- Teneur en insaponifiable.

Les limites établies pour chaque critère sont résumés dans le tableau 04.

Tableau 05. Critères de qualité des huiles d'olive vierges (COI, 2018)

CATEGORIE CRITERES	Huile d'olive vierge extra	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge courante	Huile d'olive vierge lampante
Caractéristiques organoleptiques :				
-Médiane de défaut	Me = 0	$0 < Me \leq 3,5$	$3,5 < Me \leq 6$	Me > 6
-Médiane de fruité	Me > 0	Me > 0		
Acidité libre (%)	$\leq 0,8$	$\leq 2,0$	$\leq 3,3$	> 3,3
Indice de peroxyde (meq O₂/ kg)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	Non limité
Absorbance dans l'UV				
- à 270nm	$\leq 0,25$	$\leq 0,25$	$\leq 0,30$	Non limité
- à 232 nm	$\leq 2,5^*$	$\leq 2,6^{**}$	-	-
- ΔK	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	$\leq 0,01$	-
Teneur en eau et en matières volatiles (%)	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$
Teneur en impuretés insolubles dans l'éther de pétrole (%)	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,2$

* : Cette détermination est uniquement d'application par les partenaires commerciaux et à caractère facultatif

11. Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive :**11.1. Facteurs agronomiques :** sont comme suit : (Demnati, 2008).**11.1.1. Facteurs climatiques :**

Le climat a une influence importante sur la maturité des olives et donc sur la composition chimique de l'huile d'olive qui en est extraite. En outre, la lumière et la température affectent la concentration en acides gras de l'huile d'olive.

11.1.2. Facteurs géographiques :

Les olives cultivées dans différentes zones géographiques présentent des caractéristiques différentes. Ainsi, la qualité de l'huile d'olive est affectée par l'altitude, notamment sa composition en acides gras (acide oléique). De même, elle présente un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde et la teneur en polyphénols.

11.1.3. Facteurs pédologiques :

L'influence du sol sur la qualité de l'huile d'olive est un phénomène complexe : la nature du sol, le PH et la composition chimique peuvent influencer sur la qualité de l'huile. Ainsi, des terres grasses produisent des huiles moins aromatiques que les terres maigres.

11.2. Pratiques culturales :

Le système d'irrigation, le traitement phytosanitaire, etc. sont autant de facteurs pouvant influencer sur la qualité organoleptique de l'huile d'olive.

11.3. Facteurs propres au fruit**11.3.1. Facteurs variétaux**

Le type de cultivar a bien sûr une influence importante sur les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'olive vierge. Chaque variété donnera une huile d'olive avec un profil sensoriel qui lui est propre.

11.3.2. Maturation des olives :

Le degré de maturité des olives au moment de la récolte est un facteur important qui influe sur la qualité de l'huile d'olive obtenue. Il est souhaitable que la récolte des olives puisse être effectuée à une époque telle à permettre à la fois de tirer le rendement maximal à l'extraction et à assurer les meilleures caractéristiques qualitatives de l'huile produite. (Demnati, 2008).

12. Rôles biologiques et nutritionnels de l'huile d'olive :

Le régime alimentaire méditerranéen, dominé par la consommation quotidienne d'huile d'olive, a été identifié comme un modèle nutritionnel protecteur vis-à-vis des risques d'accidents cardiovasculaires et de certains cancers. Ces propriétés sont dues à son profil lipidique et à la présence de nombreux antioxydants (caroténoïdes, tocophérols et composés phénoliques) jouant le rôle de capteurs des radicaux libres (**Ghedira, 2008**).

L'huile d'olive, qui est constituée de l'acide oléique, acide gras mono-insaturé, possède un effet vaso-protecteur. En effet, l'acide oléique réduit le taux du cholestérol LDL et fait augmenter celui du cholestérol HDL attribuant ainsi à l'huile d'olive vierge un effet protecteur contre l'athérosclérose (**Keys et al, 1986 ; Jacotot , 1999 et Kratz et al 2002**)

Les propriétés digestives de l'huile d'olive ont conduit à son utilisation dans le traitement des troubles gastriques, biliaires, et de la constipation. En fait, les principaux effets digestifs de l'huile d'olive portent sur le fonctionnement biliaire et la motricité gastrique qui stimulée par les acides gras mono-insaturés comparativement à des acides gras saturés. (**Jacotot, 1997 ; Charbonier , 1985**)

De par sa teneur élevée en acide oléique, l'huile d'olive semble être selon (**Charbonier et Richard, 1996**), la mieux tolérée par l'estomac, c'est donc la matière grasse qui entraîne le moins de phénomènes de reflux gastro-oesophagien et de stase gastrique. Ces auteurs ont montré que l'absorption de l'huile d'olive abaisse considérablement l'acidité gastrique, c'est également un laxatif doux, et présente donc des effets bénéfiques sur les gastrites hyper chlorhydrique et les ulcères gastroduodénaux.

Néanmoins, tous les effets bénéfiques de la consommation d'huile d'olive ne sont pas dus à l'acide oléique, d'autres composants secondaires de l'huile d'olive ont des effets bénéfiques sur la santé :

- Les caroténoïdes et les vitamines C et E réduisent le risque de dégénérescence maculaire liée à l'âge. Ces caroténoïdes ont également été proposés pour favoriser la densité optique du pigment maculaire et de protéger contre les cataractes liées à l'âge, le déclin cognitif, la fibrillation auriculaire, les fractures ostéoporotiques et le vieillissement vasculaire (**Lopezetal.,2014**).

- Les phytostérols ont une activité antioxydante, antibactérienne, anti-inflammatoire et peuvent par ailleurs protéger contre certains cancers, talque le cancer de sein, de colon et de prostate
- Les polyphénols possèdent une forte capacité antioxydante qui pourrait prévenir ou ralentir l'apparition de certaines maladies dégénératives ainsi que les maladies cardiovasculaires (**Gigno et Le Jeune, 2010**). Ils sont aussi impliqués dans la prévention des diverses pathologies dégénératives associées au stress oxydant (**Manach et al., 2006**).
Le stress oxydatif est impliqué dans de nombreuses pathologies athérosclérose, diabète, maladies neurodégénératives, cancer...) et dans le processus du vieillissement (**Gardès-Albert et al., 2003**).
- Les hydrates de carbones, comme le squalène, jouent un rôle protecteur dans le développement de certains types de cancers (action chimiopréventive) (**Smith et al., 1998 ; Carralafuente, 2003**)

Selon (**Berra et De Gasperi, 1980**), l'huile d'olive joue aussi un grand rôle dans la prévention et le ralentissement de l'apparition du diabète sucré. En outre, l'huile d'olive permet un meilleur contrôle du glucose dans le sang et diminue la pression artérielle elle améliore de manière significative l'utilisation du glucose par les cellules et réduit les niveaux de triglycérides dans le sang.

L'huile d'olive est aussi très conseillée pour la friture à cause de sa composition en acides gras mono insaturés qui la rende plus résistante à la chaleur. C'est l'huile la plus légère et la plus savoureuse pour la friture des aliments (**Terdazi et al., 2010**).

L'huile d'olive joue un rôle important dans l'augmentation de l'espérance de vie à cause de sa richesse en vitamine E qui joue un rôle biologique positif pour déplacer les radicaux libres, molécules impliquées dans certaines maladies chroniques et dans le processus de vieillissement La consommation d'huile d'olive protège les individus contre la détérioration des fonctions cognitives provoquée par le vieillissement et contre la perte de mémoire liée à l'âge (**Rosa et al., 2004**)

Chapitre III :
CNCBILC III :

Rosmarinus Officinalis L.
K02NGLINN2 OFFICINARIS L'

Chapitre III : *Rosmarinus Officinalis L.*

1. Définition

Le nom de « romarin » viendrait du latin :

- «*ros marinus* » qui signifie rosée de mer ; «*rhus marinus* » qui signifie sumac de mer ; Et de Grec «*rhops myrinos* » qui signifie buisson aromatique (**Alain, 1992**).



Figure 7. Plante de Romarin « *Rosmarinus Officinalis L.* »

2. Répartition géographique :

Plante indigène poussant spontanément dans toute l'Algérie (**Quezel et Santa, 1963**), le *Rosmarinus officinalis* est originaire du bassin méditerranéen (**Iserin, 2001**). Commun dans les maquis, les garrigues et les forêts claires, il est sub-spontané en plusieurs endroits privilégiant un sol calcaire, de faible altitude, ensoleillé et modérément sec (**Schauenberg et Paris, 1977**).

3. Description botanique

Le romarin est un arbuste très répandu dans le bassin méditerranéen (**Hensel, 2010**). Il peut atteindre 50-150 cm de hauteur avec des rameaux très ramifiés (**Hofmann, 2014**), Ses feuilles sont persistantes, étroites et coriaces, avec des fleurs bleutées, elles sont caractérisées par une odeur d'encens (**Couplan et al., 2013**).

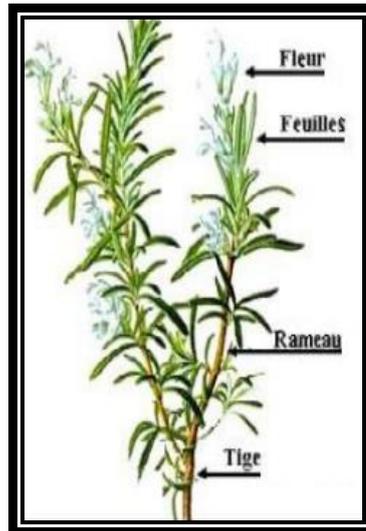


Figure 8.Tige principale et rameau Feuillé à fleurs du romarin (Couplan *et al.*, 2013).

4. Autres appellations

De part le monde le romarin est connu sous de nombreuses appellations. En Algérie, Maroc et Tunisie : azir, barkella, haselban, Aklil, iklilljabal, klile(Bellakhdar, 2006). En France : Herbe-aux-courounnes, rosée de mer, rose marine, romarin des troubadours, bouquet de la vierge (Botanica, 2011; Monod, 1978). En Allemagne: Folia Anthos, Folia Rorismarini, Encensier, Rosemary (Angl.), Rosmarin blatter, Krankkraut blatter, Kranzenkraut blatter, Rosmarein (Botanica, 2011; Monod, 1978).

5. Classification botanique

La classification de la plante est résumée dans le (Tableau 6)

Tableau 6.Classification systématique du romarin (Quezel et Santa, 1963)

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Décotylédone
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae,labiées
Genre	Rosmarinus
Espèce	Rosmarinus officinalis

6. Propriétés du romarin

Le romarin est souvent cultivé pour son huile aromatique et il est considéré utile pour contrôler l'érosion du sol. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour traiter les dysménorrhées et comme antispasmodique (Touafek et *al.*, 2004). En plus, il est utilisé comme aromate, condiment et additif (**Zermane et *al.*, 2016; Bendif, 2017**).

Le romarin est une herbe médicinale bien connue et considérablement évaluée, largement répandue dans les produits pharmaceutiques et la médecine traditionnelle. Elle est très appréciée pour ses propriétés aromatiques, antioxydantes grâce à la présence des composés phénoliques tels que; le carnosol du diterpène phénolique et l'acide du carnosique (**Erkan et *al.*, 2008; Kholoud et *al.*, 2013**) et autres diterpènes phénoliques (rosmanol, epirosmanol, etc.) (**Edburga, 2000; Farzad, 2015**). Les propriétés anti-inflammatoires sont dues à la présence d'acide rosmarinique et de flavonoïdes, il présente aussi des propriétés antimicrobiennes et anti-tumorales (**Paul, 2001**).

7. Domaine d'Utilisation de la Plante

7.1. Industrie agro-alimentaire

La présence des acides poly phénoliques (rosmarinique, caféique) (**Albert.Y., 1996**) donne aux extraits végétaux de Romarin un pouvoir antioxydant important, ceci rend le romarin un conservateur des aliments et des huiles lipidiques. (**Piozzi, J., 1996**).

7.1.1. Alimentation

Les pays occidentaux, utilisent l'épice du romarin dans les boissons alcoolisées. Les aliments cuits, viande et produits de viande, condiment et assaisonnement on utilise l'huile du romarin comme vinaigre.

La quantité utilisée dans les aliments industriels (casse-croûte, sauces et autres) est maximale, et d'environ 0.41% (4.098 ppm) dans les aliments cuits. N'oublions pas les quantités utilisées dans les desserts glacés, confiseries, aliments cuits, gélatines et pouding, viande et produits de viande qui est presque à 0.003 % (26.2 ppm).

7.1.2. Alimentation diététique, Tisanes herbales

Ces espèces sont utilisées sous forme d'infusions, des poudres, extraites sec avec de l'eau pour usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac. (Piozzi, J., 1994).

8. Saveur, arôme et valeur nutritionnelle

Le romarin possède une odeur légèrement camphrée et une saveur piquante et parfumé assez prononcée (Mini-encyclopédie des aliments, 2008), il contient plusieurs éléments nutritifs (Tableau 7).

Tableau 7.Composition des éléments nutritifs de romarin séché (USDA National NutrientDatabase for Standard Reference, 2011).

Nutriments	Unité	Valeurs par 100g
Eau	g	9.31
Energie	Kcal	331
Protéines	G	4.88
Lipides totaux	g	15.22
Glucides, par différence	g	64.06
Fibres	G	42.6
Calcium	Mg	1.280
Vitamine C	Mg	61.2
Vitamine B6	Mg	1.740
Vitamine B12	Mg	0
Acides gras saturés	G	7.371
Acides gras mono saturés	G	3.041
Acides gras polyinsaturés	G	2.339

9. Utilisation traditionnelle et propriétés pharmaceutiques

Depuis l'antiquité, le romarin est employé pour améliorer et stimuler la mémoire. Encore aujourd'hui, en Grèce, les étudiants en font brûler dans leurs chambres en période d'examens. Le romarin est en effet considéré comme une plante tonique, revigorante, stimulante, autant de vertus que reflète sa saveur aromatique bien particulière. Il agit sur le système nerveux central comme stimulant et pour usage externe, comme cicatrisant.

L'infusion des feuilles ont plusieurs actions physiologiques : stimulant générale, cholagogue, antiseptique, diurétique, emménagogue. Le romarin stimule la circulation cérébrale, améliore mémoire. Il soulage également céphalées et migraines. Il favorise la pousse des cheveux en stimulant l'irrigation du cuir chevelu (**Iserin, 2001**).

En Tunisie, les feuilles de *R.officinalis* sont utilisées comme antispasmodiques pour les voies digestive et comme vermifuges. Les feuilles séchées, moulues et mélangées avec de l'huile d'olive sont mises sur la circoncision due à une récente blessure (**Okamura et al., 1994**).

Les feuilles de la plante sont utilisées généralement comme épices et comme source de composés antioxydants susceptible d'améliorer la conservation des nourritures. La décoction de romarin des feuilles peut être utilisée contre l'eczéma et d'autres maladies cutanées (**Altinier et al., 2007**).

Le romarin est utilisé dans la médecine traditionnelle pour guérir contre plusieurs maladies parmi lesquelles on a : l'Asthme, Bronchites, Migraines, Artériosclérose, Anémie et convalescence, Congestion et insuffisance hépatiques, frigidité, et pour régulariser et calmer les règles. (**Youcef, 1980**).

10. Principes actifs du romarin

10.1. Huiles essentielles

Les travaux scientifiques sur la plante ont révélé la présence des composés majoritaires qui sont la camphre et le 1.8 cineol et d'autres composées comme les carnosiques, l'acide rosmarinique, le pinène et comphène limonène (**Mudasir et al., 2012; Zermane et al., 2016**).

10.2. Composés phénoliques

Les études phytochimiques sur les extraits de romarin ont révélées la présence de plusieurs composés phénoliques :

a) Flavonoïdes : On distingue le genkwanine et le cirsimaritrine (**Cavero et al., 2005**).

b) Acides phénoliques : On distingue l'acide vanillique, l'acide caféique et l'acide p-coumarique (**Ramirez et al., 2004; Herrero et al., 2005**).

Partie 2 :
RECHERCHE :

Méthodologie expérimentale
RECHERCHE EXPERIMENTALE

1. Objectif :

L'étude a été réalisée en vue de suivre les effets de deux procédés technologiques d'extraction traditionnelle (à chaud et à froid) et des taux d'ajout de romarin riche en composés bioactifs sur la qualité des huiles d'olives issue d'une variété espagnole.

2. Présentation du laboratoire :

Cette étude a été faite au sein de deux laboratoires :

- Technologie Alimentaire et Nutrition « TAN » au site II (ex : INES de chimie) de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.
- Laboratoire de Biochimie Appliquée, Faculté des sciences de la nature et de la Vie, Université de Bejaia, 06000 Bejaia, Algeria

3. Méthode :

3.1. Matériel de laboratoire utilisé

Le matériel utilisé dans cette étude est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 08. Matériel du laboratoire utilisé

<u>Appareil :</u>	<u>Verrerie :</u>	<u>Autres matériels :</u>
-Agitateur.	-Bécher.	-Papier aluminium / Papier absorbant.
-Balance.	-Entonnoir.	-Film alimentaire.
-Etuve.	-Erlenmeyer.	-Produit de désinfection.
-Bain marie.	-Flacons.	
-Rota-vapeur.	-Fioles.	
-Plaque chauffante	-Tubes à essais.	
-Spectrophotomètre.	-Verre de montre.	
-Micropipette	-Ampoule à décanter.	

3.2. Matériel végétal :

3.2.1. Présentation de la zone de récolte du *Rosmarinus officinalis.L* :

Rosmarinus officinalis L. :

C'est la partie aérienne constituée notamment de feuilles de la plante médicinale *Rosmarinus officinalis L.* qui a été utilisée, d'une part pour sa disponibilité dans le pays, et d'autre part pour ses multiples aptitudes rapportées par certains auteurs (Makhloufi, 2010 ;

Bensebia et al., 2009 ; Benzahra et Foundou, 2019) à conserver la qualité organoleptique, microbiologique et hygiénique des denrées alimentaires au cours de la conservation.

La plante objet de l'étude (Romarin) a été prélevée au stade de floraison dans la région de Naama (Ain Sefra) à la fin du mois de mars 2021, précisément à (-0.9056) de longitude et à (33.435) de latitude. **(Figure 9).**

Les feuilles de la plante ont été nettoyées et laissées dans le laboratoire étalées, à l'aire libre, à une température ambiante et à l'abri de la lumière pendant quelques jours afin qu'elles sèchent. Après avoir atteint un niveau de séchage souhaité.



Figure 9. Localisation géographique de la région d'étude Naâma-Algerie (D.P.S.B. Naama, Monographie de la wilaya de Nâama, Wilaya de Naama, 2013, p3.)

3.2.2. Localisation géographique et présentation de la variété d'olive :

Une variété d'olive (Oléastre) espagnole non identifiée a fait l'objet de cette étude. Cette variété a été introduite à titre expérimentale dans l'atelier agricole relevant de l'université de Mostaganem et sise dans la commune de Hassi Mameche – Mostaganem à 0° 05'21.05''E de longitude et à 35° 55'52.14'' N de latitude.

Les quantités d'olive récoltées manuellement durant la campagne 2021 du mois de decembre ont été d'environ 48 Kg. Les fruits une fois collectés ont été rapidement transportés dans une caisse en plastique et orientés pour une éventuelle extraction d'huile d'olive par deux procédés d'extraction traditionnels, l'un à chaud l'autre à froid (**Figure 10**).

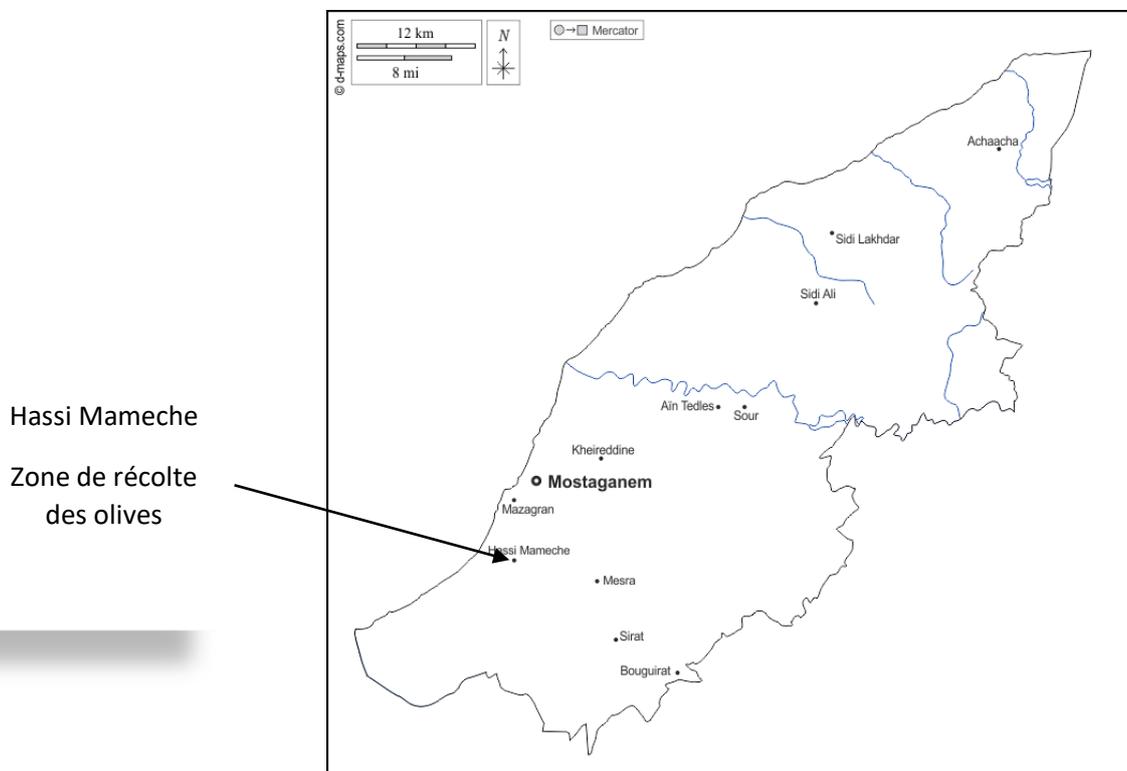


Figure 10. Localisation de la zone de récolte des olives « Hassi-Mameche, Mostaganem ».

3.2.3. Echantillonnage :

Les quantités d'olive récoltées manuellement durant la campagne 2021 du mois de decembre ont été d'environ 48 Kg. Les fruits une fois collectés ont été rapidement transportés dans des caisses en plastique et orientés pour une éventuelle extraction d'huile d'olive par deux procédés d'extraction traditionnels, l'un à chaud l'autre à froid. (**Figure 11**).



Figure 11. Récolte des échantillons d'olives.

4. Procédés d'extraction d'huile d'olive :

4.1.Procédé à froid :

Ce procédé a été appliqué sur toute la quantité récolté. L'échantillon a été tout d'abord débarrassé des feuilles et du reste des débris d'animaux ou végétaux, ainsi que de toute poussière pouvant adhérer. Après l'opération de nettoyage, les olives ont subi un broyage dans un mortier traditionnel, et le broyat récupéré a été mis soigneusement dans un sac en jute déposé sur un tabouret. Le sac a été mis ensuite sous une pression d'un poids durant une nuit. Le jus d'extraction a été récupéré dans un bac et laissé décanté durant 6 heures et l'huile vierge flottante a été enfin récupérée et déposée dans un flacon teinté à 4°C (**Figure 12**).

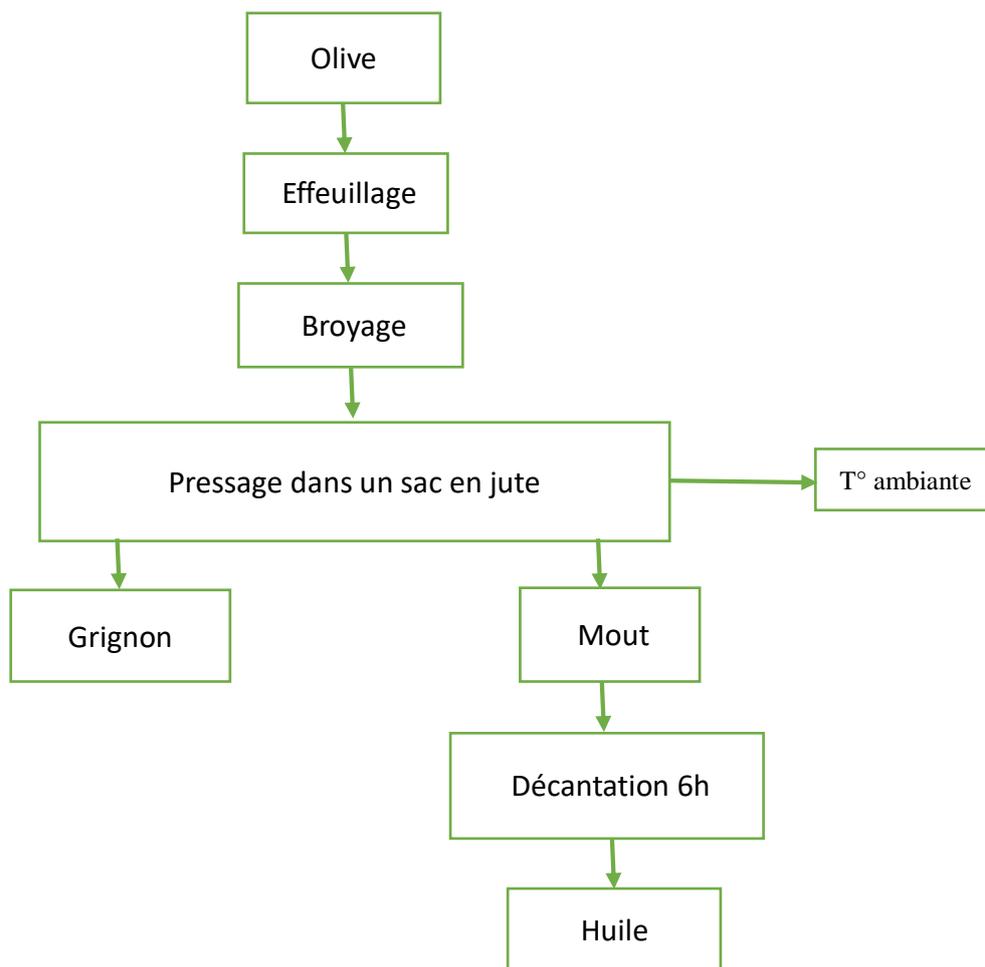


Figure 12. Procédé d'extraction à froid.

4.2. Procédé à chaud :

Après l'application du procédé à froid et la récupération d'huile d'olive extra vierge,

Le moût récupéré a été mis dans une marmite et chauffé au feu doux jusqu'à ébullition dans un four durant 01 heure.

Le lendemain, après refroidissement et décantation, l'huile d'olive de surface a été récupérée par le biais d'une louche. Les échantillons d'huile ont été recueillis dans deux flacons en verre fumé d'une capacité de 250 ml, étiquetés et conservés à une température de 4°C jusqu'à des analyses ultérieures (**Figure 13 et 14**).

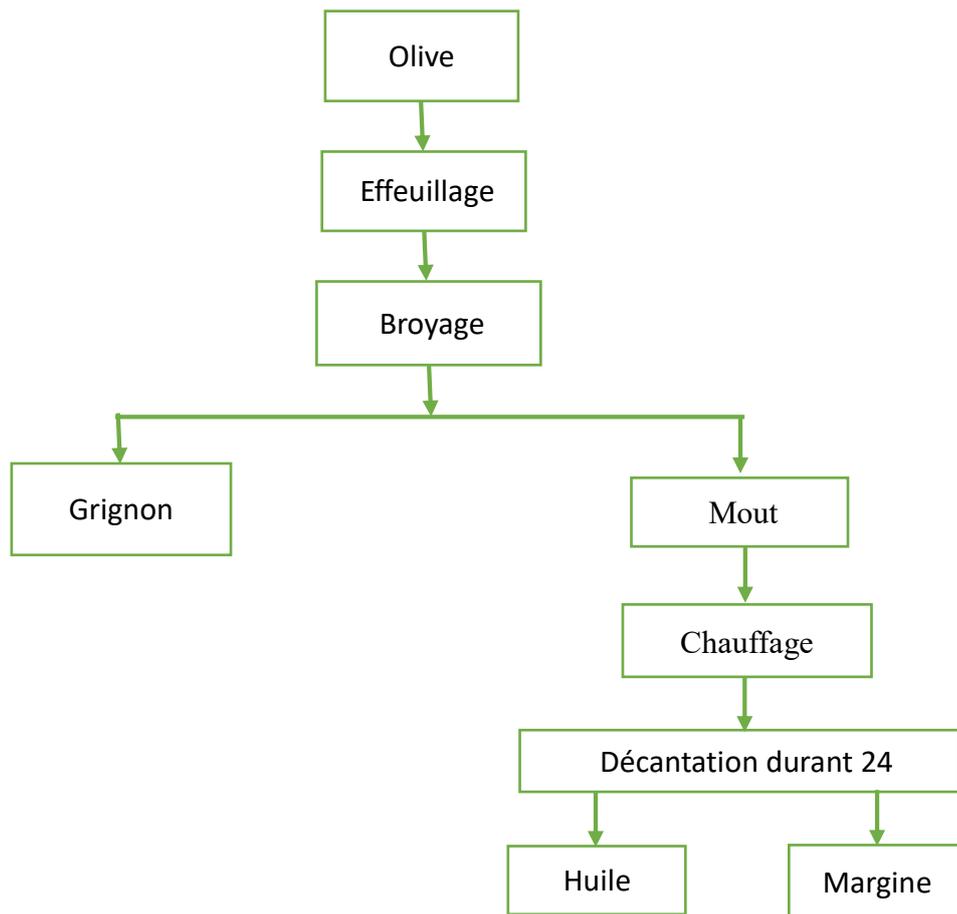


Figure 13. Procédé d'extraction à chaud.



Figure 14. Conservation de l'huile à 4°C dans des Flacons fumés.

4.3. Traitement des huiles d'olive au Romarin :

Les huiles d'olive issues des deux procédés d'extraction traditionnelle (à chaud et à froid) ont été chacune répartie dans des bouteilles fumées et supplémentée respectivement par le romarin « *Rosmarinus officinalis L* » à raison de 0 et 5 %.

4.4. Méthode d'extraction des composés Bioactifs :

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs tels les polyphénols contenus dans le mélange d'huile d'olive avec le romarin à différentes concentration, on a utilisé la méthode décrite par (Sultana et al., 2009). Cette méthode d'extraction est un procédé d'extraction discontinu solide-liquide par macération et qui consiste à laisser tremper le solide dans un solvant à température ambiante durant quelques temps et à extraire les constituants solubles par évaporation du solvant sous vide.

L'extraction des composés bioactifs est réalisée par usage d'un solvant « éthanol », Elle a été effectuée sur une prise d'échantillon de 5 g d'huile d'olive, mélangé avec 100 ml de solvant aqueux (80/20, solvant / eau, v / v). L'extraction par macération à froid du mélange est laissée pendant 6 heures à température ambiante sous agitation, puis le mélange a été mis dans une ampoule à décanter pour séparer huile de l'extrait, L'extrait pur est enfin obtenu après une évaporation sous vide du solvant à 40 °C au rota vapeur(BÜCHI). (Figure 15 et 16).

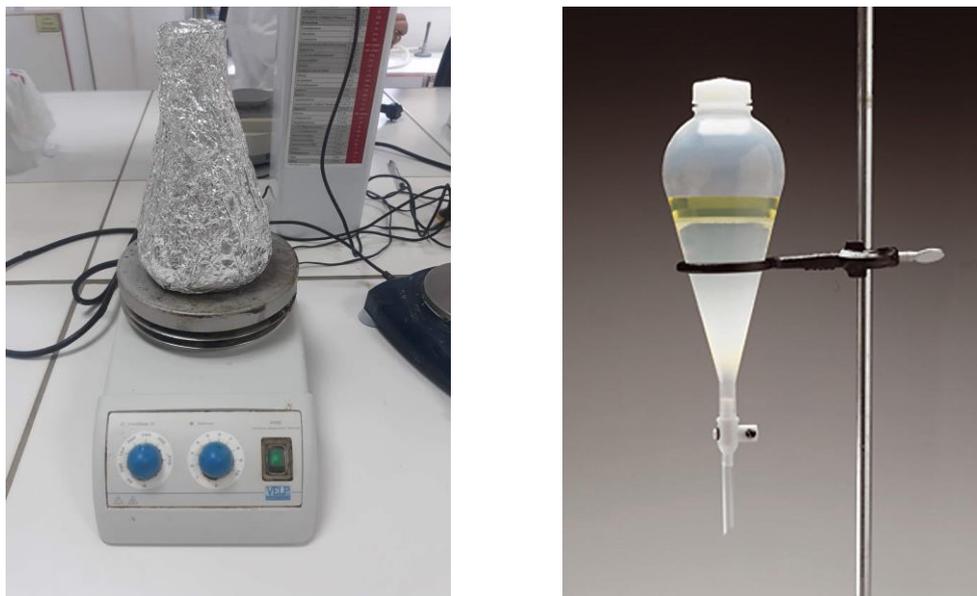


Figure 15. L'agitation et l'ampoule à décanter.



Figure 16. Evaporation par le Rota-vapeur.

5. Analyses physico-chimiques :

Les huiles d'olives issues des deux procédés d'extraction à froid et à chaud additionnée du romarin à différentes concentration ont été analysées lors de la première mise en bouteille. Les paramètres testés ont représenté les différents indices déterminant de la qualité d'une huile dont :

- Acidité.
- Indice de peroxyde.
- Absorbance dans les UV (K232 et K270).
- Taux des pigments (chlorophylles et caroténoïdes).
- Taux en composés phénoliques totaux.
- Teneur en flavonoïdes.
- TBARS.
- DPPH.

5.1. Acidité libre :

Exprimé en % d'acide oléique, l'acidité libre a été déterminé selon la méthode décrite dans le règlement **CEE /2568/91** relatif aux caractéristiques des fruits d'olives et des huiles de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes d'analyse y afférentes. Après dissolution de 5 g d'huile dans 20 ml d'un mélange d'oxyde diéthylique-éthanol à 95% (V/V), les acides gras présents sont titrés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium à 0,1 N en présence de phénophtaléine. Un essai témoin (sans matières grasses) a été réalisé dans les mêmes

conditions.

L'acidité est déterminée selon la formule suivante :

$$A \%(d'acide\ oléique) = (V - V_0) * (N * M / 10 * m)$$

V : Volume en ml de KOH nécessaire pour neutraliser l'échantillon.

V₀ : Volume en ml de KOH nécessaire pour neutraliser le blanc ;

N : Normalité de l'hydroxyde de potassium ;

M : masse molaire g/ml d'acide oléique qui est égale à 282g/ml

m : Masse en gramme de la prise d'essai.

5.2. Indice de peroxyde :

La détermination de la teneur en peroxydes dans les huiles permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire produit au cours du stockage et/ou d'élaboration de l'huile. La présence d'hydroperoxydes peut être détectée dans l'huile d'olive, à travers un dosage colorimétrique par le thiosulfate de sodium. Cet indice est exprimé en milliéquivalent d'oxygène. La formation des peroxydes est causée par la présence de certains facteurs favorisant (UV, eau, enzyme, trace de métaux, etc.) et à la présence d'oxygène dissout dans l'huile.

Selon la méthode décrite par le règlement CEE/2568/91, dans une fiole peser 2 g à 0,001 près d'huile d'olive. Ensuite, ajouter 10 ml de chloroforme, dissoudre rapidement la prise en agitant. Ajouter 15 ml d'acide acétique, puis 1 ml de solution d'iodure de potassium (solution aqueuse saturée). Boucher immédiatement et agiter vigoureusement pendant 1 minute, puis laisser reposer pendant 5 minutes à l'abri de la lumière et à température ambiante (15 à 25°C).

Ajouter 75 ml d'eau distillée. Titrer l'iodure libéré avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,01N en agitant vigoureusement et en employant la solution d'amidon comme indicateur. Un essai à blanc a été effectué simultanément.

L'indice de peroxyde (IP) a été déterminé conformément à la formule suivante :

$$I_p = N (V - V_0) * 1000 / m \text{ (meq d'O}_2\text{/Kg)}$$

V : Volume en millilitre de thiosulfate de sodium nécessaire pour titrer le blanc.

V : Volume en millilitre de thiosulfate de sodium nécessaire pour titrer l'essai.

N : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01 N).

m : Masse en gramme de la prise d'essai.

5.3. Extinction spécifique dans les UV :

L'examen spectrophotométrique a pour but de déterminer la qualité d'une huile, son état de conservation et ainsi les modifications dues aux processus technologiques (COI, 2013). Les coefficients d'extinction spécifiques déterminés par spectrophotométrie UV permettent d'évaluer l'état d'oxydation d'une huile d'olive (COI, 2013). Le coefficient d'extinction spécifique à 232 nm est lié à l'oxydation primaire de l'huile, tandis que K270 est lié à des produits d'oxydation secondaire ; des composés carbonylés (aldéhydes et cétones).

Le coefficient d'extinction spécifique a été déterminé selon la méthode officielle décrite par le COI (2013). L'échantillon examiné doit être parfaitement homogène et exempt d'impuretés en suspension. La filtration est faite à l'aide d'un papier filtre. Peser 0.25 g à 0,001 près d'huile d'olive dans une fiole jaugée de 25 ml, compléter avec du cyclohexane jusqu'au trait de jauge ; la solution obtenue doit être parfaitement limpide. La lecture est faite dans des cuves en quartz de parcours optique de 1 centimètre aux longueurs d'onde de 232 et 270 nm. En utilisant comme blanc le solvant employé.

Les extinctions spécifiques rapportées aux différentes longueurs d'onde sont calculées comme suit :

$$E = A\lambda / C * l$$

E : Extinction spécifique a la longueur d'onde λ .

A λ : Absorbance mesurée a la longueur d'onde λ .

C : Concentration de la solution en gramme par 100 millilitres.

l : Epaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

5.4.Pigments (chlorophylles et caroténoïdes) :

La teneur en pigments naturels est impliquée dans les mécanismes d'auto-oxydation et de photooxydation (Minguez-Mosquera et al., 1991). Ils ont tendance à diminuer pendant la maturation des olives.

Comme tous les fruits, la maturation implique une perte de pigments ; seulement la réduction en chlorophylles est toujours supérieure à celle des caroténoïdes (Roca et Minguez-Mosquera, 2001).

Les pigments, carotènes et chlorophylles ont été déterminés suivant la méthode décrite par Minguez-Mosquera et al. (1991). Trois grammes (3g) d'huile ont été dissoutes dans 10 ml de cyclohexane. Les teneurs des caroténoïdes et chlorophylles ont été déterminées respectivement, par la mesure de l'absorbance à 472 et 670 nm.

Les valeurs des coefficients d'extinctions spécifiques appliquées étaient

- E0 = 613 pour la phéophytine, une composante majeure des pigments chlorophylliens.
- E0 = 2000 pour la lutéine, un élément majeur des caroténoïdes. Les teneurs en pigments ont été calculées comme suit :

$$\text{Chlorophylle (mg/Kg)} = (A_{670} * 10^6) / (613 * 100 * l).$$

$$\text{Caroténoïde (mg/Kg)} = (A_{470} * 10^6) / (2000 * 100 * l).$$

$\left\{ \begin{array}{l} A_{\lambda}: \text{absorbance à la longueur d'onde } \lambda. \\ l : \text{épaisseur de la cuve en centimètre (1cm).} \end{array} \right.$

5.5.Dosage des polyphénols totaux :

La teneur en poly-phénols totaux a été déterminée selon la méthode préconisée par (Favati et al., 1994). 5 ml d'eau distillée ont été ajoutés à 1 ml de l'extrait hydro-éthanolique suivi de 5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min d'incubation à température

ambiante, le mélange a été additionné avec 4 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 10 %.. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, la préparation est filtrée puis analysée à 760 nm contre un blanc dont l'extrait est remplacé par le même volume du éthanol. La concentration en phénols est calculée à l'aide d'une courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide gallique comme standard (20, 35, 45, 55, 65, 75 $\mu\text{g/ml}$). Les résultats sont exprimés en mg Equivalents Acide Gallique par kg d'huile d'olive (EAG/kg d'huile).

5.6. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est basé sur les propriétés chélatrices des flavonoïdes essentiellement les flavones et les flavols qui possèdent la fonction 4-céto-5-hydroxyle qui interagit avec les ions Al^{+3} , ces derniers forment un complexe jaune très stable avec les groupements hydroxydes (OH) des phénols et qui est quantifié à une longueur d'onde de 430 nm (Apak et al., 2007).

Le contenu en flavonoïdes des extraits est estimé par la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl_3) décrite par Branz (2012). Un volume de 2 ml de l'extrait est mélangé à 1ml de la solution de trichlorure d'aluminium AlCl_3 à 2%. Après incubation à l'obscurité pendant 15 min et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

La concentration des flavonoïdes dans les extraits a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine dans un Kg d'huile (mg E.Q/Kg).

5.7. Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH° :

L'évaluation de l'activité antioxydante des échantillons d'huile d'olive est estimée selon la méthode décrite par Ramadan et Morsel (2006), Un volume de 3,9 ml de la solution de DPPH qui a été préparée dans le toluène (0.1 mM) est additionné a un volume de 1ml de la solution d'huile diluée dans le toluène (v/v).

Le mélange est agité pendant 10 secondes à l'aide d'un vortex, après 60 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 515 nm.

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon formule suivantes :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(\text{abs contrôle} - \text{abs échantillon}) / \text{abs contrôle}] \times 100.$$

Abs : absorbance.

La capacité antioxydante était également exprimée en EC50 (concentration de l'échantillon nécessaire pour inhiber 50% du radical DPPH).

5.8. Détermination de l'indice TBARS (Genot ; 1996)

5.8.1. Principe :

Les produits secondaires de l'oxydation des lipides les plus couramment dosés sont les aldéhydes. L'acide thiobarbiturique (TBA) réagit avec le malonaldéhyde (MDA) pour former un complexe de couleur rose et/ou jaune possédant un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 532 nm. Il réagit également avec d'autres aldéhydes résultants de l'oxydation des AGPI (l'acide gras polyinsaturé) à longue chaîne. La concentration des substances réactives au TBA (sr- TBA), exprimée en équivalent MDA est évaluée par la lecture de l'absorbance au spectrophotomètre visible des sr-TBA extraite des échantillons par l'acide trichloracétique (TCA).

5.8.2. Mode opératoire :

Un échantillon d'huile d'olive de 2 g est placé dans un tube de 25ml contenant 16ml d'acide trichloracétique (TCA) à 5% (p/v) et éventuellement 100µl d'acide ascorbique (Vitamine C). Le mélange est homogénéisé 3 fois pendant 15 secondes à l'aide d'un homogénéisateur (Ultra-Turrax) 21 une vitesse d'environ 20000tpm. Puis de ce mélange 2 ml sont additionnés à 2ml d'acide thiobarbiturique (TBA).

Les tubes fermés sont plongés dans un bain-marie à 70°C pendant 30 minutes et placés dans un bain d'eau froide. La dernière étape consiste à lire à l'aide d'un spectrophotomètre L'absorbance du mélange réactionnel à 532nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent MDA (malonaldéhyde)/l. La coloration reste stable pendant 1 heure.

5.8.3. Expression des résultats :

Les résultats dégagés au cours de ces expériences sont obtenus par la formule suivante :

$$\text{Mg équivalent MDA/ kg} = (0,72 / 1,56) \times (\text{A532 cor X v solvant} \times \text{Vf}) / \text{PE}$$

Avec :

A532 cor : l'absorbance.

V solvant : volume de solution de dilution TCA en ml.

PE : prise d'essai en gramme.

Vf : volume du filtrat prélevé.

0,72 / 1,56 : correspond à la prise en compte du coefficient d'extinction moléculaire du complexe TBA-MDA à la valeur de : $1,56 \cdot 10^{-5} \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ (**Buedge et coll., 1978**) et au poids moléculaire du MDA d'une valeur de $72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

6. Traitement statistique

Les résultats exprimés en moyennes accompagnés des écarts types respectifs ont été traités statistiquement par un logiciel Software à savoir le **Stat Box 6.4**. Les données de chaque variable mesurée ont été traitées statistiquement par une analyse de variance bifactorielle en randomisation, suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de **Newman et Keuls**. Les groupes homogènes de comparaison des moyennes ont été révélés aux deux seuils de probabilité : à $p < 0.05$ et à $p < 0.01$.

Partie 3 : ***Résultats et discussion***

Résultats et discussion ***RÉSULTATS ET DISCUSSION***

1. Résultats

1. Résultats :

1.1.Indices de qualités de l’huile d’olive :

Les résultats des différents indices de qualité des échantillons d’huiles supplémentés ou non de feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* sont illustres dans le (Tableau 09).

Tableau 09. Effet de deux procédés d’extraction et des taux d’incorporation des feuilles de *Rosmarinus officinalis L.* sur la qualité physicochimique de l’huile d’olive.

Mesures	Procédés à chaud n=3		Procédés à Froid n=3		Procèdes d’extraction n=6		Doses de romarin ajouté n=6		Effet procédés d’extractions « F1 »	Effet doses de romarin ajoutées « F2 »	Interaction « F1xF2 »
	Doses romarin		Doses romarin		A chaud	A froid	0%	5%			
	0%	5%	0%	5%							
Acidité libre % acide oléique	0.86 ^a ± 00.02	0.81 ^b ± 00.01	0.69 ^c ± 00.02	0.69 ^c ± 00.01	0.83 ^a ± 00.01	0.69 ^b ± 00.01	0.77 ^a ± 00.01	0.75 ^b ± 00.1	P < 0.01	P < 0.05	P < 0.01
Indice peroxyde meq O ₂ /l	10.41 ± 00.04	10.38 ± 00.01	14.25 ± 00.01	14.23 ± 00.03	10.40 ^b ± 00.02	14.24 ^a ± 00.02	12.33 ± 00.02	12.31 ± 00.02	P < 0.01	P > 0.05	P > 0.05
I’UV (K232)	1.77 ^a ± 00.01	1.78 ^a ± 00.01	1.26 ^b ± 00.01	1.24 ^c ± 00.01	1.78 ^a ± 00.01	1.25 ^b ± 00.01	1.52 ± 00.01	1.51 ± 00.01	P < 0.01	P > 0.05	P < 0.05
I’UV (K270)	0.18 ± 00.01	0.17 ± 00.01	0.15 ± 00.01	0.13 ± 00.01	0.17 ^a ± 00.01	0.14 ^b ± 00.01	0.16 ^a ± 00.01	0.15 ^b ± 00.01	P < 0.01	P < 0.05	P > 0.05
Tbars mgMDA/l	1.42 ± 00.04	1.18 ± 00.19	1.3 ± 00.06	0.91 ± 00.01	1.3 ^a ± 00.12	1.1 ^b ± 00.07	1.36 ^a ± 00.04	1.04 ^b ± 00.13	P < 0.05	P < 0.01	P > 0.05

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes plus ou moins écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égal à 03 ; mg EMDA : milligramme équivalent malonaldéhyde ; UV : ultra-violet ; a,b,c: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.1.1. Acidité libre :

L’acidité libre est le majeur critère qui permet de classer l’huile d’olive en différentes catégories de qualité. Elle est exprimée en pourcentage d’acide oléique, comme elle doit être inférieure à 0,8 % pour une huile d’olive vierge extra et inférieure à 2,0 % pour huile d’olive vierge, convenue par le **Conseil Oléicole International**.

D’après les échantillons analysés, il a été remarqué que les valeurs d’acidité libre des huiles d’olive étudiées se situées entre 0,69 et 0,86% d’acide oléique. (Figure17).

Pour le procédé d'extraction à chaud, la dose de *Rosmarinus Officinalis L.* (5%) ajoutée, a diminué ($P < 0.01$) l'acidité libre de l'huile, de 0.86% à 0.81%. (Figure17).

En ce qui concerne le procédé d'extraction à froid, la dose de *Rosmarinus Officinalis L.* (5%) additionnée, n'a pas influencé ($P > 0.05$) l'acidité. (Figure17).

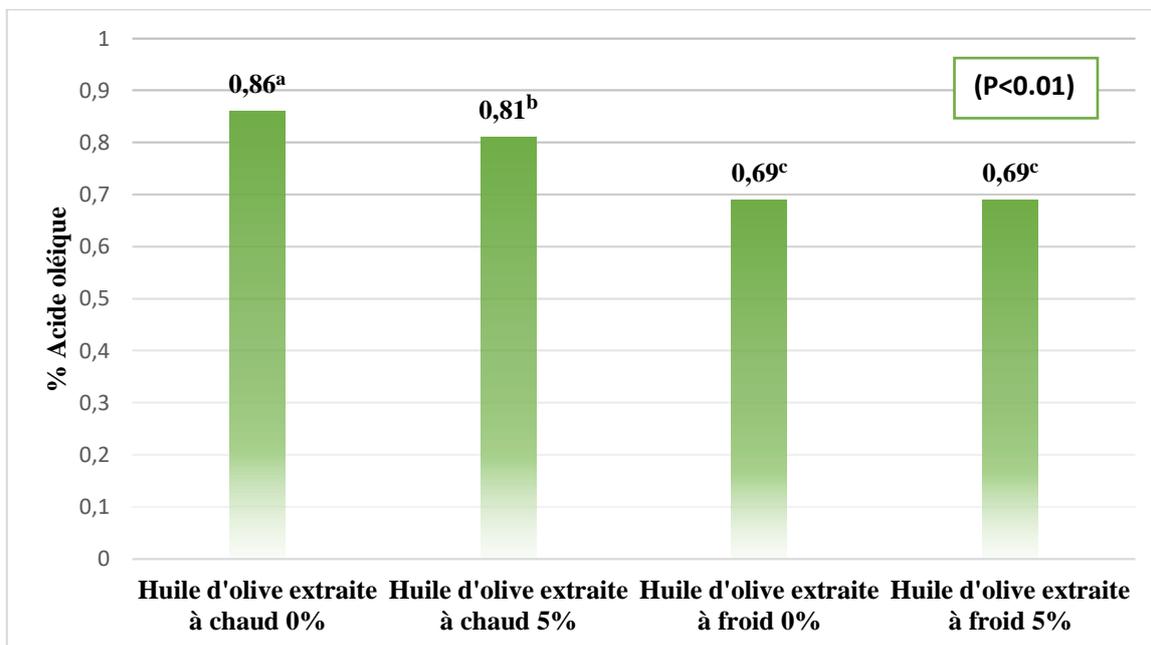


Figure17. Pourcentage d'acidité libre (% d'acide oléique) des échantillons d'huile d'olive.

Aussi, la figure 18 montre que les procédés d'extraction ont un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur l'acidité libre de l'huile d'olive. En effet l'huile d'olive extraits à chaud a accusé une acidité très élevées ($P < 0.01$) par rapport à celle issue du procédé à froid, 0.83 vs 0.69% d'acide oléique.

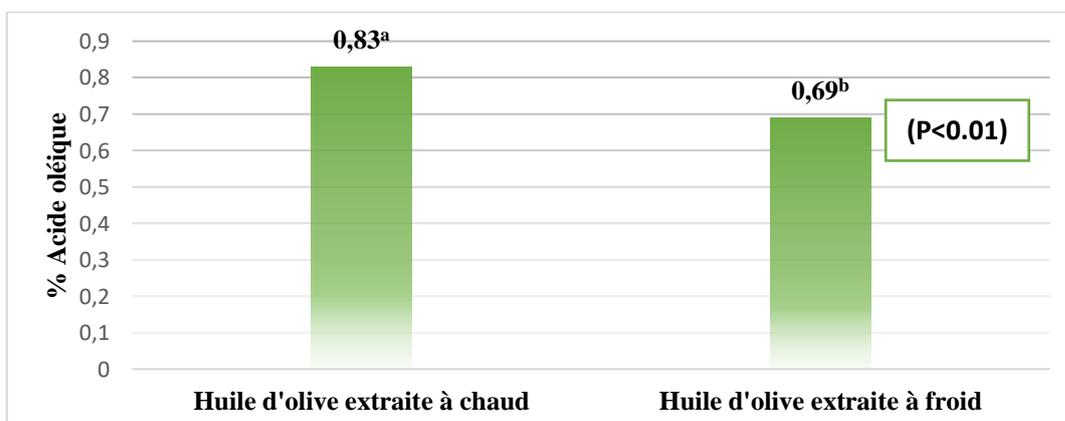


Figure 18. Effet des procédés d'extraction sur les variations de l'acidité libre (% d'acide oléique) des échantillons d'huiles d'olive.

En fin, la dose de *Rosmarinus Officinalis L.* (5%) incorporée aux huiles, à un effet significatif ($P < 0.05$) sur la diminution du pourcentage d'acidité libre de l'huile d'olive. L'huile additionnée des feuilles de romarin a présenté une faible acidité que le témoin 0.75 vs 0.77% d'acide oléique, en moyenne. (Figure 19).

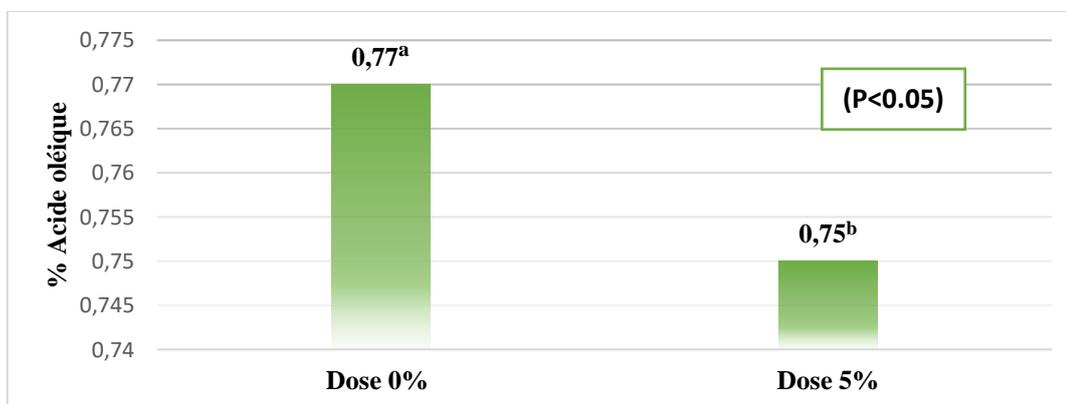


Figure 19. Effet d'ajout des feuilles de romarin ajoutées sur les variations de l'acidité libre (% d'acide oléique) des échantillons d'huiles d'olive.

1.1.2. Indice de peroxyde :

La détermination de la teneur en peroxydes dans les huiles permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire produit au cours du stockage et/ou l'élaboration de l'huile.

Cet indice est exprimé en milliéquivalent d'oxygène (meq O₂ / l huile d'olive).

D'une façon générale les valeurs d'indices remarque que l'indice de peroxyde (IP) ont oscille entre 10.38 et 14.25 meq O₂ / l. (Figure 20).

Par ailleurs, cet indice était plus élevé ($P > 0.05$) dans l'huile issue du procédé d'extraction à froid, pour l'huile sans *Rosmarinus Officinalis L.* 14.25±00.01 meq O₂ / l, que l'huile additionnée de *Rosmarinus Officinalis L.* 14.23±00.03 meq O₂ / kg. (Figure20).

Par contre, l'huile issue du procédé d'extraction à chaud, a indiqué des valeurs moindres comparativement aux valeurs précédentes, l'échantillon sans *Rosmarinus Officinalis L.* a un indice de peroxyde de 10.41±00.04 meq O₂ / l et l'échantillon incorporé de *Rosmarinus Officinalis L.* a présenté un indice de 10.38±00.01 meq O₂ / l. (Figure 20).

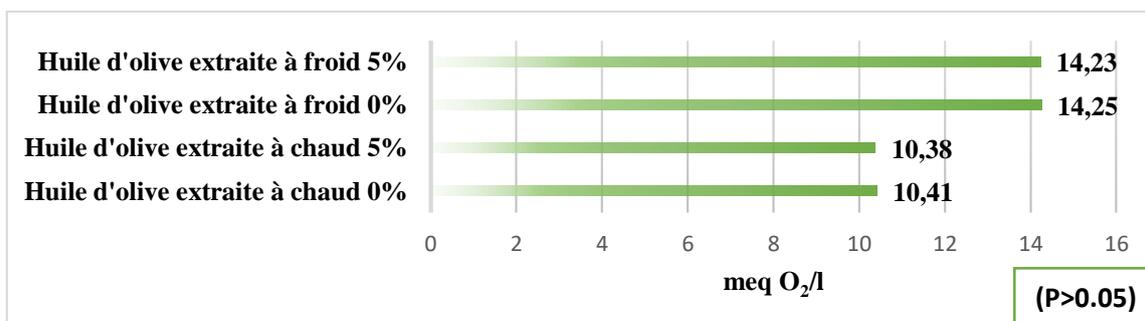


Figure 20. Les variations des teneurs en peroxydes (meq O₂ / l d’huile) des échantillons d’huiles d’olive.

En outre, le procédé d’extraction a un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur la variation des indices de peroxyde de l’huile, Ainsi, les huiles issues du procédé à froid ont noté une moyenne d’indice de peroxyde (14.24 meq O₂/l) notablement plus élevés ($P < 0.01$) que celles issues du procédé à chaud (10.40 meq O₂/l). (**Figure 21**).

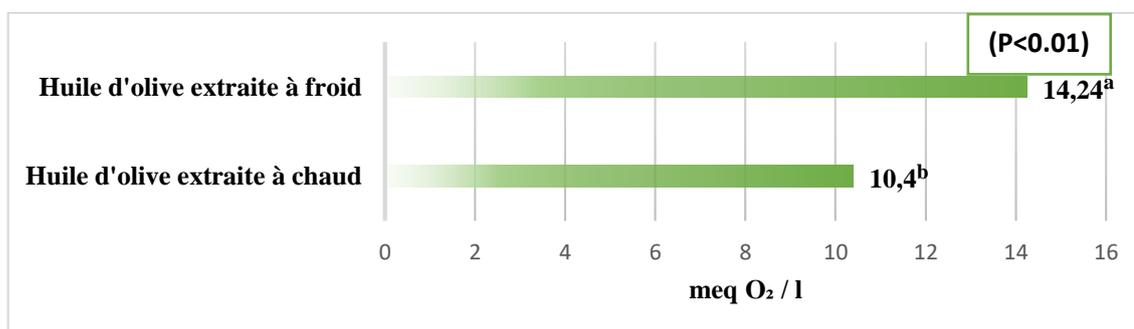


Figure 21. Effet des procédés d'extraction sur les variations des teneurs en peroxydes (meq O₂ / l d’huile) des échantillons d’huiles d’olive.

Aussi, il apparait que l’ajout de feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* a 5%, a montré aussi, un effet significatif ($P < 0.05$) sur la diminution de l’indice de peroxyde des huiles d’olives comparativement aux échantillons non traités, 12.31 vs 12.33 meq O₂/l, en moyenne. (**Figure 22**).

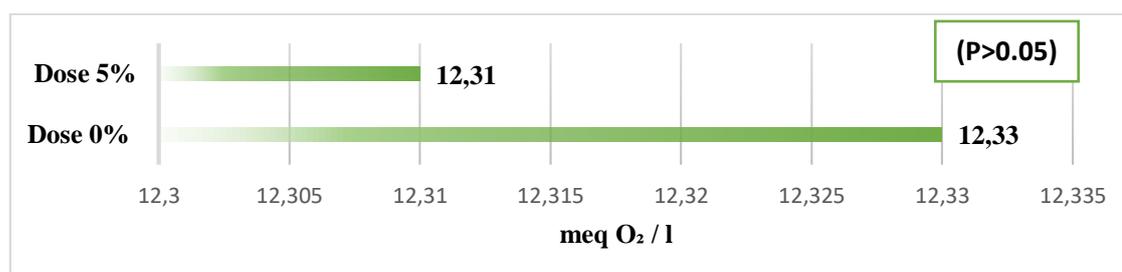


Figure 22. Effet des doses de feuilles de romarin ajoutées sur les variations des teneurs en peroxydes (meq O₂ / l d’huile) des échantillons d’huiles d’olive.

1.1.3. Extinction spécifique dans les UV (K232 & K270)

L'examen Spectrophotométrique a pour but de déterminer la qualité d'une huile, son état de conservation et ainsi les modifications dues aux processus technologiques, Les coefficients d'extinction spécifiques déterminés par spectrophotométrie UV permettent d'évaluer l'état d'oxydation d'une huile d'olive (COI, 2013).

Le coefficient d'extinction spécifique à 232 nm est lié à l'oxydation primaire de l'huile, tandis que K270 est lié à des produits d'oxydation secondaire, des composés carbonylés (aldéhydes et cétones).

Les valeurs des extinctions spécifiques en ultra-violet K232 obtenues pour l'ensemble des échantillons varient ($P < 0.01$) de 1.24 à 1.78. La valeur maximale a été notée pour l'huile issue du procédé d'extraction à chaud, incorporé des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* à une concentration de (5%), alors que la faible valeur ($P < 0.05$) a été remarquée dans l'huile extraite à froid et additionnée des feuilles de romarin à 5% (1.24). (Figure 23).

L'huile d'olive sans romarin extraite à froid a aussi présenté un médiocre ($P < 0.05$) indice K232 que celle du témoin issue du procédé à chaud 1.26 vs 1.77. (Figure 23).

Par ailleurs, les échantillons d'huiles préparés à froid ont accusé un faible coefficient d'extinction spécifiques à 232 nm par comparaison aux échantillons d'huile expérimentaux élaborés par le procédés à chaud ($P < 0.05$), 1.25 vs 1.78 (Figure 23).

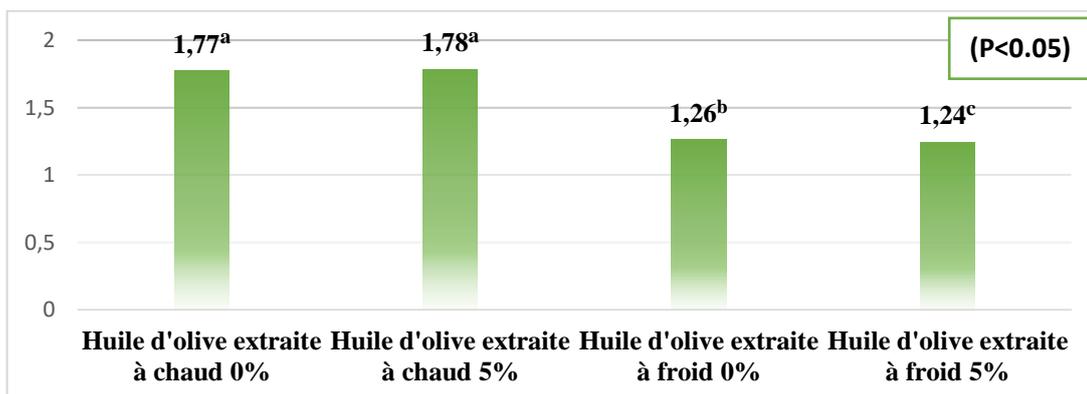


Figure 23. Les extinctions dans l'UV (K232) des échantillons d'huile d'olive.

Apparemment, l'ajout de feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* ne préserve pas au mieux l'oxydation primaire de l'huile dont les teneurs en K232 enregistrés étaient proches ($P > 0.05$) à celles des témoins sans romarin, 1,51 vs 1,52 (Figure 24).



Figure 24. Effet des doses de romarin ajoutées sur les extinctions dans l’UV (K232) des échantillons d’huile d’olive.

Les valeurs K270 ont variés ($P>0.05$) de 0,13 à 0,18. Néanmoins, les échantillons d’huile préparés selon le procédé à froid ont démontrés de faibles coefficients k270 que ceux résultants du processus technologique à chaud, 0.14 vs 0.17 en moyenne (**Figure 25**).

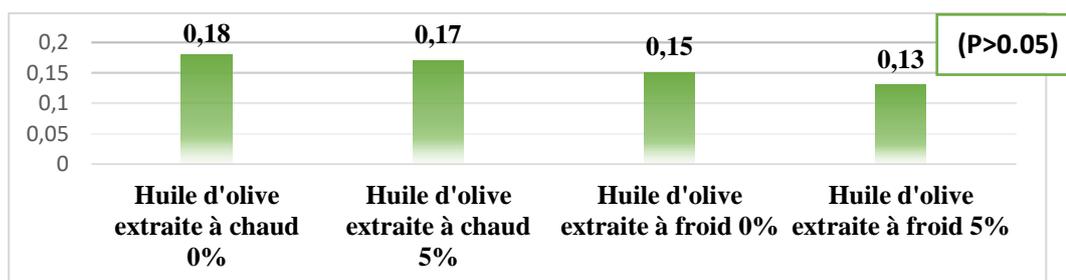


Figure 25. Les extinctions dans l’UV (K270) des échantillons d’huile d’olive.

En outre, l’ajout de romarin a amélioré l’état d’oxydation de l’huile ($P<0.05$) par rapport au témoin, avec des valeurs de K270 de 0.15 vs 0.16 en moyenne. (**Figure 26**).



Figure 26. Effet d’ajout des feuilles de romarin sur les extinctions dans l’UV (K270) des échantillons d’huile d’olive.

Selon les figures 23 et 26, les procédés d’extraction ont un effet hautement significatif, sur K232 et K270. (**Figure 27 et 28**).

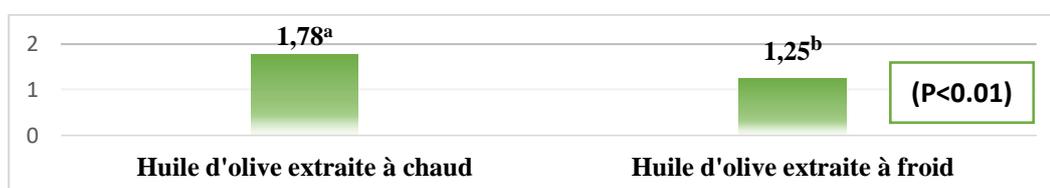


Figure 27. Effet des procédés d'extraction sur les extinctions dans l’UV (K232) des échantillons d’huile d’olive.



Figure 28. Effet des procédés d'extraction sur les extinctions dans l'UV (K270) des échantillons d'huile d'olive.

Tandis que, Les doses de *Rosmarinus Officinalis L.* ont un effet significatif sur K270, par contre, un effet non significatif sur K232. (Figure24 et 26).

1.1.4. Degré d'oxydation des lipides (Tbars)

Les résultats du degré d'oxydation des lipides de l'huile d'olive issue des deux procédés d'extraction, traitée et non traitée par le *Rosmarinus officinalis L.* a montré des teneurs qui ont varié entre 0.91 et 1.42 mg équivalent MDA/l. (Figure 29).

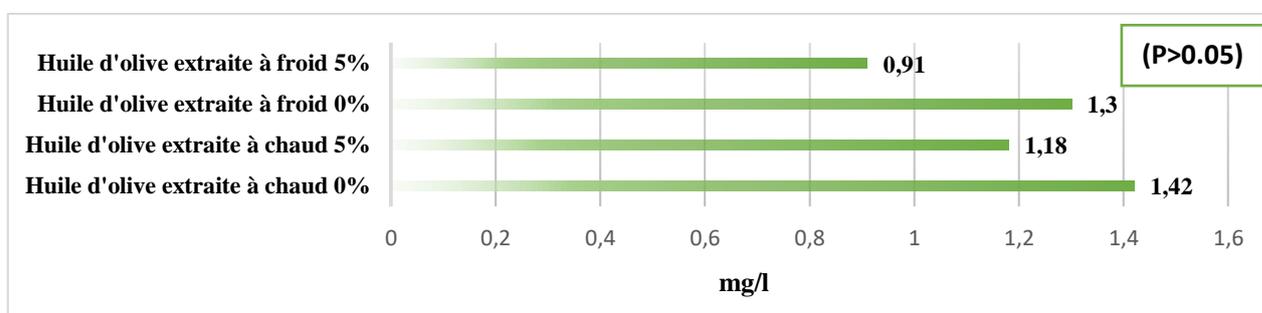


Figure 29. Taux d'oxydation des lipides. « mg MDA/l huile » des échantillons d'huile d'olive

L'analyse statistique des résultats révèle une différence significative ($p<0.05$) entre les deux procédés d'extraction utilisés. Avec une teneur de 1.1 et 1.3 mg équivalent MDA/l. Pour respectivement les huiles d'olive issue des deux procédés d'extraction à froid et à chaud. (Figure 30).

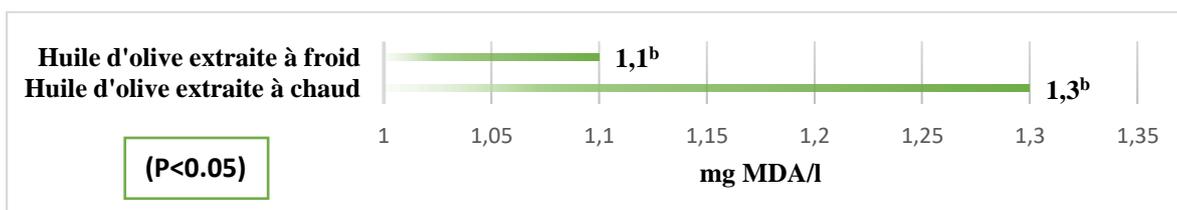


Figure 30. Effet des procédés d'extraction sur l'oxydation des lipides « mg MDA/l huile » de l'huile d'olive.

L'ajout de *Rosmarinus officinalis L.* a un effet hautement significatif ($p < 0.01$) sur la diminution de l'oxydation des lipides par rapport au témoin, 1.04 vs 1.36 MDA/l.

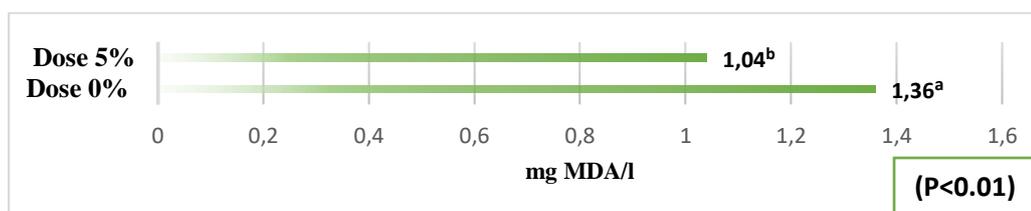


Figure 31. Effet des doses de romarin ajoutées sur l'oxydation des lipides dans l'huile « mg MDA/l huile d'olive ».

1.2. Composition chimique de l'huile

Les résultats de la composition chimique des échantillons d'huiles supplémentés ou non de feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* sont illustres dans le (Tableau 10).

Tableau 10. Effet de deux procédés d'extraction et des taux d'incorporation des feuilles de *Rosmarinus officinalis L.* sur la composition chimique de l'huile d'olive.

Mesures	Procédés à chaud n=3		Procédés à Froid n=3		Procèdes d'extraction n=6		Doses de romarin ajouté n=6		Effet procédés d'extractions « F1 »	Effet doses de romarin ajoutées « F2 »	Interaction « F1×F2 »
	Doses romarin		Doses romarin		A chaud	A froid	0%	5%			
	0%	5%	0%	5%							
Chloro- phyllé (mg/l)	1.42 ^b ± 00.01	1.44 ^a ± 00.01	1.23 ^c ± 00.01	1.22 ^c ± 00.01	1.43 ^a ± 00.01	1.23 ^b ± 00.01	1.33 ± 00.01	1.33 ± 00.01	P < 0.01	P > 0.05	P < 0.05
Caroté- noïdes (mg/l)	0.64 ± 00.01	0.65 ± 00.01	0.58 ± 00.01	0.58 ± 00.01	0.64 ^a ± 00.01	0.58 ^b ± 00.01	0.61 ± 00.01	0.62 ± 00.01	P < 0.01	P > 0.05	P > 0.05
Flavo- noïde (mg EQ/l)	6.56 ^c ± 00.02	6.90 ^b ± 00.04	9.94 ^b ± 00.02	10.22 ^a ± 00.01	6.73 ^b ± 00.03	10.08 ^a ± 00.01	8.25 ^a ± 00.01	8.56 ^b ± 00.03	P < 0.01	P < 0.05	P > 0.05
Poly- phénol (mg EAG/l)	121.05 ± 2.45	128.67 ± 2.29	186.28 ± 2.1	194.9 ± 3.48	124.86 ± 2.12	190.6 ^a ± 2.57	153.6 ± 2.04	161.77 ± 2.64	P < 0.01	P < 0.01	P > 0.05

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes plus ou moins écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égal à 03 ; mg EAG : milligramme équivalent acide gallique ; mg EQ : milligramme équivalent Quercitine ; a,b,c: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.2.1. Teneur en pigments

1.2.1.1. Chlorophylle

Les teneurs en chlorophylle dans les huiles analysées ont varié de 1.22 à 1.44 mg/l d’huile. (Figure 32).

La valeur supérieure ($P < 0.01$) (1.44 mg/l) est montrée par l’huile d’olive extraite par le procédé à chaud, incorporée des feuilles *Rosmarinus officinalis L.* à une concentration de 5%, alors que les plus faibles résultats ont été observées dans l’huile additionnées de 5% de romarin et élaborée selon le procédé à froid (1.22 mg/l d’huile). L’huile d’olive sans romarin issue d’une extraction à chaud, a toutefois, présenté une forte charge ($P < 0.05$) en chlorophylle que son équivalente issue du procédé à froid, 1.42 vs 1.23 mg/l. (Tableau 10) & (Figure 32).

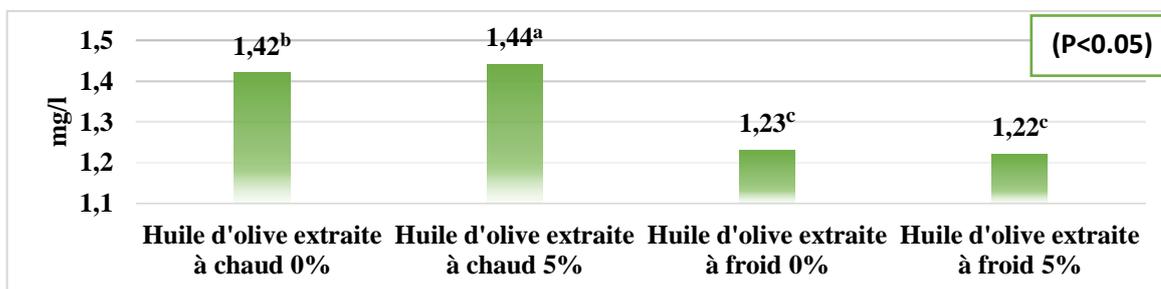


Figure 32. Teneur en chlorophylle « mg/l huile d'olive ».

Globalement, l’huile d’olive élaborée par le procédé d’extraction à froid, a noté des teneurs en chlorophylles (1.23mg/l) inférieures ($P < 0.01$) à celle issue du procédé d’extraction à chaud (1.43 mg/l). Le procédé d’extraction exerce donc un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur les variations des teneurs en chlorophylle dans l’huile d’olive. (Figure 33).

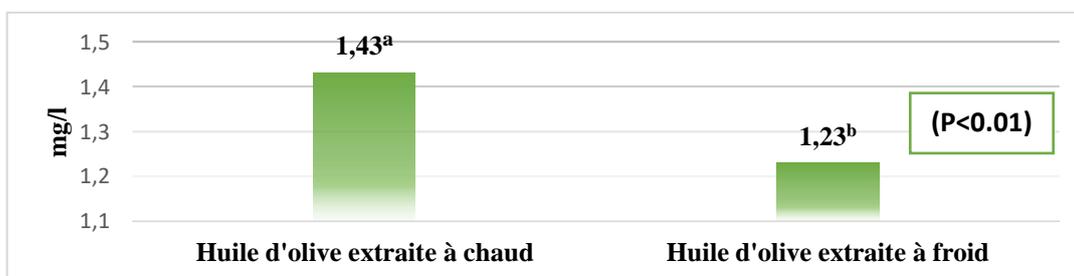


Figure 33. Effet des procédés d'extraction sur la concentration de chlorophylle dans l’huile « mg/l huile d'olive ».

Cependant, la dose de 5% des feuilles *Rosmarinus officinalis L.* ajoutée aux échantillons d'huile, n'a pas un effet significatif ($P>0.05$) sur la teneur de la chlorophylle qui est restée comparable au témoin, 1.33 mg/l, en moyenne. (Figure 34).



Figure 34. Effet des doses de romarin ajoutées sur la concentration de chlorophylle dans l'huile « mg/l huile d'olive ».

1.2.1.2. Caroténoïdes

Les échantillons analysés ont montré des teneurs en caroténoïdes, allant ($P>0.05$) de 0.58 à 0.65 mg/l d'huile d'olive. (Figure 35).



Figure 35. Variations des teneurs en caroténoïdes (mg/l huile d'olive) dans les échantillons d'huile d'olives.

L'ajout de *Rosmarinus officinalis L.* n'a montré en revanche aucun effet ($P>0.05$) sur les variations des taux de caroténoïdes de l'huile. (Figure 36).

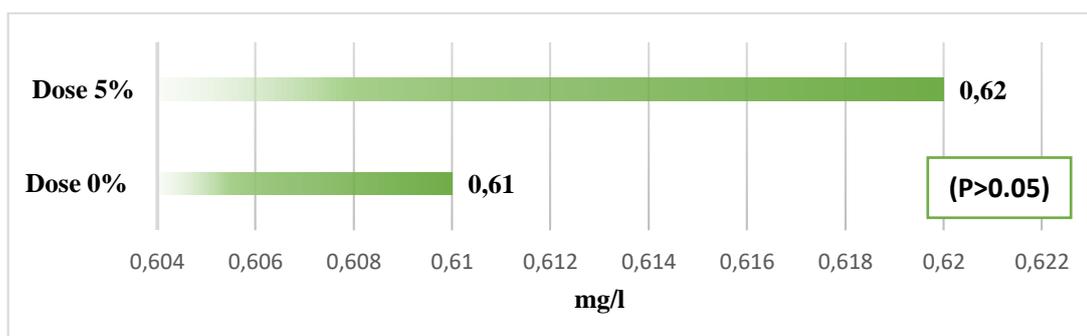


Figure 36. Effet des procédés d'extraction sur la concentration des caroténoïdes dans l'huile « mg/l huile d'olive ».

Le changement de procédé d'extraction a exercé un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur les variations des teneurs en caroténoïdes de l'huile 0.64mg/l d'huile extraite à chaud contre 0.58mg/l pour celle issue du procédé à froid. (Figure 37).

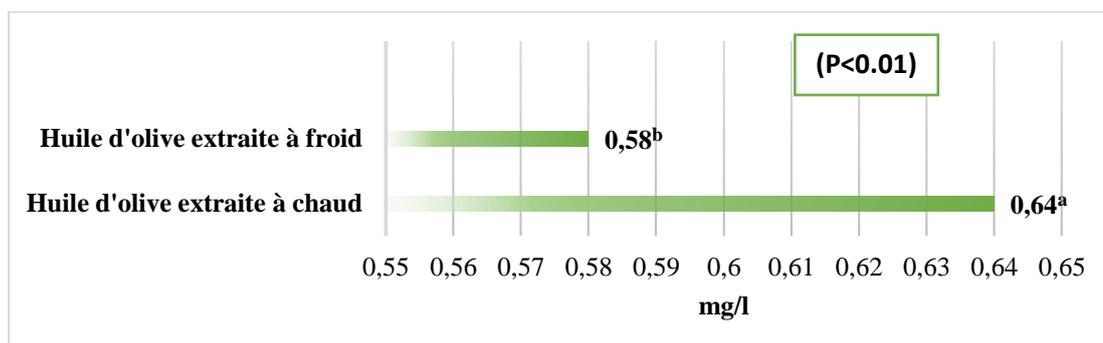


Figure 37. Effet des doses de romarin ajoutées sur la concentration des caroténoïdes dans l'huile « mg/l huile d'olive ».

1.2.2. Composés phénoliques totaux

Les résultats obtenus ont été exprimés en milligrammes équivalent acide gallique par litre de l'huile d'olive (mg EAG/l huile d'olive), Il est généralement acquis que l'activité phénolique se situe entre 200 et 600 mg d'équivalents d'acide gallique par litre d'huile (Vinha et al., 2005).

Comme le montre la (Figure 38), la teneur en polyphénols totaux dans les huiles est variable. L'huile extraite à froid, incorporé des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* à une concentration de 5%, a présenté la plus grande concentration en composés phénoliques totaux, soit 194.9 mg EAG/l huile d'olive. Ensuite, les teneurs en composés phénoliques sont beaucoup moins importants dans l'huile extraite à froid non incorporé des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* (186.28±2.1 mg EAG/l huile d'olive) et les huiles extraites à froid incorporées ou non e romarin, 128.67 vs 121.05 mg EAG/l d'huile d'olive.

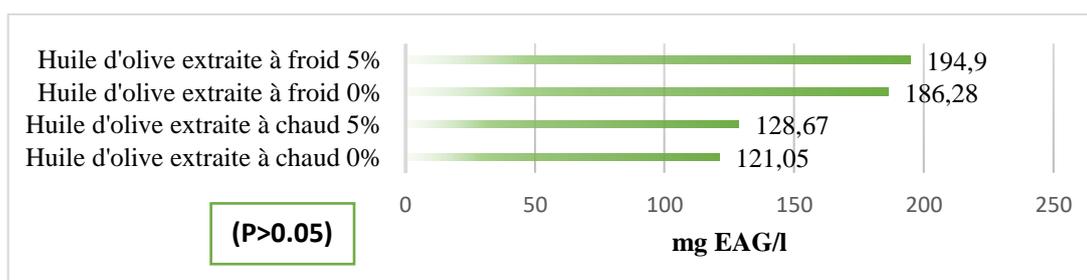


Figure 38. Teneur en polyphénols (mg EAG/l d'huile) des échantillons d'huile d'olive.

Les deux procédés d'extraction et les taux des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* ajoutés ont induit des variations hautement significatives ($P < 0.01$) sur la teneur en composés phénoliques des échantillons de l'huile d'olive. En effet lors de l'extraction, l'huile issue du procédé à chaud a connu une réduction appréciable ($P < 0.001$) en composés phénoliques par comparaison au procédé à froid, 124.86 vs 190.6 EAG/l d'huile. (Figure 39.40).

La supplémentation de l'huile au romarin s'avère l'enrichir remarquablement ($P < 0.01$) en polyphénols totaux comparativement à l'huile témoin, 161.77 vs 153.67 EAG/l d'huile. (Figure 40).

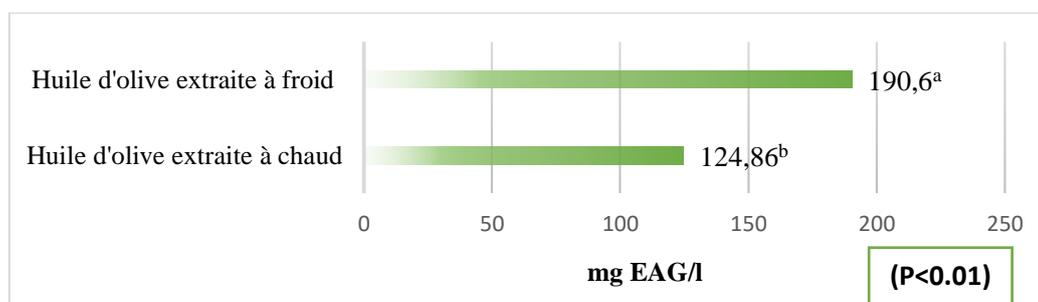


Figure 39. Effet des procédés d'extraction sur les variations des teneurs en composés phénoliques totaux dans l'huile (mg EAG/l d'huile).

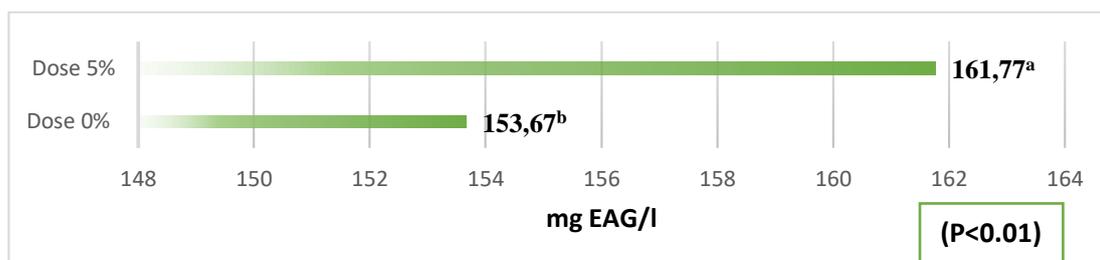


Figure 40. Effet d'ajout des feuilles de romarin sur les variations des composés phénoliques totaux (mg EAG/l d'huile) des échantillons d'huile d'olives.

1.2.3. Flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes dans les extraits ont été estimées par la méthode utilisant le trichlorure d'aluminium (AlCl₃). La spectrophotométrie a permis de quantifier les flavonoïdes dans les extraits de la plante étudiée.

Les résultats sont représentés dans le **Figure 41**, la teneur en flavonoïdes est exprimée en milligramme équivalent de Quercitine par litre d'huile d'olive (mg EQ/l huile d'olive).

L'huile extraite à froid, incorporée des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* à une concentration de (5%), a indiqué une teneur de 10.22 mg EQ/l huile d'olive, plus élevé

($P < 0.01$) que celle à froid *Rosmarinus Officinalis L.* n'est pas incorporé, ce qui a montré une teneur de 9.94 mg EQ/l huile d'olive. (Figure 41).

Concernant les huiles d'olives extraites par le procédé à chaud, l'ajout des feuilles de romarin semble augmenter sensiblement ($P < 0.01$) la quantité de flavonoïde dans l'huile (9.9 EQ/l). (Figure 41).

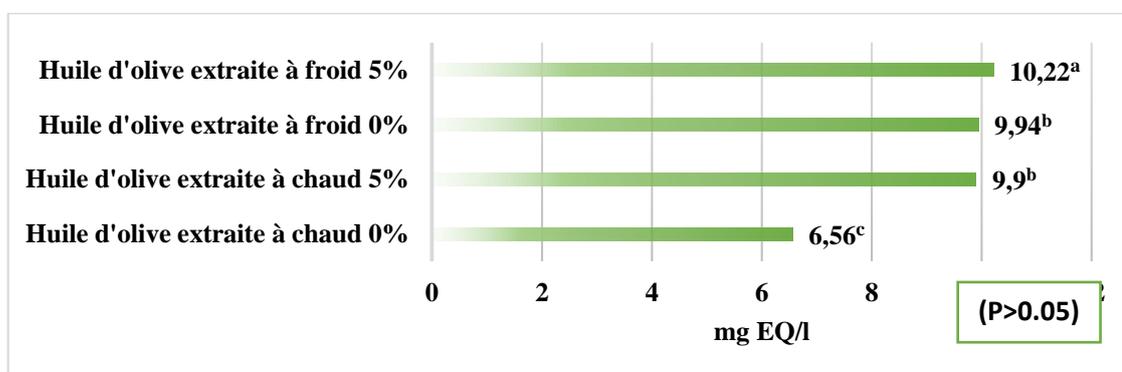


Figure 41. Teneur en Flavonoïdes « mg EQ/l huile d'olive ».

Le procédé d'extraction, a un effet hautement significatif ($P < 0.01$), sur la teneur en flavonoïde totaux, Dont les teneurs ont été remarquablement plus élevés dans l'huile issue du procédé à froid que celle élaborée par le procédé à chaud, 10.08 contre 6.73 mg EQ/l d'huile (Figure 42).

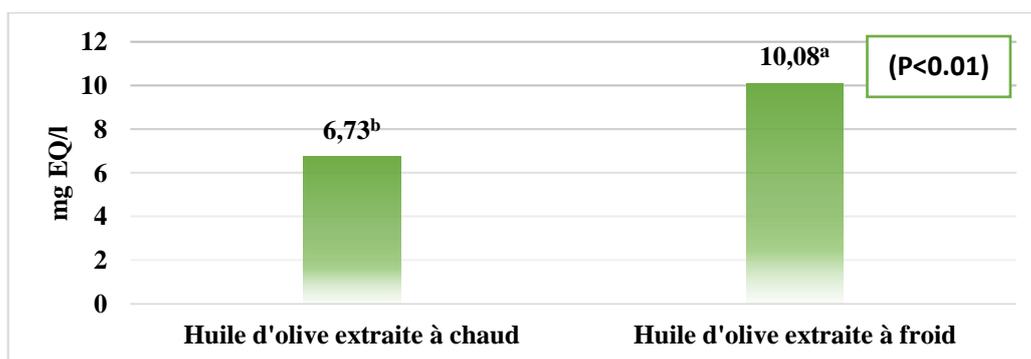


Figure 42. Effet des procédés d'extraction sur la concentration des Flavonoïdes totaux dans l'huile « mg EQ/l huile d'olive ».

Aussi, la dose (5%) de *Rosmarinus Officinalis L.* ajoutées aux huiles, a augmenté d'une manière significative ($P < 0.05$) la concentration des flavonoïdes totaux dans l'huile. (Figure 43).

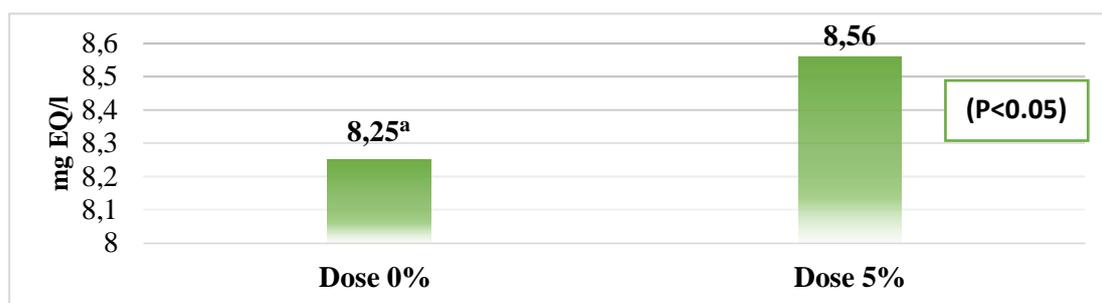


Figure 43. Effet d’ajout des feuilles de romarin sur la concentration des Flavonoïdes dans l’huile (mg EQ/l d’huile).

1.3. Evaluation de l’activité antioxydante de l’huile d’olive

Les résultats de l’activité antioxydante des échantillons d’huiles supplémentés et non de feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* sont illustrés dans le (Tableau 11).

Tableau 11. Effet de deux procédés d’extraction et des taux d’incorporation des feuilles de *Rosmarinus officinalis L.* sur la composition chimique de l’huile d’olive.

Mesures	Procédés à chaud n=3		Procédés à Froid n=3		Procèdes d’extraction n=6		Doses de romarin ajouté n=6		Effet procédés d’extractions « F1 »	Effet doses de romarin ajoutées « F2 »	Interaction « F1×F2 »
	Doses romarin		Doses romarin		A chaud	A froid	0%	5%			
	0%	5%	0%	5%							
Pouvoir antiradicalaire mg EAG/l	30.30 ± 00.57	32.17 ± 00.57	46.57 ± 00.53	48.72 ± 00.87	31.23 ^b ± 00.51	47.64 ^a ± 00.64	38.43 ^b ± 00.49	40.44 ^a ± 00.66	P < 0.01	P < 0.01	P > 0.05
% Inhibition	67.6%	73.9 %	74.7%	75.2%	70.8%	74.9%	71.2%	74.5%	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01
EC50 mg EAG/l	32.34 ± 00.58	29.96 ± 00.34	18.46 ± 00.33	14.10 ± 00.27	31.15 ^a ± 00.42	16.28 ^b ± 00.27	25.40 ^a ± 00.42	22.03 ^b ± 00.27	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes plus ou moins écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égal à 03 ; mg EAG : milligramme équivalent acide gallique ; a,b,c: Groupes homogènes de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

Les résultats relatifs au pouvoir antiradicalaire des différentes huiles analysées sont représentés dans la (Figure 44). La meilleure activité antiradicalaire (48.72 mg EAG/l) est notée dans l’huile d’olive extraite à froid, incorporée des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* à une concentration de (5%).

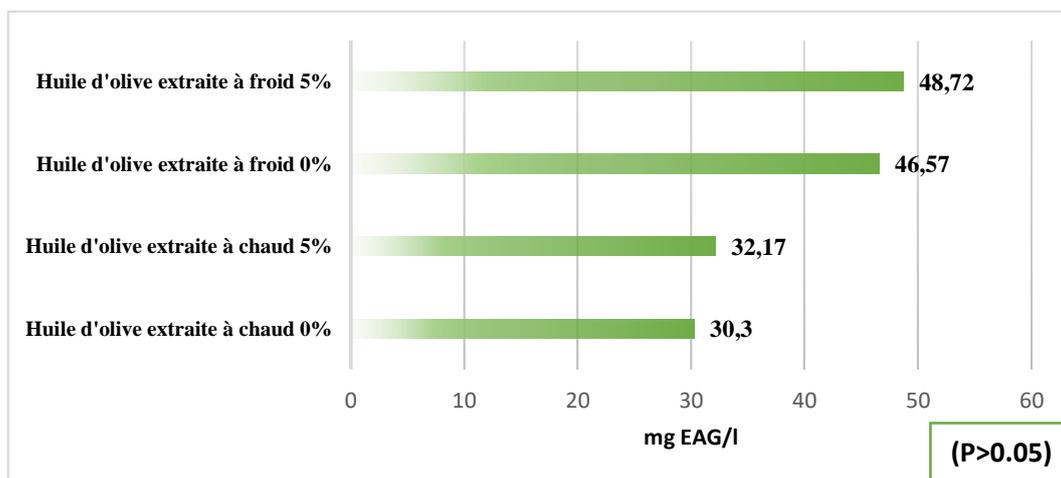


Figure 44. Pouvoir antiradicalaire (mg EAG/l) des échantillons d’huile d’olive.

Le procédé d’extraction, a un effet hautement significatif ($P < 0.01$), sur la variation du pouvoir antiradicalaire des échantillons d’huiles d’olives étudiés dont les teneurs ont été remarquablement plus élevées dans l’huile issue du procédé à froid que celle élaborée par le procédé à chaud ; 31.23 contre 47.64 mg EAG/l d’huile (**Figure 45**).

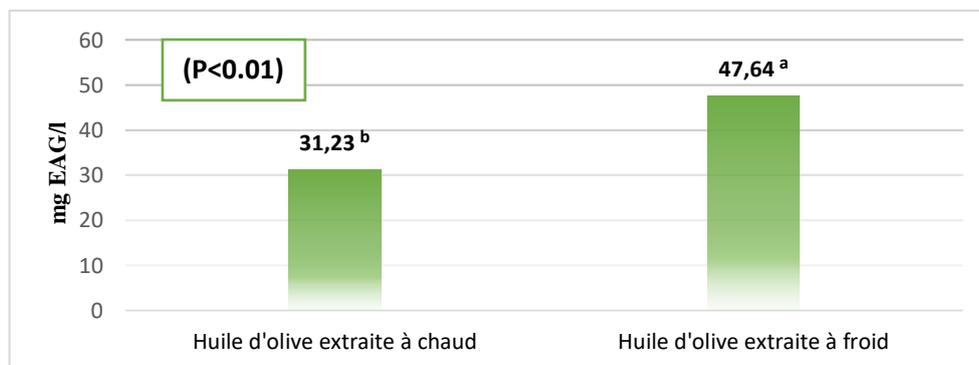


Figure 45. Effet des procédés d’extraction sur le pouvoir antiradicalaire (mg EAG/l) des échantillons d’huile d’olive.

La dose de 5% des feuilles de romarin ajoutée, a augmenté très significativement ($P < 0.01$) le pouvoir antiradicalaire des échantillons d’huiles étudiées ; 38.43 vs 40.44 mg EAG/l d’huile (**Figure 46**).

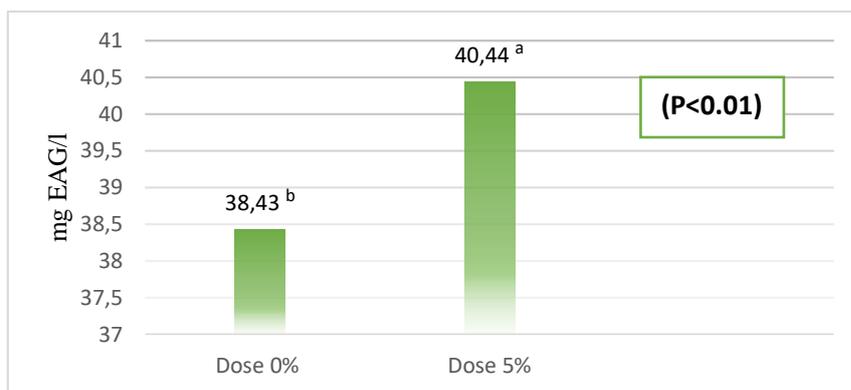


Figure 46. Effet de la dose des feuilles de romarin ajoutées sur la variation de pouvoir antiradicalaire (mg EAG/l) des échantillons d’huile d’olive.

1.3.1. Pourcentage d’inhibition :

L’huile d’olive extraite à froid, incorporée des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* à une concentration de (5%), à présenter le meilleur pourcentage d’inhibition du radical DPPH (75,20%). Des différences hautement significatives (**P<0,01**) ont été remarquées entre les différents échantillons d’huiles d’olives étudiées. (**Figure 47**)

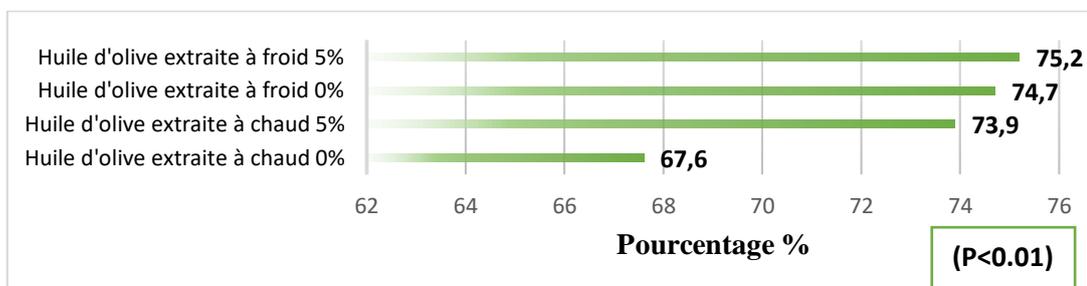


Figure 47. Pourcentage d’inhibition des échantillons d’huiles d’olives.

L’huile issue du procédé d’extraction à froid, a noté un pourcentage d’inhibition plus élevé (**P< 0.01**) que celui de l’huile issue du procédé à chaud ; 74.90 vs 70.80%. (**Figure 48**).

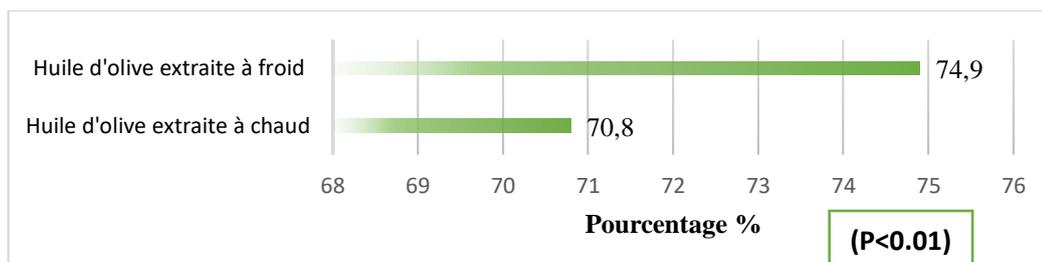


Figure 48. Effet des procédés d’extraction sur la variation de pourcentage d’inhibition des échantillons d’huiles d’olives.

Un pourcentage d'inhibition très élevé ($P < 0.01$) pour l'huile additionnée des feuilles de romarin a été enregistré, contrairement au témoin ; 74.20 vs 71.20%. (Figure 49).

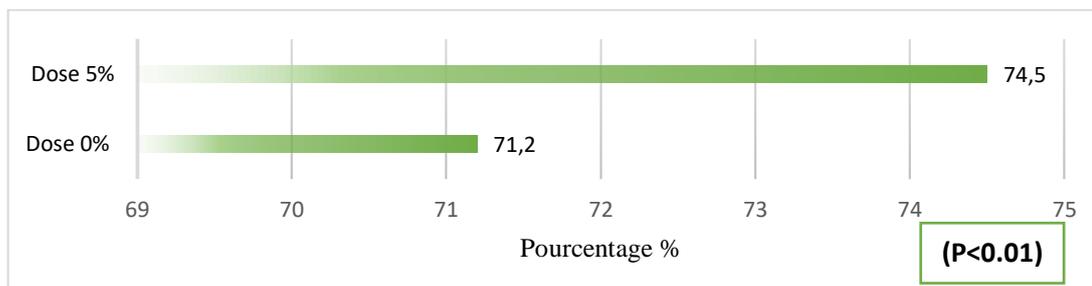


Figure 49. Effet de la dose des feuilles de romarin ajoutées sur la variation de pourcentage d'inhibition des échantillons d'huile d'olive.

1.3.2. EC50 :

Les valeurs d'EC50 sont représentées dans le (Tableau 11).

La meilleure valeur d'EC50 (14.1 mg EAG/l) a été notée dans l'huile d'olive extraite à froid, incorporée des feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* à une concentration de 5% (Figure 50).

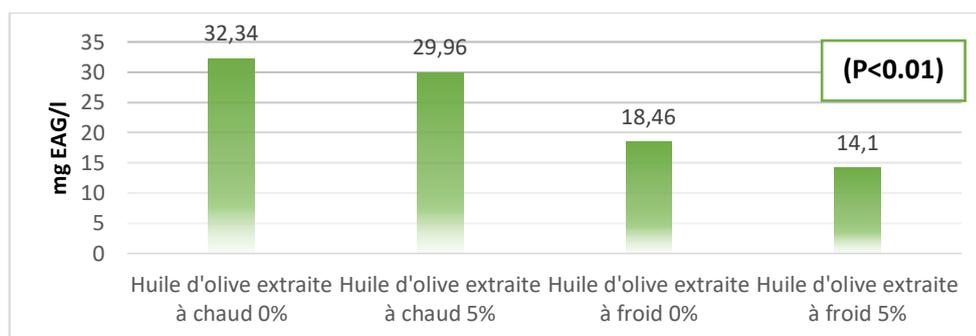


Figure 50. Evaluation des EC50 (mg EAG/l) des échantillons d'huile d'olive.

Une EC50 très remarquable ($P < 0.01$) de 31.15 mg EAG/l a été signalée dans l'huile d'olive issue de procédé d'extraction à chaud comparativement à l'huile d'olive extraite à froid (16.28 mg EAG/l) (Figure 51).



Figure 51. Effet des procédés d'extraction sur la variation de l'EC50 (mg EAG/l) des échantillons d'huiles d'olives.

Aussi, la dose des feuilles de Romarin ajouté aux échantillons d'huile d'olive, a induit un effet hautement significatif ($P < 0.01$) sur la variation de l'EC50 ; 22.03 vs 25.4 mg EAG/l. (Figure 52).

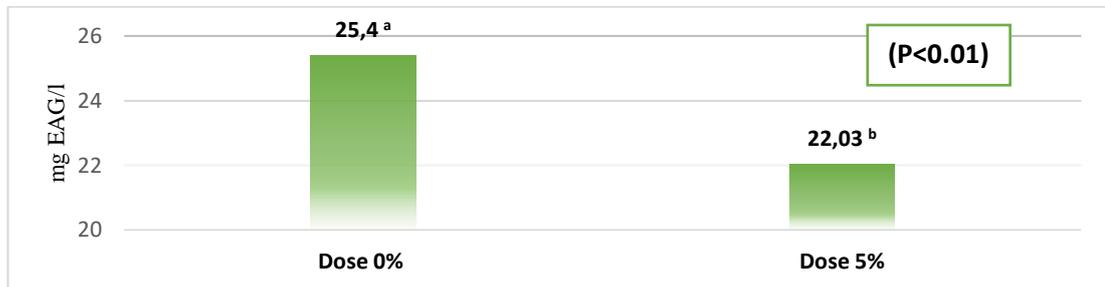


Figure 52. Effet de la dose des feuilles de romarin ajoutées sur la variation de l'EC50 (mg EAG/l) des échantillons d'huiles d'olives.

1. Discussion

1. DISCUSSION

2. Discussion :

2.1. Indices de qualités de l'huile d'olive :

2.1.1. Acidité libre :

L'acidité libre est un facteur de qualité de l'huile d'olive, il renseigne sur l'altération de celle-ci par hydrolyse et dégradation de la matière grasse, qui est constituée de triglycérides. L'huile dégradée contient de plus en plus d'acides libres ce qui fait croître son acidité (**Ben Tekaya et Hassouna, 2007**).

La valeur commerciale et thérapeutique de l'huile d'olive vierge est directement liée à son taux d'acidité (**De Oliveira et al., 2010**). Les huiles étudiées présentent des valeurs d'acidité variant de 0,69 à 0,86%. Nos résultats ont démontré que 50% des échantillons appartiennent à la catégorie vierge extra et 50% à la catégorie vierge.

L'huile analysée extraite à froid est marquée par un faible taux d'acidité (0.69% d'acide oléique) nettement inférieure à la limite d'acidité (0.8% d'acide oléique) d'huile d'olive de la catégorie vierge extra. Par contre, l'huile issue du procédé d'extraction à chaud, a indiqué un taux d'acidité (0.83% d'acide oléique) supérieures comparativement aux valeurs précédentes. Celle-ci appartient donc à la catégorie d'huile d'olive vierge dont l'acidité oscille de 0.8 à 2% d'acide oléique (**COI, 2018**). Les facteurs responsables de l'élévation de l'acidité sont liés surtout au non-respect des bonnes pratiques de récolte et de fabrication d'huile d'olive (**Afidol, 2003; El Antari et al., 2000; Ocakoglu, 2008**).

Les résultats obtenus des huiles non incorporées de romarin sont inférieures à celles avancées par (**Boulafne et al., 2015**) qui ont rapportés des teneurs d'environ $1,77 \pm 0,01$ %. Toutefois, nos valeurs sont semblables à celles de l'huile issue de quelques variétés d'olives récoltées en Turquie (entre 0,5 et 1,71 %) (**Tanilgan et al., 2007**).

Il est bien établi, comme le signale **Yoshida et al. (1992)** que l'acidité des huiles végétales (tournesol, huile de colza, huile de soja, huile de blé) croît sensiblement lors d'un traitement de chauffage.

Le niveau d'acidité libre élevé de l'huile peut être également dû à l'état de maturité avancé du fruit, ou au stockage inadéquat des olives avant la trituration par l'action des lipases sur les triglycérides de l'huile d'olives qui provoquent l'augmentation de sa teneur en acides gras libre (**Chimi, 2001**). Aussi, l'action de la chaleur peut dénaturer certains composés constitutifs de l'huile lors de l'extraction dont les acides gras à longue chaîne. Il

est donc nécessaire de triturer les olives saines, rapidement après récolte dans un délai le plus court possible (Tsimidou *et al.*, 2005).

L'addition des feuilles de romarin semble diminuer l'acidité libre d'huile d'olive. Ces réponses sont dues certainement à la grande richesse de *Rosmarinus officinalis* L., en principaux composés bioactifs dont (saponosides, stérols, triterpènes, anthraquinones libres, catéchols.) ayant une forte activité antioxydante qui ont réduit le niveau d'oxydation de l'huile et limité une libération avantageuse d'acides gras à courte chaîne dans le milieu (Erkan, 2008 ; Youdim, 1999).

2.1.2. Indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde permet d'estimer l'état d'auto-oxydation de l'huile ; c'est un mécanisme lent mais inéluctable. En effet, les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorisant tels la température élevée, l'eau, les enzymes, les traces de métaux Cu, Fe...etc. Cette auto-oxydation ou rancissement aldéhydique conduit dans un premier temps à la formation de peroxydes (ou hydroperoxydes) qui se décomposent ultérieurement en dérivés carbonylés aldéhydes et hydrocétone (responsables de l'odeur de rance) et en divers produits oxygénés (alcools, acides...) (Morales *et al.*, 1997).

L'oxydation est le facteur principal de la détérioration de la qualité de l'huile d'olive. Elle affecte, en effet, sa valeur nutritionnelle et sensorielle (Frankel, 1985; Morales *et al.*, 1997).

Pour tous les échantillons d'huiles analysés, les IP varient entre 10,38 et 14,25 meq O₂/l d'huile. Ces valeurs restent donc, dans la norme fixée par le Conseil Oléicole International (COI, 2013) pour l'huile d'olive de la catégorie vierge extra (IP ≤ 20 meq O₂/kg).

Cependant, l'huile d'extraction à froid a présenté un fort ($p < 0.01$) indice de peroxyde par rapport à celle issue du procédé à chaud ; 14,24 vs 10,40 meq O₂/l, en moyenne. Il est bien établi que l'augmentation de l'indice de peroxyde est étroitement liée à l'activité de la lipoxygénase. Le traitement thermique appliqué lors de l'extraction à chaud semble altérer relativement l'activité de cette enzyme et diminuer l'indice de peroxyde de l'huile (Baccouri *et al.*, 2008).

La diminution de l'indice de peroxyde dans les échantillons d'huile d'olive additionnée de romarin, peut être expliquée sans doute par la grande richesse des feuilles de romarin en multiples composés bioactifs (phénols, tanins, flavonoïdes, coumarines) ayant prouvés leurs

aptitudes extraordinaires à réduire remarquablement le phénomène d'auto-oxydation des lipides (Iserin et al., 2007).

2.1.3. Extinction spécifique dans (UV)

Les valeurs de l'IP ≤ 20 meq O₂/kg d'huile ne signifient 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. Les hydroperoxydes des premiers stades de l'oxydation sont absorbés à 232 nm ; alors que les produits d'oxydation secondaires tels que les cétones insaturées-dicétones sont plutôt absorbés au voisinage de 270 nm (Jeantet et al., 2006; Ben Temime et al., 2000 ; Ollé, 2002).

Les résultats d'absorbance en UV montrent que tous les échantillons analysés ont des absorbances en UV qui respectent les valeurs préconisées par la norme du (COI, 2018) ; K₂₃₂ $\leq 2,5$ et K₂₇₀ $\leq 0,25$.

Par ailleurs, les valeurs enregistrées au K₂₃₂ et au K₂₇₀ dans l'huile préparée par le procédé à chaud sont significativement ($p < 0.01$) supérieures à ceux provenant du procédé à froid ; 1.78 vs 1.25 et 0.17 vs 0.13, en moyenne, respectivement. La chaleur appliquée au cours du procédé d'extraction à chaud s'avère favorisé plus la formation de produits d'oxydation primaires et secondaires dans l'huile d'olive.

L'huile aromatisée aux feuilles de *Rosmarinus Officinalis L.* a présenté des extinctions spécifiques dans K₂₃₂ et K₂₇₀ inférieurs à ceux de l'huile non incorporée de matière végétale objet de l'étude. Cela prouve bien que l'ajout de romarin préserve et réduit remarquablement l'oxydation de l'huile quel que soit le procédé d'extraction utilisé.

2.1.4. Degré d'oxydation des lipides (Tbars) :

Le test TBA est un test facile à réaliser et rapide pour l'évaluation de la peroxydation lipidique. Ce test se base sur le développement de pigment rose résultant de la réaction de TBA avec les produits secondaires résultant de la dégradation des acides gras, en particulier avec le MDA. L'intensité de la coloration est proportionnelle avec la concentration des produits secondaires de l'oxydation. (Frankel, 1998) ont rapporté que les alcools, les aldéhydes saturés, les aldéhydes insaturés α et β et les composés époxy sont les produits secondaires majeurs d'oxydation qui sont plus stables et sont générés par la décomposition des peroxydes. Le TBA peut donner une réaction positive avec ces produits.

Les résultats obtenus montrent que le procédé à chaud augmente l'oxydation de l'huile ; alors que l'ajout de romarin à 5% réduit drastiquement ce phénomène, Selon (**Tepe et al., 2005 ; Ozen et al., 2011**) ceci peut s'expliquer par la présence de nombreux composés secondaires bioactifs dans le romarin (camphre, 1,8-cinéole, alpha-pinène) qui peuvent interagir d'une façon synergique ou additionnelle pour créer un système efficace vis-à-vis des radicaux libres (**Ninomiya et al., 2004**).

2.2. Composition chimique de l'huile

2.2.1. Chlorophylle

Les chlorophylles sont des pigments responsables de la couleur caractéristique de l'huile d'olive, elles sont impliquées dans les mécanismes d'auto-oxydation et la photo-oxydation (**Ryan et al., 1998**).

Globalement, les résultats enregistrés sont faibles comparativement à ceux obtenus dans l'huile vierge extra de la variété Chemlal la plus dominante en Algérie dont les teneurs varient de 12,8 à 22,3 mg/kg (**Bengana et al., 2013**). Ils sont faibles aussi par rapport aux résultats obtenus par **Issaoui et al. (2010)** variant entre 8,80 et 17,30mg/kg.

Selon **Garcia et al. (1996)**, la maturation influence la teneur en pigments chlorophylliens. Plus la maturation progresse, plus l'activité photosynthétique diminue ainsi que la concentration. La concentration en chlorophylles peut dépasser 80mg/l d'huile pour des huiles obtenues à partir d'olives en stade précoce de maturité, pour chuter à des valeurs d'environ 2mg/l d'huile lorsque le fruit est bien mûr (**Salvador et al., 2001; Giuffrida et al., 2007**)

Selon (**Rayan et al., 1998 ; Fakourelis et al., 1987; Perrin, 1992**), les faibles concentrations en chlorophylles des échantillons analysés seraient dues à la dégradation au cours du stockage des olives, par l'action des chlorophyllases et des lipoxygénases des larves et des microorganismes

Elles peuvent aussi s'expliquer par leur dégradation lors de processus d'extraction par une phéophytinisation des chlorophylles initialement présentes dans le fruit dont l'oxydation par les peroxydases y serait plus importante (**Gandul-Rojas et Minguez-Mosquera, 1996**).

Pour **Allaloutet et al., (2009)**, les faibles teneurs en chlorophylles peuvent être dues à plusieurs facteurs tels l'effet du degré de maturité, le système d'extraction, le sol et les conditions climatiques.

2.2.2. Caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des inhibiteurs très efficaces de la photo-oxydation induite par les pigments chlorophylliens (**Aparicio-Ruiz et Gandul-Rojas, 2012**). Ils sont aussi responsables de la couleur jaune de l'huile, possèdent des propriétés antioxydantes et suscitent beaucoup d'intérêts pour la santé humaine (**Morello et al., 2004**).

L'étude faite par (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**) a révélé que la teneur en caroténoïdes dépend ainsi de la variété, du stade de maturité du fruit, le mode d'extraction de l'huile et des conditions de stockage.

Les teneurs en caroténoïdes des huiles étudiées varient entre un minimum de 0,58 et un maximum de 0,65 mg /l d'huile. Ces résultats sont proches de ceux enregistrés pour l'huile d'olive vierge extra des deux variétés dominantes Chemlal et Azeradj analysées par **Bengana et al. (2013)**. La teneur en caroténoïdes augmente au fur et à mesure de la maturité des olives. Cette augmentation est accompagnée par la diminution de la teneur en chlorophylles. Ces pigments confèrent à l'huile sa couleur jaune au dépend de la coloration chlorophyllienne (**Ait Yacine, 2001**). Apparemment, la dose de romarin riche en chlorophylle ajoutée à un taux de 5% ne semble pas influencer l'aspect verdâtre chlorophyllien et la couleur jaunâtre de l'huile conférée par les caroténoïdes.

2.2.3. Flavonoïdes

La contribution des flavonoïdes de par leur structure chimique à caractère antioxydante dans le régime alimentaire sous forme de fruits, légumes et boissons est très importante pour la prévention du stress oxydatif et l'apparition de certaines maladies du siècle comme les cancers et les maladies cardiovasculaires (**Ono et al., 2006**).

En général, une augmentation de la teneur en flavonoïdes dans l'huile issue du procédé d'extraction à froid a été notée, cela peut être expliqué par la richesse de l'huile d'olive en flavonoïdes et que le procédé d'extraction à froid, préserve la qualité de l'huile et sa composition en flavonoïdes, telles que (diosmine, lutéoline) (**Ollivier, 2004**).

En effet, (**Zeghad, 2008**), a trouvé que le romarin présente un taux de 8.33 mg QE /g en flavonoïde, ce qui explique l'augmentation de la teneur en flavonoïdes des huiles aromatisés au feuilles de romarin par rapport au témoin.

2.2.4. Polyphénols totaux

Les huiles d'olives 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'olives et lui fournissent des effets antioxydants et sont en grande partie responsables de sa durée de conservation (**Del Carlo et al., 2008**).

Les teneurs en composés phénoliques des échantillons analysés varient de 121.05 à 194.9 mg EAG/l d'huile. Les échantillons d'huile extraite à froid, ont indiqué des valeurs supérieures à ceux extraite à chaud. Nos échantillons d'huile sont beaucoup plus riches en polyphénols totaux que les huiles issues des variétés tunisiennes (Chetoui, Chemlali, Meski et Sayali) variant de 18,2 à 162,8 mg/Kg et rapportées par (**Dhifi et al., 2006 ; Ceci et Carelli, 2007**).

Aussi, le romarin ajouté semble améliorer nettement la concentration en composés phénoliques des échantillons d'huile d'olive.

La décomposition des phénols complexes du romarin peut rehausser le taux en hydroxytyrosol et en tyrosol de l'huile (**Perrin, 1992 ; Ollivier, 2004**).

Plusieurs études ont rapportés toutefois la diminution des polyphénols lors des traitements thermiques des huiles d'olives et de tournesol. Cette diminution des PPT peut contribuer néanmoins à la protection de l'huile contre l'oxydation lors du chauffage (**Brenes et al., 2002 ; Ouarzki, 2007**).

2.3. Evaluation de l'activité antioxydante de l'huile d'olive

2.3.1. Pouvoir antiradicalaire :

L'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile d'olive a été réalisée en utilisant le test de DPPH. Au fait, le radical DPPH est largement utilisé pour évaluer la capacité des composés antioxydants d'agir en tant que piègeurs de radical libre ou donateurs d'hydrogène (**Molyneux, 2004**).

La diminution du pouvoir antiradicalaire des échantillons d'huile d'olive extraite à chaud, est due à l'effet de la haute température d'extraction ce qui dégrade les composés bioactifs de l'huile responsables de la prévention de l'oxydation tels que Les acides phénols, et acides phénoliques

Le pouvoir antiradicalaire augmente d'une façon très hautement significative en fonction de la concentration en composés phénoliques dans d'huiles d'olives. (**Visioli, 1998**).

Les plantes aromatiques possèdent souvent des activités antioxydantes non négligeables. C'est notamment le cas du romarin et du thym (**Erkan, 2008 ; Youdim, 1999**).

Il est clair que l'activité antioxydante des extraits de plantes est due à leurs propriétés oxydo-réductrices (redox) qui leurs permet d'agir comme étant des donneurs d'hydrogènes et/ou d'électrons et donc de capteurs de radicaux libres.

Il est noté que l'huile d'olive enrichie en feuilles de romarin a montré des activités antioxydantes les plus élevées, celles-ci sont attribuées à la présence de certains composés bioactifs dans la plante tels que l'eugénol, le méthyleugénol, l'elemicine, le 1,8 – cinéole, le carvacrol et le p-cymène qui sont rapportés dans la littérature scientifique comme des antioxydants efficaces et d'inhibiteurs naturels d'oxydation (**Aeschbach et al., 1993; Maestri et al., 1997; Prieto et al., 2007**).

(**Ben Rached et al. 2014**) ont montré que l'aromatisation de l'huile d'olive (zalmati) par l'HE de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) a augmenté l'activité antioxydante de ce complexe. Des résultats similaires ont été signalés par (**Delgado-Adámez et al. 2014**). Cependant, (**Baiano et al. 2009**) ont montré que l'activité antioxydante de l'huile d'olive enrichie par différentes espèces (citron, origan, romarin et piment) et conservée dans du verre opaque à température ambiante a été réduite après 9 mois de stockage, comparativement à l'huile d'olive non enrichie.

2.3.2. Pourcentage d'inhibition :

Les échantillons d'huile d'olive extraite à froid ont présenté des pourcentages d'inhibitions supérieures à ceux extraite à chaud, 70.8 vs 74.9 %, ce qui est en corrélation avec le taux des composés phénoliques de l'huile et leurs dégradation lors de l'extraction sous l'effet de la température.

L'ensemble des résultats obtenus sont proches à ceux rapportés par (**Nakbi et al., 2011**) pour la variété Chemlali tunisienne ou il avait enregistré une valeur de 78,56%.

2.3.3. L'EC50 :

La détermination des IC50 des différents échantillons d'huile d'olive, permet de conforter l'ensemble de nos observations. Etant donné que les plus faibles valeurs d'IC50 indiquent les plus grandes activités antioxydantes, on conclut d'une part que les échantillons d'huile d'olive additionnée de romarin possède les plus fortes activités (IC50= 22.03 vs 25.4 mg EAG/l), ces résultats concorde avec les résultats de **(Abdelaziz M et al., 2014)** qui rapporte une valeur d'IC 50 égale à 25, 02 mg/kg.

Ce potentiel antioxydant confère à l'huile d'olive un grand intérêt dans la prévention contre les maladies cardiovasculaires, les cancers, le diabète, les maladies neurodégénératives, l'inflammation et le vieillissement **(Benmlih et Ganam, 2012)**.

Conclusion
CONCLUSION

Conclusion :

L'huile d'olive est parmi les huiles les mieux appréciées grâce à sa valeur nutritionnelle et surtout ses effets bénéfiques pour la santé. La qualité d'huile d'olive peut être affectée par plusieurs facteurs comme la variété, les conditions de stockage, les pertes subies par l'huile d'olive au cours de sa fabrication d'où l'idée de son enrichissement par des composés bioactifs des matrices végétales pour conserver et améliorer sa qualité.

Cette étude a été une bonne occasion d'observer d'une part les paramètres de qualité de l'huile d'olive issue des deux procédés d'extraction à chaud et à froid et d'autre part sa stabilité oxydative après enrichissement par les feuilles de romarin, et d'évaluer leur utilité pour la détermination de la qualité de l'huile d'olive.

Tous les paramètres de qualités (acidité, indice de peroxyde et K232 et K270 et Tbars) et l'activité antioxydante, semblent évoluer de manière positive en présence du romarin par rapport à ceux des huiles témoins.

A la lumière des résultats obtenus, il est possible de tirer les observations suivantes :

- ✓ La quantification des polyphénols totaux, flavonoïdes, caroténoïdes, et chlorophylles dans les échantillons d'huile étudiés a révélé une augmentation en présence de romarin.
- ✓ Les échantillons d'huile d'olive étudiée présente une acidité faible qui respecte les normes établies par le C.O.I.
- ✓ L'huile analysée a un taux de peroxyde qui est compris dans l'intervalle établi par le C.O.I
- ✓ Les résultats d'absorbances en UV (K270) respectent bien les valeurs préconisées par la norme du C.O.I
- ✓ Les résultats d'absorbances en UV K232 sont conformes aux normes établies par le C.O.I.
- ✓ L'activité antioxydante est plus élevée dans les huiles additionnée au romarin.

Ces résultats permettent de conclure que l'enrichissement de l'huile d'olive avec les feuilles de romarin a relativement augmenté sa composition en antioxydants. Par conséquent, cette huile produite peut constituer un aliment fonctionnel potentiel par sa richesse en molécules bioactives naturelles.

Heureusement, nos résultats ont abouti à classer les échantillons d'huile analysées dans les deux meilleurs catégories à savoir : extra vierge et vierge. Cela peut être expliqué par la bonne qualité des olives (à cause d'une cueillette adéquate) et aussi aux bons procédés d'extraction traditionnels utilisés.

Pour compléter cette étude il serait intéressant d'envisager d'autres aspects à savoir :

- Quantifier et identifier les composés phénoliques par des méthodes plus précises : HPLC...
- Améliorer sans cesse les conditions de production et de stockage des multiples variétés d'olives et veiller à une production d'une huile de qualité.
- Faire un enrichissement de l'huile par d'autres plantes médicinales autochtones en suivant leur impact sur la santé.

Références

REFERENCES

A

Aeschbach R., Loliger J., Scott B.C., Murcia A., Butler J., Halliwell B., 1993. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chemistry and Toxicology* ; 32, 31-36.

Ait Yacine Z., Serhrouchni M., Hilali S., 2001. Etude de quelques paramètres déterminant la date de récolte des olives dans le périmètre de Tadhla, *Olivae*, 88: 39-45.

Alain F., 1992. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Mécanismes biochimiques*, 108-115 p.

Albert Y., Leung SF., 1996. *Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used In Foods, Drugs, And Cosmetics*, 2ème édition, Awrley- interscience publication, 445p.

Allalout A., Krichène D., Methenni K., Taamalli A., Oueslati I., Daoud D., ZarroukM., 2009. Characterisation of virgin olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia, *Scientia Horticulturae* 12077- 83.

Altinier G., Sosa S., Aquino R.P., Mencherini T., Loggia R.D., Tubaro A., 2007. Characterization of topical anti-inflammatory compounds in *Rosmarinus officinalis* L J, 1723p.

Angerosa F., 2002. Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels, *Eur. J. Lipid Sci. Technol* ; 104, 639-660 p.

Aparicio-Ruiz R., Gandul-Rojas B., 2012. Thermal degradation kinetics of neoxanthin, violaxanthin, and antheraxanthin in virgin olive oils ,*J. Agric.FoodChem.*60: 5180–5191.

Association Française Interprofessionnelle de l'Olive (Afidol), 2003. Comité Economique Agricole de l'Olivier, *Les Bonnes Pratiques d'Hygiène pour la fabrication d'Huile d'Olive Vierge*, Version indice7.

Ayachi W., Boufekhed D., 2016 /2017. Enrichissement de l'huile d'olive par les mûres sauvages, *Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme master en Sciences Biologique*, Bejaia, Université A. Mira de Bejaia, 04p.

Azzi A., Stocker A., 2000. Vitamin E: non-antioxidant roles. *Progress in Lipid Researc*, 39(3), 231-255p.

B

Baccouri O., Guerfel M., Baccouri B., Cerretani L., 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian mono varietal virgin olive oils with regard to fruit ripening, *Food Chemistry*, 109: 743-754p.

Baiano A., Gambacorta G., Terracone C., Previtali M.A., Lamacchia C., La Notte E., 2009. Changes in phenolic content and antioxidant activity of Italian extra-virgin olive oils during storage, *Journal of Food Science*, 74 (2): 177-183.

Belassla M., 2019. La consommation de l'huile d'olive ne dépasse pas le 1.5kg /an par personne en Algérie, Algérie presse service (APS), [<http://www.aps.dz/regions/97465-la-consommation-de-l-huiled-olive-ne-depasse-pas-le-1-5-kg-an-par-personne-en-algerie>].

Ben Rached M., Abdallah M., Guerfel M., 2014. Compositional quality of Zalmati virgin olive oil: Effect of the aromatization process with rosemary essential oils (*Rosmarinus officinalis* L.), *African Journal of Agricultural Research* 9, 3276-3282.

Ben Temime S., Taamalli W., baccouri B., Abaza L., Daoud D., Zarrouk M., 2000. Changes in olive oil quality of chétoui variety according to origin of plantation, *Journal of Food Lipids*, 13, 88–99p.

Benaziza A., Semad D., 2016. Oleiculture: Caracterisation De Six Varietes D'olives Introduites Dans Le Sud – Est Algerien , *European Scientific Journal*, 12 (33), 545-551p.

Bendif H., 2017. Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr, these de doctorat en science biologique, L'école Normale Supérieure De Kouba-Alger, 26-27p.

Bendini A., Cerretani L., Carrasco-Pancorbo A., Gomez-Caravaco A.M., Segura-Cerretano A., Fernandez-Gutierrez A., Lercker G., 2007. Phenolic molecules in virgin olive oils; a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods, An overview of the last decade, *Molecules*, 12 (8), 1679-1719 p.

Bengana M., Bakhouch A., Lozano-Sánchez J., Amir Y., Youyou A., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A., 2013. Influence of olive ripeness on chemical

properties and phenolic composition of Chemlal extra-virgin olive oil, *Food Research International* 54(2013) 1868–1875.

Benlemlih M., Ghanam J., 2012. La composition chimique des fruits d'olive polyphénols d'huile d'olive trésors santé, Belgique, ISBN : 978-2-87211 : 117-123p.

Benlemlih M., Ghanam J., Henri J., 2016. Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé : Polyphénols aux actions antioxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses, anti-âge et protectrices cardio-vasculaires, Edition: marco pietteur, Belgique : 59-97 p.

Bentekaya I., Hassouna M., 2007. Effets des chlorophylles du bêta-carotène de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne, Institut National Agronomique de Tunisie (INAT), 14p.

Bentemim S., Manai H., Methnani K., 2008. Sterolic composition of Chetoui virgin olive oil: Influence of geographical origin, *Food Chemistry*; (10), 366-374p.

Benyahia N., Zien k., 2003. A special look at the waste problems of the olive oil industry and the latest viable solutions, Contribution spéciale de SBA à SESEC II, 2-7p.

Bianchi G., 2003. Lipids and phenols in table olives, *European Journal of Lipids and Science Technology*, 105: 229-242p.

Boskou D., Blekas G., Tsimidou M., 2006. Olive oil composition In *olive oil: Chemistry and Technology*, Boskou, D., Ed. The American Oil Chemists' Society Press 41-72 p.

Boulfane S, Maata N, Anouar A, Hilali S., 2015. Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc, *Journal of Applied Biosciences*. 87 (1) : 8022–8029.

Brenes M., Garcia A., Dobarganes M.C., Velasco J., Romero C., 2002. Influence of thermal treatments simulating cooking processes on polyphenols content in virgin olive oil, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5962-5967.

Breton C., Medai F., Pinatel C., Berville A., 2006. De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europaea*, Dans le bassin méditerranéen, *Cahier Agricultures* ; 15 N° 4, 329-336 p.



C.O.I. : Conseil Oléicole International ,2015. Commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive/ T.15/NC n 3/Rév. 8 Février 2015.

Cavero S., Jaime L., Martin-Álvarez P. J., Señoráns F. J., Reglero G. Ibañez E., 2005. In vitro antioxidant analysis of supercritical fluid extracts from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L), *European food research and technology*, 221, 478-486p.

Ceci L. N. and Carelli A. A., 2007. Characterization of monovarietal Argentinian olive oils from new productive zones. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 84: 1125-1136

Chabour M., 1986. Oléotechnie et valorisation des sous-produits de l'olivier, 6^{ème} cours international d'oléiculture.

Chevalier A., 1948. L'origine de l'olivier cultivé et ses variations, *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale* ,N 303-304.janvier-Février 1948.

Chimi H., 2001. Qualité des huiles d'olives au Maroc, *Transfert de technologie en Agriculture, MADREF/DERD*, 79 :1-4p.

Chimi H., 2006. Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité, *Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture*, 141 : 1-4p.

Cichelli A., Pertesana G.P., 2004. Le liquide de la haute performance chromatographique l'analyse de chlorophylles pheophytins et de carotenoids dans les huiles d'olive vierges: chemometric s'approchent à la variété classification, *Journal of chromatography*, 1046, 141-146p.

Codex alimentarius, 2013. Standard for olive and olive pomace oils codex stan 33-1981 Adopted in 1981, Revision: 1989, 2003, 2015. Amendment: 2009.

Codex alimentarius, 2015. Standard for olive and olive pomace oils codex stan 33-1981 Adopted in 1981. Revision: 1989, 2003, 2015. Amendment: 2009, 2.

Conseil Oleicole Internatioal, 2000. Collection : Manuels pratiques, Amélioration de la qualité de l'huile d'olive, COI, Madrid, Edi ADICOM. S.L, 70 p.

Conseil Oleicole Internatioal., 2018. Normes commerciales applicables aux huiles d'olive et aux huiles de grignon d'olive. Conseil Oléicole International. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 12 Juin 2018.

Conseil Oleicole International , 2018. Analyse sensorielle de l'huile d'olive : méthode d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge, COI/T/ 20/Doc. n° 15/Rev.10.

Conseil oléicole international, Les Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles grignons d'olive ». Loc. cit P 09.

Cortesi N., Rovellini P., Fedeli E., 2000a. Cultivars, technologie et qualité des huiles d'olive, *Olivae*, 81: 26-35.

Couplan F., styner E., 2013. Les plantes sauvages (comestibles et toxiques), Ed Paris, 143p.

Criado M.N., Motilva M.J., Goni M., Romero M.P., 2004. Comparative study of the effect of the maturation process of the olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin oils from Arbequina and Farga cultivars, *Food Chemistry*, 100, p. 748-755p.

D

Dabbou, S., Gharbi, I., Dabbou S., Brahmi F., Nakbi A., Hammami M., 2011. Impact of packaging material and storage time on olive oil quality, *African Journal of Biotechnology*. 10, 16937-16947.

De Oliveira M.A.L., Balesteros M.R., Faria A.F., VasF.A.S., 2010.Determination of olive oil acidity In olives and olive oil in health and disease prevention, First edition, Academic Press in anim print of Elsevier.

Delgado-Adámez J., Baltasar M.N.F., Concepción Ayuso Yuste M., MartínVertedor D., 2014. Oxidative stability, phenolic compounds and antioxidant potential of a virgin olive oil enriched with natural bioactive compounds, *Journal of Oleo Science*. 63, 5565.

Demnarti D., 2008. Les facteurs qui influençant sur la qualité de l'huile d'olive, Blogger, [<http://demnatidalila.blogspot.com/search?updated-max=2008-10-02T12:30:00Z&max-results=1>].

Dhifi W., Ben Khedher M., Elyes Kechouk M., Marzouk B., 2006. Etude qualitative et quantitative des arômes et des polyphénols de quelques huiles d'olive de Tunisie, *Olivae*, 105 : 36-40.

Digiovachino L., 1991.L'extraction de l'huile des olives par les systèmes de la pression de la centrifugation et de la percolation : Incidences des techniques d'extraction sur les rendements en huile, *Olivae*, 36: 14 – 41p.

Douzane M., Nouani A., Dako E., Bellal M.,2012. 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 resuarche*; 7 (34), 4738-4750p.

e

Edburga L., Krause H., Waldemar A., Ternes S., 2000.Bioavailability of the antioxidative *Rosmarinus officinalis* compound carnosic acid in eggs. *Food Res Technol* ; 210, 161–164p.

El Antari A., El Moudni H., Ajana H., Cert A., 2003a. Etude de la composition lipidique de deux compartiments du fruit d'olive (pulpe et amande) de six variétés d'oliviers cultivées au Maroc. *Olivae*, 98 : 20-28p.

El Antari A., Hilal A., Boulouha N., El Moudni A., 2000. Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimiques de l'huile d'olive vierge extra au Maroc, *Olivae*, 80 : 29-36p.

El Murr M., 2005.Applications des méthodes chimiométriques pour la caractérisation des huiles d'olive Libanaises en fonction des biotopes, Mémoire DEA, Contrôle et gestion de la qualité "application à l'agroalimentaire, Université Saint Esprit de Kaslik (USEK), 111p

Erkan N., Ayranci G., Ayranci E., 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol, *Food Chemistry*, 110, 76–82p.

Essiari M., Bachir S., Zouhair R., Chimi H., Misbahi H., Boudkhil M., 2014. Influence de la Variété et du Milieu de Culture Sur la Composition en Acide Gras, en

Stérols et en Polyphénols Totaux Pour les Huiles Vierges de Quatre Variétés D'olives de la Région de Saïs (Maroc), European Journal of Scientific Research; 125, 95-114p.

F

F.piozzi, J., 1994. Phytochemistry: 3, 125p.

F.piozzi, J., 1996. Phytochemistry: 6, 146p.

Fakourelis N., Lee E.C., Min D.B., 1987. Effect of chlorophyll and β -carotene on the oxidation stability of olive oil, Journal of Food Science, 52 (1): 234-235.

Fares Y., 2002. Incidence de facteurs agronomiques sur la qualité de l'huile d'olive, mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, U sek, Liban 9-26p.

Farzad N., Negin F., Mehrdad N-G., 2015. Beneficial Effects of Endurance Exercise with Rosmarinus officinalis Labiatae Leaves Extract on Blood Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Peroxidation in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats, Canadian Journal of Diabetes, 39, 229-234p.

Fedeli E., 1997. Technologie de production et de conservation de l'huile. In : Encyclopédie mondiale de l'olivier. Ed. Plaza et Janes, 253-273p.

Franke E., 1985. Chemistry of auto oxidation mechanism products and flavor significance, In: "Flavor chemistry of fats and oils". D.B. Min, T. H Smouse Eds. p 1. AOCS Press, Champaign, IL, USA.

Frankel E., Bakhouch A., Lozano-Sanchez J., Segura-Carretero A., Fernandez-Gutierrez A., 2013. Literature review on production process to obtain extra virgin olive oil enriched in bioactive compounds. Potential use of by products as alternative sources of polyphenols, Agric.FoodChem, 615179–5188.

Frankel E., 1998. Methode to determine extent of oxidation, Lipid oxidation, 79-98 .

G

Gandul-Rojas B., Minguez-Mosquera I., 1996a. Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various Spanish olive varieties, *Journal of Science and Food Agriculture*, 72: 31-39.

García J.M., Sella S., Pérez-Camino C. M., 1996. Influence of Fruit Ripening on Olive Oil Quality , *J. Agric,Food Chem.*, 1996, 44 (11),3516–3520p.

Ghalmi R., 2012. Effet des facteurs agronomiques et technologiques sur le rendement et les qualités de l’huile d’olive, Thèse de doctorat en science alimentaire, École nationale supérieur agronomique el-harrache –Alger, 27p.

Ghezlaoui B., 2011.Influence de la variété, Nature du sol et les conditions climatiques sur la qualité des huiles d’olives des variétés Chemlal, Sigoise et d’Oléastre dans la Wilaya de Tlemcen, *Mém Mag, Univ Tlemcen*, 213p.

Gigon R., 2010. Huile d’olive, *Olea europaea L*, *Phytothe rapie*, 8, 129–135p.

Giovanna V., Carlo S., Simone N., 1999. Triacylglycerols of the olive fruit (*Olea Europeae*): Characterization of mesocarp and seed triacylglycerol in different cultivars by liquid chromatography and c^{13} NMR spectroscopy. *Fett/Liquid*, ; 5- (4), 146150p.

Giuffrida D., Salvo F., Salvo A., La Pera L., Dugo G., 2007. Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various Sicilian olive varieties, *Food chemistry*, 101 (2), 833-837p.

Gómez-Rico A., Fregapane G., Salvador M.D., 2008. Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils, *Food Research International*, 41: 433–440p.

Gómez-Caravaca A.M., Cerretani L., Bendini A., Seguera-Carretero A., Fernandez-Gutierry A., Del Carlo M., Compagnone D., Cechelli A., 2008. Effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the phenolic profile and selected chemical parameters of olive oil, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 56 (12): 4577-4583.

Haddam M., Hammadi chimi H., Amine A., 2014. Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité, OCL, 21(5), 507p.

Hadjou L., Lamani O., Cheriet F., 2013. Labellisation des huiles d'olive algériennes: contraintes et opportunités du processus, NEW MEDIT, n° 2, 78p.

Hdaddi M., 2009.Détermination de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de lavandula stoechas : 7-16-17p.

Henry S., 2003. L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, SES utilisations en pharmacie et en cosmétique, 29p.

Hensel W., 2010. 350 plantes médicinales : Les indispensables de la chaux, Ed paris, 45 p.

Herrero M., Arráez-Román D., Segura A., Kenndler E., Gius B., Raggi M. A., Ibáñez E., Cifuentes A., 2005. Pressurized liquid extraction–capillary electrophoresis–mass spectrometry for the analysis of polar antioxidants in rosmmary extracts, Journal of chromatography A, 1084, 54-62p.

Herrero M., Arráez-Román D., Segura A., Kenndler E., Gius B., Raggi M.A., Ibáñez E., Cifuentes A.,2005. Pressurized liquid extraction–capillary electrophoresis–mass spectrometry for the analysis of polar antioxidants in rosmmary extracts, Journal of chromatography A, 1084, 54-62p.

Hofmann H., 2014. Miniguide tout terrain plante de santé, ED française: véronique cezard, 79p.

I

Iserin P., 2001.Encyclopédie des plantes médicinales, Tome 2.Ed, larousse.londres, 226p.

Issaoui M., Nakbi A., Dabbou S., Koubaa N., Echbili A., Hammami M., Attia N., 2010. Evaluation of antioxidant activities of phenolic compounds from two extra virgin olive oil, Journal of Food Composition and Analysis ; 23: 711-715.

J

Jean-Christophe T., Chadouli Si-M., 2012. Les plantes aromatiques et médicinales : Un exemple de développement humain au Maroc la coopérative féminine de Ben Karrich.

Jean-Claude A., 2013. Huiles d'olive biologiques (propriétés thérapeutiques, diététiques et gastronomiques) ,Ed Médicis, Paris.

Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G., 2006 . Science des aliments, Ed. Tec Doc, Vol.1, ISBN. 2-7430-0833- 4,197-223p.

Jose R.M., Xicota L., Fitó M., Farré M., Dierssen M., Rafael de la Torre A., 2015. Potential Role of Olive Oil Phenolic Compounds in the Prevention of Neurodegenerative Diseases, Molecules, 20, 4655-4680p.

K

Karleskind A., 1992. Manuel des corps gras, Ed.Tec et Doc., Lavoisier, Paris , 1204-1425p.

Kholoud S., Ramadan B., Olfat A., Khalil F., Enas N., Danial S., Hanan S., Alnahd A., Najla O., Ayaz Z., 2013. Hypoglycemic and hepatoprotective activity of Rosmarinus officinalis extract in diabetic rats J Physiol Biochem , 69:779–783 p .

Kiritsakis A., Markakis P., 1998. Olive oil: a review, Adv, Food Res, 31, p. 453-482p.

L

Laurent A., Barnouin A., 2000. L'olive, Ed Minevra, 140p.

Lazzeri Y., 2009. Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture Méditerranéenne, l'olivier en Méditerranée, conférence Centre Culturel Français de Tlemcen – Algérie .Nov. 2009 ,12-13p.

Les variétés d'olives dominantes à l'Algérie, Procesliva, 22 Mars 2011,[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://procesoliva.wordpress.com/2011/03/22/les-varietes-dolives-dominantes-alalgerie/amp/&ved=2ahUKEwjtpexi_c3sAhWDz4UKHaFRBRYQFjAAegQIARAB&usg=AOvVaw36Bm7sAxEy0RT3nqbw3yfY&pcf=1].

Luna G., Morales M.T., Aparicio R., 2006. Characterisation of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions, *Food chemistry*, 98, 243-252p.

M

Macheix J. J., Fleuriet A., Jay-Allemand C., 2005. Les composés phénoliques des végétaux un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, Presses polytechniques et universitaires romandes, 192p.

Maestri D., Jose, M., Labuckas D.O., Lamarque A.L., Zygodlo J.,Guzmán, CA., 1997. Evaluation of the antioxidant potentiality of anethole, eugenol, thymol and 1, 8-cineole in soybean oil. *An Asoc Quim Argent.* 85, 179-187.

Maestro R., Garcia J.M., Castellano J.M., 1993. Changes in polyphenol content of olives stored in modified atmospheres, *Hort science*, 28, p 1.

Manai-Djebali H., Krichene D., Ouni Y., Gallardo L., Sánchez J., Osorio E., Daoud D., Guido F., Zarrouk M., 2012. Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia, *Journal of Food Composition and Analysis*, 27, 109-119p.

Minguez-MosqueraM., Gandul-Rojas B., Garrido-Fernandez J.et al., 1996. Pigments present in virgin olive oil. *JAOCS*67:192-196.

Mini-encyclopédie des aliments, 2008. La préparation et la conservation de plus de 1 000 aliments, 2008-08-26.

Molyneux Philip., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *J Sci Technol* 26, 212-219.

MOON J.K., SHIBAMATO T., 2009. Antioxidant assays for plant and food compounds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (5), 1655-1666.

Morales M.T., Rios J.J., Aparicio R., 1997.Changes in the volatile composition of virgin olive oil during oxidation: Flavors and off-flavors, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:2666–2673p.

Morelló J.R., Romero M.P., Motilva M.J., 2004. Effect of maturation process of the olive fruit on the phenolic fraction of drupes and oils from Arbequina, Farga and Morrut cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,52, 6002–6009.

Mudasir A., Tantry I., Shabir S., Khan R., Afsha H., Akbar S.,2012. Determination of essential oil composition of *Rosmarinus officinalis*, Growing as exotic species in kashmir valley *Chemistry of Natural Compounds*; 47, N° 6, 1112-1114p.

O

Ocakoglu D., 2008. Classification of Turkish virgin olive oils based on their phenolic profiles Master of Science In Food Engineering Graduate School of Engineering and Science, Izmir institute of technology Turkish,139 p.

Okamura N., Haraguchi H., Hashimoto K., Yagi A., 1994. Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* leaves, *Phytochemistry*. Vol 37, 1466 p.

Okogeri O., Tasioula-Margari M., 2002. Changes occurring in phenolic compounds and α -tocopherol of virgin olive oil during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1077-1080p.

Ollé M., 2002. Analyse des corps gras DGCCRF, Laboratoire interrégional de Montpellier France, *Techniques de l'ingénieur*,3325p.

Ollivier D., Boubaul E., Pinatel C., Souillol S., Guérère M., Artaud J.,2004 . Analyse de la fraction phénoliques des huiles d'olive vierges *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*, 2ème Semestre -N°965, 169-196p.

Ono E., Fukuchi-Mizutani M., Nakamura N., Fukui Y., Yonekura-Sakakibara K., Yamaguchi M., Nakayama T., Tanaka T., Kusumi T., Tanaka Y., 2006. Yellow flowers generated by expression of the aurone biosynthetic pathway, *Proc Natl Acad Sci U S A.*, 103: 11075-11080.

Ouaouich A., Chimi H., 2007. Guide du producteur de l'huile d'olive, Projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones périurbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc, Vienne. 11-23p.

Ouarzki H., 2007. Etude du pouvoir antioxydant des extraits phénoliques des olives vertes de la variété Chamlal et de deux acides phénoliques: acide gallique et acide cinnamique sur deux huiles végétales (l'huile d'olive et huile de tournesol), *Mémoire d'Ingénieur d'Etat en biologie, option : C.Q.A, Université Ahmed Ben bella, Oran*, 118 p.

Owen R.W., Giacosa A., Hull W. E., Haubner R., Spiegelhalder B., Bartsch H., 2000a. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil, Eur J Cancer, 36, 1235-1247p.

Owen RW., Mier W., Giacosa A., Hull WE., Spiegelhalder B., Bartsch H., 2000b. Phenolic compounds and squalene in olive oils : the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene, Food Chem, Toxicol , 38: 647-659p.

Ozen B., Ocakoglu D., Tokatli F., Korel F. 2011. Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years ,Food Chemistry, 113: 401–410.

P

PATTON S., KURTZ G. W., 1951. 2-thiobarbiturique acid as reagent for detecting milk fat oxidation, Dairy Science, 34, 669-674.

Paul I., 2001. Encyclopédie des plantes médicinales : Identification, préparation soin, Ed Larousse / VUEF, 128-143p.

Perrin J., 1992. Minor Components, Natural Antioxidants of Olives, and Olive Oils .Rev. Franç, Corps Gras39:25-32.

Perrin J.L. 1992. Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile, Etude et recherche, 4 : 25-31.

Piozzi F., Phytochemistry J., 1994: 3, 125p.

Piozzi F., PhytochemistryJ., 1996: 6, 146p .

Prieto, J.M., Patrizia, I., Pierluigi, C., Silvio C., 2007. In vitro activity of the essential oils of Origanum vulgare, Satureja montana and their main constituents in peroxy nitrite induced oxidative processes, Food Chemistry, 104, 889-895.

Psomiadou E., Tsimidou M., 2002. Stability of Virgin Olive Oil, 1. Autoxidation Studies, Journal of Agriculture and food Chemistry, 50 (4), 716-720 p.

Q

Quezel P., Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tom I, C.N.R Paris.

R

Ramirez P., Señoráns F. J., Ibañez E., Reglero G., 2004. Separation of rosmarin antioxidants compounds by supercritical fluid chromatography on coated packed capillary columns, *Journal of chromatography A*, 1057, 241-245p.

Ramírez-Tortosa M.C., Granados S., Quiles J.L., 2006. Chemical composition types and characteristics of olive oil In *Olive oil and health*, CABI Publishing, 45-62p.

Ryan D., Robardas K., Lavee S., 1998. Evaluation de la qualité de l'huile d'olive, *Olivae*, 72, 26-38p.

S

Salvador M.D., Aranda F., Fregapane G., 2001. Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality: A study of four successive crop seasons, *Food Chemistry*, 73: 45-53

Schauenberg O., Paris F., 1977. Guide to Medicinal Plants. Keats, New Canaan, C T.

Servili M., Selvaggini R., Esposto S., Taticchi A., Montedoro G., Morozzi G., 2004. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: Agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil, *Journal of Chromatography A*, 1054, 113-127p.

Soler-Rivas C., Espin C. J., Wichers H., 2002. Oleuropeine and related compounds, *journal of the Science Food and Agriculture*, 80 (7), 1013-1023p.

Solinas M., 1992. Les principes d'extraction de l'huile d'olive, *Olivae*, 42: 31-35p.

Stiti N., Msallem M., Triki S., Cherif A., 2002. Etude de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive de différentes variétés Tunisienne, *La Rivista Italiana dell Sostanze Grasse*, 79(10), 357-363p.

T

Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M., Elamrani A., 2011a. Amelioration qualitative d'huiles d'olive produites, Technologies de laboratoires, vol 23, 5863p.

Tepe B., Sokmen, M., Akpulat H.A., Daferera D., Polissiou M., Sokmen A., 2005. Antioxidative activity of the essential oils of *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus* and *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*, Journal of Food Engineering, 66, 447–454.

Touafek O., Nacer A., Kabouche A., Kabouche Z., Bruneau C., 2004. Chemical composition of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* cultivated in the Algerian Sahara, Chemistry of Natural Compounds; 40, No. 1, p28-29.

Tsimidou M.Z., Georgiou A., KoidisTassos O., Boskou D., 2005. Loss of stability of “veiled” (cloudy) virgin olive oils in storage, Food Chemistry; 93:377-383p.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2011

v

Veillet S., 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation, thèse de doctorat en Science de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 1-153p.

Vichi S., Castellote A.I., Pizzale L., Conte L.S., Buxaderas S., Lopez-Tamames E., 2003. Analysis of virgin olive oil volatile compounds by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography with mass spectrometric and flame ionization detection, Journal of Chromatography A, 983: 19-33p.

Vinha AF., Ferreres F., Silva BM., Valentao P., Gonçalves A., Pereira JA., Oliveira MB., Seabra RM Andrade PB., 2005. Phenolic profile of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influence of cultivar and geographical origin, Food Chemistry, 89 (4), 561-568p.

Visioli F., Galli., 1998. The effect of minor constituents of olive oil on cardiovascular disease, Nutrition Reviews 56, 142-147.

y

Yoshida H., Tatsumi M., KAJIMOTO G., 1992. Influence of fatty acids on the tocopherol stability in vegetable oils during microwave heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69, 119-125.

Youdim K. A., Deans S. G., 1999. Dietary supplementation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil during the lifetime of the rat: its effects on the antioxidant status in liver, kidney and heart tissues. *Mechanism of Ageing and Development*. 109 (3) 163-175.

YVON A., 2006. Etude sur la filière oléicole en amont en Algérie expertise effectuée par le groupe d'étude Geomar International, pour le compte du MADR, Algérie, Juin. 2006, 46.

Z

Zarrouk M., Marzouk B., Ben Miled Daoud D., Chérif A., 1996. Accumulation de la matière grasse de l'olive et l'effet du sel sur sa composition, *Olivae*, 61, 41-45p.

Zermane A., Larkeche O., Meniai A.H., Crampon C., Badens E., 2016. Optimization of Algerian rosemary essential oil extraction yield by supercritical CO₂ using response surface methodology *C. R. Chimie*; 19,538-543p.

ZRYD J-P., 1988. Culture de cellules, tissus et organes végétaux, *Fondement théorique*, Ed. Technique et documentation Lavoisier, 80 p.