

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ - BOUIRA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DEPARTEMENT d'AGRONOMIE



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/DSA/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER II

Domaine : SNV      Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par : M<sup>me</sup> MEDJRAS Samia

### Thème

Étude de la qualité de l'huile d'olive produite dans la région  
de Bouira durant la campagne oléicole 2021/2022:

Effet de la période de trituration

Soutenu le : 04/07/2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
M <sup>me</sup> HAMID Sonia	MCA	Univ. Bouira	présidente
M <sup>r</sup> REKAB Djabri Hamza	MCA	Univ. Bouira	Promoteur
M <sup>r</sup> NOURI Alaoua	MAA	Univ Bouira	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

## *Remerciements*

En premier lieu je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le force et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Ma profonde gratitude s'exprime pour mon promoteur Monsieur REKAB Djabri Hamza pour le temps consacré, ses précieux conseils et son inestimable appui, dans l'élaboration de ce travail.

Je remercie également Monsieur SADOUDI Rabah, chef de département Agronomie à l'université Mouloud MAAMERI de Tizi Ouzou de m'avoir facilité l'accès au laboratoire biomédical et d'avoir mis à ma disposition tout le matériel et équipements nécessaires pour la réalisation de mon projet.

Je remercie également Monsieur NOURI Alaoua, qui a donné son accord pour examiner et juger mon travail.

Je suis reconnaissante envers toutes les personnes qui ont, d'une manière ou d'une autre, contribué à la concrétisation de mon projet.

**Samia**

## *Dédicaces*

Et voilà aujourd'hui arrivé, un jour particulier dans ma vie, où l'effort de longues années d'études a enfin donné son fruit, mais seule je n'y serai jamais arrivée. C'est pour cela, je tiens à rendre hommage à toutes les personnes qui m'ont soutenue. Tout d'abord aux deux personnes qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, sans lesquels je n'y serai jamais parvenue et que je ne remercierai jamais assez, à ceux qui ont veillé pour mon bien être, à ceux qui étaient présents pendant les moments les plus difficiles de ma vie et qui m'ont encouragé le long de mes études, à ma défunte chère maman qui m'a donné l'espoir et l'amour, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

- A mes anges : Dyna, Raouf et Elyne
- A mon mari
- A mes fidèles frères et sœurs
- A tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réussite de ce modeste travail.

**Samia**

## Sommaire :

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Première partie : synthèse bibliographique</b>	
1. Dénomination et définition .....	03
1.1-L'huile d'olive .....	03
1.1.1-Les huiles d'olive vierges .....	03
1.1.2-L'huile d'olive raffinée .....	03
1.1.3-l'huile d'olive .....	03
1.2-l'huile de grignon d'olive .....	04
2. composition biochimique de l'huile d'olive .....	04
2.1- la fraction saponifiable .....	04
2.2- la fraction insaponifiable.....	05
2.3- Autres composés .....	07
3- Les caractéristiques de l'huile d'olive .....	07
3.1- Les propriétés chimiques .....	07
3.2- les propriétés physiques .....	08
4. Les bienfaits de l'huile d'olive .....	09
4.1-Intérêt nutritionnel de l'huile d'olive et son impact sur la santé .....	09
4.2- Intérêt thérapeutique .....	09
4.2.1- L'huile d'olive et la pression artérielle.....	09
4.2.2- l'huile d'olive et le diabète.....	10
4.2.3- L'huile d'olive et les fonctions digestives .....	10
4.2.4- L'huile d'olive et le vieillissement .....	10
4.2.5-L'huile d'olive et la croissance .....	11
4.2.6- L'huile d'olive et les maladies cardio-vasculaires .....	11

4.2.7- L'huile d'olive et le cancer .....	11
4.2.8- Autres effets de l'huile d'olive .....	12
5. facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive .....	12
5.1- Facteur variétal .....	12
5.1.1- effet variétal sur la teneur en huile .....	12
5.1.2- Effet variétal sur la composition biochimique de l'huile d'olive .....	12
5.2- Autres facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive .....	13
5.2.1- effet du climat .....	13
5.2.2- Effet de l'entretien du sol .....	14
5.2.3- Effet de l'irrigation .....	14
5.2.4- Effet de la fertilisation .....	14
5.2.5- effet de la taille .....	15
5.2.6-Effet du contrôle phytosanitaire .....	15
5.2.7- Possibilité de traitement phytosanitaire .....	15
5.2.8- Effet de la maturation .....	16
5.2.9-Effet du système de récolte des olives .....	17
5.2.10- Incidence du stockage des olives avant transformation .....	17
5.2.11-Effet du système d'extraction .....	18
5.2.12- Indice de stockage et la conservation de l'huile .....	20
5.3-Les critères de qualité de l'huile d'olive .....	20

## **Deuxième partie : Etude expérimentale**

### **Chapitre I : matériels et méthodes**

1. Echantillonnage.....	23
2. Analyses physiques.....	23
2.1- Teneur en eau et en matières volatiles (humidité) .....	23
2.2- Absorbance spécifique au rayonnement UV .....	24
3. Analyses chimiques .....	25

3.1- Acidité.....	25
3.2-Indice de peroxyde .....	26
3.3-Indice d'iode.....	27
4. Analyse de la composition .....	27
4.1- teneur en chlorophylle et en caroténoïde .....	27
4.2-Teneur en composés phénoliques .....	28
4.3-Teneur en ortho-diphénols .....	28
4.4-Composition en acides gras .....	29
4.5-Le test d'oxydabilité (rancimate) .....	29
<b>Chapitre II : Résultats et discussion</b>	
1. Analyses physiques .....	31
1.1-Teneur en eau et en matières volatiles .....	31
1.2- Absorbance spécifique au rayonnement ultra-violet(UV) .....	32
2. Analyses chimiques .....	35
2.1- Acidité .....	35
2.2-L'indice de peroxyde .....	38
2.3- L'indice d'iode .....	40
3. Analyse de la composition de l'huile .....	40
3.1-Teneur en chlorophylles .....	40
3.2-Les caroténoïdes .....	42
3.3-Teneur en composés phénoliques .....	44
3.4-Les ortho-diphénols .....	46
3.5-La composition en acides gras .....	48
3.6- Le test d'oxydabilité (rancimate) .....	49
4. Classification des huiles .....	50
<b>Conclusion.....</b>	<b>5</b>

## **Liste des tableaux :**

<b>Tableau I</b> : composition de l'huile d'olive en triglycérides (RYAN et al, 1998).....	04
<b>Tableau II</b> : composition de l'huile d'olive en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% d'esters méthyliques) (COI, 1999).....	05
<b>Tableau III</b> : les propriétés chimiques de l'huile d'olive.....	07
<b>Tableau IV</b> : les propriétés physiques de l'huile d'olive.....	08
<b>Tableau V</b> : composition en polyphénols et tocophérols de quelques variétés d'huile d'olive vierge cultivées en Espagne (APARICIO et LUNA, 2006).....	13
<b>Tableau VI</b> : critères de qualité des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive (COI, 2003).....	21
<b>Tableau VII</b> : Résultats de recherche.....	22
<b>Tableau VIII</b> : la teneur en eau et en matières volatiles de l'huile.....	31
<b>Tableau IX</b> : extinction spécifique dans l'UV à 232nm.....	33
<b>Tableau X</b> : extinction spécifique dans l'UV à 270nm.....	34
<b>Tableau XI</b> : les valeurs d'acidité des échantillons d'huile analysés .....	36
<b>Tableau XII</b> : l'indice de peroxydède l'huile d'olive dans les trois périodes de trituration.....	38
<b>Tableau XIII</b> : l'indice d'iode des échantillons d'huile étudiés.....	40
<b>Tableau XIV</b> : la teneur en chlorophylles de l'huile analysée.....	41
<b>Tableau XV</b> : la teneur en caroténoïdes de l'huile d'olive analysée.....	43
<b>Tableau XVI</b> : la teneur en composés phénoliques de l'huile exprimée en ppm.....	44
<b>Tableau XVII</b> : la teneur en composés ortho-diphénoliques de l'huile en ppm.....	46
<b>Tableau XVIII</b> : profilacide de l'huile d'olive de la région de Bouira exprimée en ppm.....	48
<b>Tableau XIX</b> : les valeurs de rancimate des échantillons d'huile.....	49
<b>Tableau XX</b> : classification des huiles d'olive étudiées selon les normes fixées par le COI(2008).....	51

## Liste des figures :

<b>Figure n°01</b> : la teneur en eau et en matières volatiles de l'huile des trois périodes de trituration.....	32
<b>Figure n°02</b> : les valeurs de l'absorbance à 232nm de l'huile pour les trois périodes de trituration.....	33
<b>Figure n°03</b> : les valeurs d'absorbance à 270nm de l'huile pour les trois périodes de trituration.....	35
<b>Figure n°04</b> : les valeurs de l'acidité de l'huile des trois périodes de trituration.....	37
<b>Figure n°05</b> : l'indice de peroxyde de l'huile des trois périodes de trituration.....	39
<b>Figure n°06</b> : les valeurs moyennes de la teneur en chlorophylles en trois périodes étudiées.....	42
<b>Figure n° 07</b> : la teneur en caroténoïdes de l'huile des trois périodes étudiées.....	43
<b>Figure n°08</b> : la teneur en polyphénols de l'huile des trois périodes de trituration.....	45
<b>Figure n ° 09</b> : la teneur en ortho-diphénols de l'huile des trois périodes de trituration.....	47

## Liste des abréviations :

AGI : acide gras insaturé

AGS : acide gras saturé

A% : acidité

% : pourcentage

C<sub>P</sub>: centpoise

H%: humidité

Echant; échantillon

°C: degré Celsius

Cm: centimètre

Kg: kilogramme

g: gramme

A: absorbance

ml: millilitre

mg: milligramme

COI: conseil oléicole international

IP: indice de peroxyde

E232: extinction spécifique à 232 nm.

E270: extinction spécifique à 270nm.

Méq: milliéquivalent

Ppm: partie par million

UV: ultra-violet

N: normalité

E: écart type

CEE: communauté économique européenne

IV: iodine value

min:minute

nm:nanomètre

AFNOR: association française de normalisation

Fe : fer

Cu : cuivre

o-diphénol: ortho-diphénol

IA : indice d'acidité

Min : minimum

Max : maximum

RRB : résultats de recherche bibliographique.

# **Introduction**

L'huile d'olive est un produit polyvalent, connue de longue date dans le bassin méditerranéen où de nombreuses générations lui ont trouvé l'usage dans les domaines de la santé et de l'alimentation (**SOULHI, 1990**). Elle est sans doute la meilleure des matières grasses utilisées pour la nutrition humaine, y est aussi le symbole sacré de la force, de la lumière et de la vie. Elle représente pour plusieurs pays un enjeu économique et social de première importance.

L'huile d'olive sous réserve d'être extraite à partir du fruit frais, mur et de bonne qualité, se distingue par son goût fruité caractéristique (**UZZAN, 2003**). Elle est pratiquement unique parmi les huiles végétales car elle peut être consommée en l'état en gardant son patrimoine vitaminique, ses acides gras essentiels et d'autres éléments naturels importants qui interviennent directement sur l'harmonie de notre équilibre biologique.

A l'égard de toutes les huiles végétales, l'huile d'olive est composée d'une fraction saponifiable et d'une fraction insaponifiable. Elle exerce un effet protecteur de nombreuses pathologies grâce à la composition équilibrée constituée principalement par l'acide oléique et la présence d'antioxydants responsables du contrôle des radicaux libres dans l'organisme (**VIOLA, 1997**). Grâce à ces particularités, l'huile d'olive fait l'objet d'un contrôle de qualité assez élaboré qui est basé, entre autre sur la mise en œuvre des analyses physico-chimiques destinées à préciser l'état de fraîcheur de l'huile, son degré de pureté et l'absence de contaminants.

Par ailleurs, l'huile d'olive est commercialisée selon la norme du conseil oléicole international qui définit les différentes dénominations et les critères physico-chimiques permettant d'attester sa qualité et vérifier sa pureté (**COI, 2003**). Ces normes sévères de commercialisation ont posé problème aux huiles d'olive algériennes ; celles-ci ont du mal à répondre aux exigences du marché mondial et de ce fait, elles sont qualifiées de qualité inférieure.

Plusieurs facteurs exercent une influence sur la qualité de l'huile d'olive, entre autre la variété, le sol et les conditions climatiques mais aussi de nombreuses conditions liées au cycle de production, transformation et de commercialisation des olives (**CHIMI, 2006**).

La région de Bouira est connue par ses potentialités oléicoles. Son parc oléicole est caractérisé par un mélange variétal ainsi qu'on rencontre principalement la variété chamlal, azerradj et d'autres variétés secondaires. Du verger oléicole jusqu'à la sortie de la chaîne de trituration, de nombreux facteurs interviennent successivement et /ou simultanément pour influencer la qualité de l'huile produite.

A travers notre présente étude nous voulons mettre en évidence les caractéristiques physico-chimiques et l'effet des périodes de trituration sur la qualité nutritionnelle et organoleptique de l'huile d'olive produite dans la localité de Bouira.

La première partie de ce travail consiste en une synthèse bibliographique sur l'huile d'olive, ses bienfaits sur la santé humaine et les facteurs influençant sa qualité, la deuxième partie est consacrée à l'expérimentation où les caractères physiques, les indices de qualité de l'huile, la composition en acides gras, le dosage des composés phénoliques et orthodiphénoliques et l'activité antioxydante vont être déterminés.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographique**

## **1. Dénomination et définition :**

La norme commerciale (COI, 2003) définit les huiles d'olive et grignons d'olive comme suit :

### **1.1-L'huile d'olive :**

Huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L) à l'exception des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature.

#### **1.1.1-Les huiles d'olive vierges :**

Huiles obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, notamment thermiques, qui n'entraînent pas l'altération de l'huile et n'ayant subies aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration.

#### ***Les huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état comportent :***

- Huile d'olive vierge extra : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0.8g pour 100g.
- Huile d'olive vierge : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2g pour 100g.
- Huile d'olive vierge courante : huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3.3 g pour 100g.  
Autre les valeurs d'acidité, ces huiles doivent répondre aux autres caractéristiques correspondant à celles fixées pour chaque catégorie, par la présente norme configurée dans le tableau VI(page18).

#### ***Les huiles d'olive vierges non propres à la consommation en l'état :***

Dénominées « huiles d'olive vierges lampantes » : huiles d'olive vierges dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3.3g pour 100g.Elles sont destinées aux industries de raffinage ou à des usages techniques.

#### **1.1.2-L'huile d'olive raffinée :**

Huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycérique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0.3g pour 100g.

#### **1.1.3-l'huile d'olive :**

huile constituée par le coupage d'huile d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge propre à la consommation en l'état .son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 1g pour 100g.

### 1.2-l'huile de grignon d'olive :

Huile obtenue par traitement aux solvants des grignons d'olive à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature.

### 2. composition biochimique de l'huile d'olive :

L'huile d'olive représente une composition biochimique très variable en fonction de la variété (CIVANTOS, 1986 ; SALVADOR et al, 1998), des conditions climatiques et des pratiques de culture (BOUGGIA et al, 2002).

Elle est constituée d'un mélange d'acides gras saturés et insaturés et uniquement par une fraction de composés divers dites insaponifiables qui sont responsables des aspects liés à l'arôme, au goût, à la couleur et à la stabilité (INGLESE, 1994).

#### 2.1- la fraction saponifiable :

##### a. Composition des triglycérides :

L'huile d'olive est constituée de 97% à 98 % de triglycérides, de 2 à 3% de di-glycérides et de 0.1 à 0.25 % de mono- glycérides, ces deux derniers augmentent avec l'acidité jusqu'à atteindre respectivement 20% et 40% (CIMATO, 1990).

**Tableau I** : composition de l'huile d'olive en triglycérides (RYAN et al, 1998).

Nature	% triglycérides
OOO	40-60
POO	10-20
OOL	10-20
POL	5-7
SOO	3-7

O : acide oléique

L : acide linoléique

P : acide palmitique

S : acide stéarique

##### b. composition en acides gras :

l'huile d'olive a un profil d'acides gras caractéristiques dominés par l'acide oléique qui représente 55-83% des acides gras totaux (JACOTOT, 1994 ; RYAN et al, 1998 ; CHIBOIS, 2000 ; AIT YACINE et al, 2002) et elle est relativement pauvre en acides gras saturés, mais avec une teneur importante en acides gras essentiels (linoléique, linoléique) qui font de l'huile d'olive un produit d'une valeur sur le plan nutritionnel, biologique et une excellente source de lipides alimentaires (NOUHAD et TSIMIDOU, 1998).

Les limites des teneurs en acides gras fixées par le **COI** sont représentées dans le tableau qui suit :

**Tableau II** : composition de l'huile d'olive en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% d'esters méthyliques) (**COI, 1999**).

Acides gras	Longueur de la chaîne et Nombre d'insaturation	Teneur(%)
Acide myristique	<b>C<sub>14</sub>:0</b>	≤0.05
Acide palmitique	<b>C<sub>16</sub>:0</b>	7.5-20.0
Acide palmitoléique	<b>C<sub>16</sub>:1</b>	0.3-3.5
Acide heptadécanoïque	<b>C<sub>17</sub>:0</b>	≤0.3
Acide heptadécénoïque	<b>C<sub>17</sub>:1</b>	≤0.3
Acide stéarique	<b>C<sub>18</sub>:0</b>	0.5-5.0
Acide oléique	<b>C<sub>18</sub>:1</b>	55.0-83.0
Acide linoléique	<b>C<sub>18</sub>:2</b>	3.5-21.0
Acide arachidique	<b>C<sub>20</sub>:0</b>	≤0.6
Acide linoléique	<b>C<sub>18</sub>:3</b>	≤1.0
Acide gâgoléique(eicosénoïque)	<b>C<sub>20</sub>:1</b>	≤4.0
Acide béhénique	<b>C<sub>22</sub>:0</b>	≤0.2
Acide lignocérique	<b>C<sub>24</sub>:0</b>	≤0.2

### 2.2- la fraction insaponifiable:

Comprend de nombreux composés mineurs à fonctions diverses:

-0.3 à 0.7 % d'hydrocarbures(le squalène).

-0.1 à 0.3 % d'alcools triterpéniques.

-0.1 à 0.2 % de phytostérols

-0.005 à 0.015 % de tocophérols et moins de 1 mg/100g de chlorophylles et caroténoïdes (**FEDELI,1977 ; UZZAN, 1992**).

Les composés polaires (polyphénols) et la fraction insaponifiable notamment la composante stérolique et alcoolique présentent un intérêt accru aux fins de la caractérisation variétale des huiles (**INGLESE,1994**).

#### a. Les composés phénoliques :

L'huile d'olive est quasiment la seule huile contenant des quantités notables de substances phénoliques naturelles. Ces composés sont des antioxydants qui contribuent à la bonne stabilité de l'huile en augmentant sa résistance à l'auto-oxydation à l'échelle cellulaire. Ils ont un pouvoir de « scavenger » (piégeage) des radicaux libres et confèrent à l'huile des caractéristiques sensorielles et nutritionnelles intéressantes (**PERRIN, 1992 ; MANAI, 2006**).

La grande variabilité de la teneur et de la composition en polyphénols de l'olive et de son huile est essentiellement due à la variété (**ROMANI et al, 1999**), ainsi qu'au degré de maturité (**AMIOT et al, 1986**), à la récolte et à l'état d'altération que l'huile pourrait subir lors de l'extraction et de la conservation (**MANAI et al, 2006**).

Les principaux composés phénoliques sont l'hydroxytyrosol (HT), le tyrosol(T), les substances chimiquement dérivées de l'HT et l'oléuropeine (ester de l'acide élenolique et de l'HT) responsable de l'amertume du fruit (**AMIOT et al, 1989**).

### **b- Les stérols :**

Les stérols ou phytostérols sont des composés chimiques ayant une structure similaire à celle du cholestérol et ils appartiennent au même groupe(**ARNAUD, 1985**).

La composition de l'huile d'olive en stérols varie entre 100 et 300 mg/100g. Ils sont présents sous forme libre et estérifiés avec des acides gras.

Les principaux stérols sont le B-sitostérol (70 à 90%), le  $\delta$ -5 avénastérol (5 à 20%), le campéstérol (1 à 15%) et le stigmastérol (0.5 à 2 %) (**RYAN et al, 1998**).

Les stérols présentent un paramètre très important pour la détection des fraudes provenant du mélange d'autres huiles de valeurs moins importantes (**CASELLI et al, 1993 ; CASAS et al, 2003**).

### **c. Les tocophérols :**

Le contenu en tocophérols de l'huile d'olive dépend étroitement de la variété et atteint son niveau maximal durant la première étape de la récolte. Sa concentration dans l'huile oscille entre 5 et 300 ppm, elle est en général supérieure à 100 ppm dans les huiles de bonne qualité, avec environ 95% d'alpha tocophérol (**PERRIN, 1992**).

Les différents tocophérols se distinguent entre eux par le nombre et la localisation des groupes méthyles (**UZZAN, 1992**).

On distingue 4 types :  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , la concentration initiale en alpha-tocophérol détermine la vitesse d'oxydation d'une huile, plus l'huile est riche en alpha-tocophérol plus la vitesse d'oxydation est lente et plus l'huile est stable et inversement (**FERRIN, 1992**).

### **d- Les pigments :**

La couleur de l'huile est liée à la présence d'une gamme de pigments dont les principaux sont : les chlorophylles A et B qu'on retrouve naturellement dans les olives fraîches, les phéophytines A et B qui sont formées durant l'extraction d l'huile et les caroténoïdes (**SERANI, 1992 ; MINGUEZ-MOSQUERA et ROJAS, 1996**).

Les chlorophylles peuvent agir en photo-sensibilisateur. En présence de la lumière, ils produisent de l'oxygène singulet (**RAHMANI, 1989 ; KIRITSAKIS et OSMAN, 1995**).

favorisant ainsi la photo-oxygène de l'huile d'olive, alors qu'à l'obscurité ces pigments ont un pouvoir antioxydant (KIRITSAKIS et OSMAN, 1995).

Les caroténoïdes sont des substances naturelles qui jouent le rôle de pigment de couleur jaune à rouge dans beaucoup de fruits et légumes, le plus connu est le bêta-carotène (NEVE, 2002).

Les principaux caroténoïdes présents dans l'huile d'olive sont la lutéine 30 à 60%, le bêta-carotène 5 à 15 % et les xanthophylles (KARLESKIND, 1992).

### 2.3- Autres composés :

L'huile d'olive contient de nombreux autres composants qui sont importants pour diverses raisons (RYAN et al, 1998).

L'arôme délicat de l'huile d'olive tire son origine d'un grand nombre de composants qui sont classés en hydrocarbures aliphatiques, alcools aliphatiques et triterpéniques, aldéhydes, cétones, esters et dérivés furaniques et théophéniques.

La teneur en principaux composés aromatiques de l'huile d'olive est inférieure à 1mg/kg (MORDRET, 1999), cette teneur est influencée par le cultivar, les conditions climatiques, pédologiques et culturales (KIRITSAKIS, 1993).

### 3- Les caractéristiques de l'huile d'olive :

-point de fumée : 210°C contre 180°C pour la température normale de fruit.

-densité : 0.92 (1 litre de l'huile d'olive pèse environ 920g).

-Apport calorique : 9 kcals par gramme.

-conservation : l'huile d'olive rancit moins vite grâce à son indice d'iode peu élevé : 77/88 contre 83/98 pour l'huile d'arachide et 120/132 pour l'huile de tournesol.

-elle se conserve mieux si elle est stockée au frais et protégée de la lumière.

#### 3.1- Les propriétés chimiques :

Les propriétés chimiques de l'huile d'olive sont rapportées dans le tableau III.

**Tableau III** : les propriétés chimiques de l'huile d'olive.

Les propriétés chimiques	
Indice d'acide	0.3-1.0%
Indice d'iode	80-88 g d'iode/100g d'huile
Indice de peroxyde	20 méq O <sub>2</sub> /kg d'huile
Indice de saponification	185-196 mg KOH/g d'huile

### **a- Indice d'acide :**

C'est le nombre de mg de potasse qui neutralisent les acides gras. Cet indice plus qu'il est élevé plus l'acidité est plus forte (hydrolyse des lipides).

### **b-Indice d'iode :**

C'est le nombre de grammes d'iode fixés par 100g de corps. Il renseigne sur le nombre de double liaison présente sur la chaîne d'acide gras insaturé dans le lipide.

### **c-Indice de peroxyde :**

Il permet d'évaluer l'état d'oxydation d'un lipide (peroxydation lipidique). Cet indice peut être défini comme étant le nombre de milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de corps gras.

### **d-Indice de saponification :**

La saponification est le résultat du traitement des glycérides par une base forte telle que la soude ou la potasse. L'indice de saponification est le nombre de milligrammes de potasse nécessaires pour transformer en savons les acides gras libres combinés d'un gramme de corps gras.

## **3.2- les propriétés physiques :**

Les propriétés physiques de l'huile d'olive sont illustrées dans le tableau IV.

**Tableau IV** : les propriétés physiques de l'huile d'olive.

<b>Les propriétés physiques</b>	
Température de fumée	3°C
Point de trouble	Entre 5 et 10°C
Point de fumée	210°C
Température d'ébullition	300°C
Masse volumique	0.914-0.918g cm <sup>3</sup>
Température d'auto inflammation	343
Point d'éclair	225
Viscosité	A 20°C 84Cp.
Densité	0.91
Point de solidification	+0.2°C

### **a-Température de fumée:**

C'est la température à laquelle le produit passe de l'état solide à l'état liquide. Il dépend de la longueur de la chaîne carbonée, du nombre de double liaison et de mélange de triacylglycérols qu'il contient. Les huiles à l'état naturel ne présentant pas un point de fusion mais une zone de fusion (**LINDEN,1994**).

### **b- Le point de fumée :**

C'est la température à laquelle une huile chauffée commence à dégager à la fumée.

### **c- Le point d'éclaire :**

C'est la température à laquelle une huile chauffée s'enflamme au contact d'une flamme dans des conditions définies.

### **d- La densité :**

Les acides gras et les lipides en général, possèdent un grand nombre d'atomes légers : hydrogène et carbone. Les molécules sont volumineuses mais peu denses, de sorte que la masse volumique des acides gras est inférieure à celle de l'eau : les lipides flottent sur l'eau (**FRENOT et VIERLING, 2001**).

### **e- La solubilité :**

La matière grasse, caractérisée par son insolubilité dans l'eau et sa solubilité dans des solvants organiques (hexane, éther,...) et peu soluble dans les alcools à froid. La solubilité augmente avec la longueur de la chaîne et diminue avec l'insaturation (**LINDEN, 1994**).

## **4. Les bienfaits de l'huile d'olive :**

### **4.1-Intérêt nutritionnel de l'huile d'olive et son impact sur la santé :**

L'huile d'olive est sans doute la meilleure des matières grasses qui sont utilisées dans l'alimentation humaine (**PSYLLAKIS et al, 1980**).

Elle est caractérisée, d'une part par sa composition en acides gras avec prédominance de l'acide gras mono-insaturé (acide oléique) et d'autre part la présence de composants mineurs comportant notamment des teneurs non négligeables d'antioxydants. La consommation de l'acide oléique a un indiscutable intérêt dans la médecine préventive ainsi, les maladies cardio-vasculaires (athérosclérose,...), plusieurs pathologies digestives et hépatobiliaires, l'ostéoporose peut être prévenue ou diminuée par la consommation de quantités suffisantes de graisses mono-insaturées, bien qu'ils soient présents en petites quantités, les antioxydants confèrent à l'huile d'olive des propriétés importantes de son usage thérapeutique. Il s'agit de vitamines diverses (alpha-tocophérol) et d'autres agents tels que les substances phénoliques, en particulier l'hydroxytyrosol (**JACOTOT, 1997**).

### **4.2- Intérêt thérapeutique :**

#### **4.2.1- L'huile d'olive et la pression artérielle :**

Un certain nombre d'études ont montré que l'huile d'olive était favorable pour réguler la pression artérielle, il a été suggéré qu'un pourcentage accru d'acide oléique membranaire pouvait influencer favorablement sur les transports ioniques au niveau des cellules des endothéliums vasculaires (**JOCOTOT, 1997**).

### 4.2.2- L'huile d'olive et le diabète :

La plupart des recommandations diététiques pour les patients ayant un diabète non insulino-dépendant incluent un apport accru d'hydrates de carbone complexes, une augmentation des fibres et une diminution des graisses en particulier des acides gras saturés (JACOTOT,1997). Cela permet d'obtenir une réduction du cholestérol transporté par les lipoprotéines à faible densité, mais des études récentes semblent suggérer que les régimes riches en hydrates de carbone peuvent engendrer une augmentation triglycéridémie et réduire le cholestérol des HDL (VIOLA, 1997).

Selon GARG et ses collaborateurs (1988) (cités par VIOLA(1997)), la substitution des hydrates de carbone complexes par la matière grasse mono-insaturée de l'huile d'olive a donné des résultats positifs liés à l'amélioration du contrôle glycémique et au profil lipoprotéique. Les besoins des patients en insuline s'en trouvaient diminués et le profil de la glycémie se trouvait considérablement amélioré. Le régime à base d'huile d'olive permet en fait de diminuer le taux de cholestérol des LDL et une augmentation du cholestérol des HDL.

### 4.2.3- L'huile d'olive et les fonctions digestives :

Les profils digestifs de l'huile d'olive ont conduit à des utilisations nombreuses notamment dans le traitement des troubles gastriques biliaires, et la constipation. La motricité gastrique est stimulée par les acides gras mono-insaturés et le temps de vidange gastrique est réduit, comparativement aux graisses saturées.

En effet, les principaux effets digestifs de l'huile d'olive porte sur le fonctionnement biliaire. Elle est en effet à la fois cholérétique (stimule la sécrétion hépatique de la bile), et cholécystocinétique (favorise l'évacuation de la vésicule biliaire)(JACOTOT,1997).

### 4.2.4- L'huile d'olive et le vieillissement :

Le vieillissement est la conséquence progressive de modification biologique qui conduit généralement vers la mort (VIOLA, 1997).

L'alimentation conditionne de nombreux aspects du vieillissement : l'exposition des cellules aux effets nuisibles de la peroxydation peut jouer un rôle déterminant. En effet, dans les cellules, les radicaux libres peuvent agir aussi bien sur les acides nucléiques en provoquant la rupture des chaînes de nucléotides et mutation, que sur les phospholipides des membranes qui sont ainsi altérées.

La présence d'acides gras hautement insaturés est une condition indispensable au bon fonctionnement des cellules nerveuses mais ils présentent une cause potentielle de dégât cellulaire (processus d'oxydation). Les substances anti-oxydantes permettent d'assurer un équilibre entre ces effets antagonistes, il semble à ce point de vue que l'huile présente un bon rapport en vitamine E et les acides gras polyinsaturés (JACOTOT, 1989 ; VIOLA, 1997).

Un autre problème grave de vieillissement est celui lié à la décalcification de l'os. Des études ont montré que l'huile d'olive avait un effet favorable sur la minéralisation osseuse (**VIOLA, 1997**).

### **4.2.5-L'huile d'olive et la croissance :**

Le nourrisson allaitant au sein reçoit 50% des calories totales sous forme de lipides dont près de 10% sont représentées par des acides gras insaturés. L'enfant sevré a besoin encore d'une quantité relativement élevée de lipides proche de celle de l'adulte.

Un faible apport d'acide oléique peut entraîner des retards de croissance, des altérations cutanées, hépatiques et du métabolisme.

D'autre part, dans une étude épidémiologique évaluant la densité osseuse d'une femme adulte vivant dans le midi de la France, il a été montré qu'une bonne minéralisation osseuse est associée à l'activité physique et la consommation régulière de l'huile d'olive (**JACOTOT, 1997**).

### **4.2.6- L'huile d'olive et les maladies cardio-vasculaires :**

Les pathologies cardio-vasculaires sont des affections multifactorielles avec une forte interaction entre les facteurs génétiques, physiopathologiques (hypertension artérielle, diabète, ...) et environnementaux (tabac, stress, alimentation,...) (**GURBAU GUEZMIR, 1997**).

De nombreuses études portées sur la connaissance des rapports entre les graisses alimentaires et le développement ou la prévention de l'artériosclérose (**JACOTOT et RICHARR, 1989 ; VIOLA, 1997**). Il a été prouvé que le régime riche en acide gras mono-insaturé sous forme d'acide oléique (cas de régime  $\omega$  base d'huile d'olive), fait diminuer le taux de cholestérol LDL (mauvais cholestérol) tout en préservant voire en augmentant les taux de cholestérol HDL (bon cholestérol). D'autre part, l'huile d'olive inhibe significativement le processus de peroxydation et augmente la résistance des LDL au stress oxydatif (**VIOLA, 1997**). La susceptibilité dépend de rapport AGPI/AGMI, de la teneur en acide oléique et en antioxydant, l'alpha-tocophérol est considéré l'antioxydant majeur des LDL.

En outre, la B-carotène a un effet important dans la résistance des lipoprotéines à l'oxydation (**RAMIREZ- TORTOSA et al, 1999**).

### **4.2.7- L'huile d'olive et le cancer :**

L'alimentation méditerranéenne traditionnelle, dans laquelle l'huile d'olive est la source principale de graisse, semble exercer un rôle protecteur vis-à-vis de cancers (colon, utérus et prostate) dans les pays méditerranéens (**JOCOTOT, 1997**).

L'adoption du régime méditerranéen en Bretagne, aux Etats-Unis permettait de réduire considérablement l'incidence du cancer de prostate, de l'endomètre et de pancréas (**TRICHOPOULOU et al, 2000**).

### 4.2.8- Autres effets de l'huile d'olive :

Les effets bénéfiques de la consommation de l'huile d'olive ne sont pas dus à l'acide oléique seul. Les composants secondaires de l'huile d'olive ont des effets bénéfiques :

- Les composés aromatiques donnent à l'huile d'olive des effets antimicrobiens.
- Les phénols ont des effets anti-inflammatoires.
- Les hydrates de carbone, comme le squalène jouent un rôle protecteur dans le développement des tumeurs (CARRALA FUENTE, 2003).

### 5. facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive :

#### 5.1- Facteur variétal :

##### 5.1.1- effet variétal sur la teneur en huile :

La production d'olive et la qualité d'huile extraite dépendent très fortement du cultivar ; la teneur en huile issue d'olives mures varie de 5% à 35 % d'huile mesurée sur la matière fraîche, où 20 à 70% sur la matière sèche (AVIDAN et al, 1997). Cette variation est fonction du cultivar, de la région géographique, des conditions du milieu et du climat (LAVEE et al, 1988).

SANCHEZ et al(1999) ont classé les variétés selon leur rendement en huile par rapport à la matière sèche comme suit :

- Variétés présentant un rendement élevé (> 46%).
- Variétés présentant un rendement moyen (38 à 46%).
- Variétés présentant un rendement faible (<38%).

Le taux d'huile dans le fruit dépend de l'interaction entre les conditions de croissance et les caractères génétiques de la variété. Généralement les cultivars avec des fruits petits à la maturation ont une teneur plus élevée en huile que ceux avec de gros fruits (LAVEE et WODNER, 2004).

##### 5.1.2- Effet variétal sur la composition biochimique de l'huile d'olive :

###### a. Effet variétal sur la composition en acides gras :

Les facteurs qui déterminent l'évolution et la composition de l'huile d'olive font actuellement l'objet d'une activité intense de recherche. Les données relatives à l'influence variétal sur la composition chimique des huiles ne sont pas concordantes, étant précisées que celles-ci sont néanmoins fonction de degré de maturité des drupes et que cette influence diminue au fur et à mesure de l'avancement du processus de maturation (INGLESE, 1994). Des variations entre les cultivars des teneurs en acide oléique et surtout linoléique ainsi que leur rapport ont été mis en évidence sur des échantillons d'olive à maturité complète à partir d'un vaste nombre de cultivars italiens cultivés dans des milieux différents ou dans le même milieu (INGLESE, 1994).

De même, une étude faite sur des échantillons d'olive à maturité complète à partir d'un nombre de cultivars espagnols de la région « Traslaseria » montre une variabilité en allant d'un cultivar à un autre (**TORRES et MEASTRI, 2006**).

### **b. Effet variétal sur la composition en polyphénols et tocophérols :**

D'après une étude menée par **UCEDA et HERMOSO**, citée par **APARICIO TE LUNA(2002)**, sur la source responsable de la variation des antioxydants (tableau V) où ils ont qualifié le contenu total en polyphénols de quelques variétés d'huile d'olive vierge, ils ont conclu que la principale source de variation de ces composés, est la variété.

**Tableau V** : composition en polyphénols et tocophérols de quelques variétés d'huile d'olive vierge cultivées en Espagne (**APARICIO et LUNA, 2006**).

Les variétés	Pays d'origine	Polyphénols totaux (mg/kg)	Tocophérols totaux (mg/kg)
Blanqueta	Espagne	256	311
Empetre	Espagne	461	398
Koroneiki	Grèce	584	203
Hojiblanca	Espagne	247	323
Pajarero	Espagne	803	319
Picholine	Maroc	723	228
Picual	Espagne	483	331
Picudo	Espagne	243	287
Redondilla	Espagne	247	296
Verdial de valez	Espagne	112	430

### **c. Effet variétal sur la composition en pigments :**

La variété d'a pas d'influence sur la nature des pigments, par contre des différences quantitatives ont été observées entre trois variétés d'olive italiennes à maturation complète, cultivés dans la même région (**GIUFFRIDA et al, 2006**).

De même, une étude menée par **ROCA et MINGUEZ-MOSQUERA(2001)** sur cinq variétés espagnoles ont montré que la concentration des chlorophylles et des caroténoïdes de l'huile dépend de la variété et du stade de maturité du fruit.

## **5.2- Autres facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive :**

### **5.2.1- effet du climat :**

Le climat exerce une grande influence sur la qualité du fruit, à noter que dans les milieux les plus froids, les olives risquent de geler et de donner ainsi une huile de qualité infime, dont la saveur rappelle le bois (**CIVANTOS, 1986 ; FONTANAZA, 1988 ; CAVUSOGLU et al, 1990**) par contre, la température élevée diminue la synthèse des stérols, du squalène, de l'acide oléique et de certains triglycérides(**APARICIO et LUNA ,2002**).

La culture de l'olivier est une culture très sensible aux températures hivernales inférieures à 0°C et même pour les températures inférieures à 10°C qui contribuent à l'arrêt du processus de fécondation pendant la période de floraison. Ceci a pour effet la non fécondation des fleurs et la réduction de la production de l'arbre. Les hautes températures au printemps et en Eté provoque la chute précoce des fruits et un ralentissement du processus de grossissement de ces derniers à cause de l'effet excessif de l'évapotranspiration. Cela a des retombées négatives sur la qualité et la quantité d'huile extraite (**OUAOUAICH et CHIMI, 2007**).

### **5.2.2- Effet de l'entretien du sol :**

L'olivier pousse mal sur les sols argileux (<40%) à cause de l'asphyxie que subissent les racines durant les saisons pluvieuses, sans oublier qu'en Eté, ce type du sol se caractérise par des fissures qui engendrent un dessèchement des racines et les oliviers souffrent par la suite d'un manque d'eau. Les conséquences néfastes d'un tel sol se résument en une chute importante de fruits et en un calibre réduit des olives, ce qui affecte la qualité et le rendement de l'huile extraite. Au contraire des sols argileux, les sols profonds s'adaptent beaucoup mieux à l'olivier par leurs action de rétention d'eau des pluies qui sera épuisée par l'arbre pendant le printemps pour alimenter sa végétation, ce qui améliore la qualité et le rendement en l'huile( **OUAOUICH et CHIMI,2007**).

### **5.2.3- Effet de l'irrigation :**

L'olivier est une plante connue pour sa résistance au déficit hydrique. Cette caractéristique est due essentiellement à la forme des feuilles de la plante qui sont de petite taille et munie d'une membrane protectrice sur leur face dorsale, sans oublier les stomates sont profonds avec des orifices très réduits qui s'opposent à l'évapotranspiration. L'olivier cultivé en sec a besoin de 10 à 15 ans pour fructifier. Les besoins de l'olivier varient suivant la nature du sol, par sa perméabilité et sa capacité de rétention d'eau ; la pluviométrie et la température.

La période de l'irrigation influe beaucoup sur la floraison. En effet c'est au printemps qu'il faut éviter les déficits hydriques, parce que c'est la période de production de fleurs et le déficit en eau conduit à une augmentation de l'avortement ovarien. Les effets de l'irrigation sont positifs et il en ressort que l'irrigation augmente le rendement et la résistance de l'alternance, la teneur en huile dans la matière sèche et le rendement annuel en huile et le poids des olives. L'irrigation a aussi un effet remarquable sur la composition de l'huile, elle provoque une légère augmentation de l'acide palmitique et une teneur en acide oléique et linoléique, différente de celle des huiles des oliviers non irrigués (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### **5.2.4- Effet de la fertilisation :**

La fumure a pour but d'améliorer la plante en lui apportant les éléments dont elle a besoin, notamment les éléments minéraux (azote, phosphate, potassium...) et les oligo-éléments tel que le magnésium et le fer. L'azote est un facteur stimulant de la croissance et de l'activation de tous les autres phénomènes (la fécondation, le développement du fruit...).Les effets positifs de cet élément se résument en l'augmentation du taux de croissance de l'arbre (ce qui entraîne

une augmentation de la surface productrice) et du calibre des olives. Le potassium joue également le rôle de régulation de la migration des acides (acide uronique), produit de dégradation des pectines et pro-pectines, et permet ainsi la synthèse des acides aminés et des acides phénoliques. L'utilisation de sulfate de potassium comme engrais permet la réduction du développement de la surface morte de la plante, le changement de la couleur vert clair au vert foncé et l'augmentation de calibre du fruit et par la suite l'augmentation du rendement. Quant au phosphore, il favorise l'absorption d'autres éléments (azote, magnésium, calcium et le bore) et donc indispensable lors du développement du méristème (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### **5.2.5- effet de la taille :**

La taille a pour but de maintenir l'équilibre entre la croissance végétative et la fructification. Elle réduit la phase juvénile improductive et s'oppose à la sénescence prématurée de l'arbre. Associée à la fumure et à l'irrigation, la taille permet de maintenir un équilibre qui assure chez l'olivier une production soutenue, des olives de meilleure calibre et une maturité régulière des fruits en assurant un éclaircissage de la frondaison, la taille facilite la pénétration des produits phytosanitaires à l'intérieur de l'arbre pour une meilleure facilité de lutte contre les parasites et les maladies de l'olivier, et permet aussi un meilleur fonctionnement de l'appareil photosynthétique constitué par les feuilles et facilite les opérations de cueillette, elle limite aussi les surfaces évaporantes et réduit ainsi les besoins en eau de l'arbre (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### **5.2.6-Effet du contrôle phytosanitaire :**

Le non – contrôle des attaques parasitaires peut provoquer des altérations importantes sur les olives et par conséquent l'huile. Ces dégâts se manifestent par une chute prématurée des fruits attaqués, une diminution de la qualité de la pulpe et une détérioration de la qualité de l'huile. Les ravageurs les plus habituels sont : *bactrocera oleae*, la cochenille de l'olivier, l'œil de paon (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

L'action nuisible des insectes ravageurs tel que *bactrocera oleae* ainsi que les maladies parasitaires affectant la quantité et la qualité des deux principaux produits de l'olivier, l'huile d'olive et les olives de table(**CAVUSOGLU et OKTAR,1994**). Trois types de dégâts sont causés aux olives de l'huile : la chute prématurée des fruits attaqués, disparition d'une partie de pulpe et diminution de la qualité de l'huile (**MICHELAKIS, 1990**).

### **5.2.7- Possibilité de traitement phytosanitaire :**

Vue les effets néfastes des ravageurs et des maladies, le traitement phytosanitaire s'impose comme moyen pour améliorer la productivité de l'olivier et la qualité de cette production. Deux traitements sont possibles : la lutte chimique contre les parasites est réalisée par des pesticides (insecticides) de synthèse. Quant à la lutte biogénétique, qui ne pose pas de problème de résidus, elle consiste, par exemple, en élevage et la stérilisation des males du

bactocera oleae qui, une fois lâchés, s'accouplent avec les femelles. Ces dernières pondent des œufs stériles et la population diminue progressivement (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### 5.2.8- Effet de la maturation :

Le degré de maturité des olives au moment de la trituration, affecte aussi bien la qualité que le rendement d'extraction des huiles qui en sont produit comme suit :

- Au stade de maturité précoce (stade vert), les olives sont peu riches en huile et donnant un produit fini très susceptible à l'oxydation de par sa teneur exceptionnelle élevée en pigment chlorophylle, favorisant l'oxydation en présence de lumière. L'huile issue d'olives vertes est également moins riche en composés phénoliques doués de propriétés anti-oxydantes tels que l'hydroxytyrosol et l'acide caféique.
- A maturité complète (stade noir), il y a une influence négative sur le taux des composés mineurs responsables des attributs sensoriels de l'huile (composés aromatiques, polyphénols) et de sa stabilité à l'oxydation (polyphénols). Il favorise également la chute des olives, qu'elle soit naturelle ou provoquée (pluie, vent, attaques par les ravageurs de l'olivier). Les olives donnent des huiles moins aromatisées, moins riches en composés phénoliques à activité antioxydante, et ont tendance à être plus acide en fonction du temps de séjour sur le sol, et absorbent des odeurs étrangères. Si les fruits sur-mûrissent sur les arbres, ils épuisent leurs réserves nutritives et accentueront l'alternance durant l'année suivante.

Aussi, pour assurer une production oléicole de qualité, il faut procéder à la récolte à un stade optimal de maturité. L'époque optimale de récolte doit être déterminée pour chaque variété d'olive et par région oléicole, en prenant en considération les objectifs suivants :

- ❖ Une teneur maximale en huile dans les fruits.
- ❖ Une huile de meilleure qualité.
- ❖ Un cout aussi faible que possible de la récolte (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

Les paramètres qui mesurent l'état d'oxydation des huiles (acidité, indice de peroxyde, résistance à l'oxydation) indique une détérioration progressive de la qualité de l'huile au fur et à mesure de l'avancement de la maturation (**KOUTSAFTAKIS et al, 2000**).

En général, les huiles obtenues à partir des olives à maturation précoce montrent une augmentation dans la composition en acides gras insaturés (**GARCIA et al, 1998**) par contre la prolongation de la présence du fruit sur l'arbre après la maturité contribue à la réduction des substances aromatiques et au changement de la couleur de l'huile (**PSYLLAKIS et al, 1980**).

### **5.2.9-Effet du système de récolte des olives :**

La cueillette peut s'effectuer à la main. C'est l'opération qui convient le mieux pour obtenir la meilleure qualité de l'huile vierge car les olives sont cueillies sélectivement selon leur degré de maturité. C'est une méthode couteuse en main d'œuvre.

Elle peut faire appel à l'usage des gaules pour faire tomber les fruits. Le fait de frapper les branches fructifères provoque la chute des brandilles qui doivent porter la fructification de l'année suivante. Par ailleurs, les olives qui tombent par terre, subissent des lésions à travers lesquelles pénètrent les parasites du sol. La productivité de l'olivier s'en trouve compromise et la qualité de l'huile altérée. L'acidité augmente, le profil du goût et de l'arôme changent.

Une fois la maturité atteinte, les fruits peuvent tomber par terre et l'oléiculteur se contente de les ramasser. Si cette méthode permet d'obtenir un volume d'huile élevé, la qualité s'en trouve altérée : le taux d'acidité est élevé et l'odeur de l'huile modifiée.

Des équipements sont utilisés actuellement en récolte mécanique et parmi eux on peut citer les crochets vibrants, les peignes oscillantes et les vibreurs. Si ces machines gagnent du terrain dans les pays oléicoles industrialisés à cause de la cherté de la main d'œuvre, dans les pays du sud de la méditerranée, elles sont d'un usage peu courant, considérées sous l'aspect économique, les machines bien que rentables présentent l'inconvénient de laisser 20 à 30% de fruit sur l'arbre. Les vibreurs n'étant pas sélectifs, les fruits récoltés présentent des maturations hétérogènes surtout au point de vue degré de maturité, ce qui ne manque pas d'affecter négativement la qualité de l'huile qui en est extraite (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### **5.2.10- Incidence du stockage des olives avant transformation :**

Il serait souhaitable de réaliser l'extraction au fur et à mesure des apports de fruits à l'huilerie afin que toutes les caractéristiques de l'olive puissent demeurer intactes. Le stockage des olives dans des sacs en plastiques étant le moyen le plus communément utilisé pour le transport et le stockage des olives, celui-ci a des conséquences négatives que la qualité des huiles extraites (**KOPRIVNJAK et al, 2002**).

Au cours de stockage, les olives subissent des altérations plus au moins profondes selon la durée et les conditions de stockage. Ces altérations sont dues à l'activité enzymatique propre à la matière elle-même (lipolyse) mais également au développement microbien durant la période de stockage. Avec l'allongement de la durée de stockage, on assiste à une augmentation de l'acidité, de l'indice de peroxyde et à une détérioration des propriétés organoleptiques de l'huile. Pour atténuer ces altérations, on peut opérer des stockages en silos ventilés ou greniers à olives, en bacs superposés en matière plastique, avec utilisation de fongicides, en saumures, en atmosphère contrôlée, sous froid.

Ces modes de stockage sont couteux et peu efficaces, seuls les deux premiers sont généralement utilisés. La seule manière de limiter l'altération des olives est de réduire la durée de stockage au minimum possible (2 à 5 jours), limiter l'épaisseur de la couche entre 20

et 30 cm d'épaisseur en cas de stockage en vrac pour permettre l'aération du tas et veiller à une rotation méthodique des stocks, alors que le stockage dans les sacs à bannir, une classification des olives avant stockage et de nature à rationaliser la conduite de la chaîne de production. En effet, la classification des olives selon leurs degrés de maturité et la séparation des olives saines de celles abimées, permettent de rationaliser la conduite de la préparation de la pâte (broyage-malaxage) et de produire des huiles de différentes qualités et particulièrement une fraction de l'huile vierge extra de haute valeur commerciale. La classification des olives et la réduction de la durée de stockage impliquent des investissements qui doivent nécessairement être justifiés par la structure économique locale du marché de l'huile d'olive.

La durée de stockage non respectée peut causer les altérations suivantes : l'hydrolyse spontanée due à l'activité d'eau élevée des olives, l'action défavorable de la lipolyse enzymatique et l'effet néfaste de la lipolyse microbienne produite par la microflore d'olive. Le stockage inadéquat a aussi l'inconvénient d'affecter négativement les caractéristiques organoleptiques de l'huile. C'est ainsi que les huiles des olives fermentées sont caractérisées par le défaut « chaumé » alors que les huiles en provenance d'olives qui ont chaumé pendant plusieurs jours à une humidité élevée, se caractérisent par le défaut « moisi humide ». La durée de stockage des olives avant transformation doit être aussi réduite que possible, et dans tous les cas inférieure à 3 jours car un stockage prolongé représente une cause principale de détérioration de la qualité de l'huile (OUAOUICH et CHIMI, 2007).

### **5.2.11-Effet du système d'extraction :**

#### **a. Effeillage :**

Cette opération est nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile, se traduisant par un excès d'amertume et par une moindre aptitude à conservation de l'huile. Le poids des feuilles à tolérer ne doit pas dépasser 1% du poids du lot d'olives à triturer. L'opération est effectuée par des machines effeuilleuse-laveuse en même temps (OUAOUICH et CHIMI, 2007).

#### **b. Lavage :**

Il s'agit d'une opération fondamentale pour éviter les problèmes suivants :

- Une interférence des terres avec la couleur et les autres propriétés organoleptiques (odeur, goût) de l'huile.
- Une baisse de rendement d'extraction, sachant que les terres accompagnant les olives absorbent près de quart (25 %) de leur poids en huile.
- Une durée de conservation réduite de l'huile dépend aussi de certaines traces métalliques dans les terres qui sont catalyseurs de l'oxydation de l'huile.

Une augmentation de la proportion des « fonds de pile » qui entravent une bonne séparation des phases liquides (OUAOUICH et CHIMI, 2007).

### **c. Broyage :**

Il est réalisé à l'aide d'un broyeur à marteau. Le broyage des olives ne doit pas être trop grossier, ni trop fin. Il doit être adapté à la condition physique des olives et à leur degré de maturité.

Selon la norme du conseil oléicole international, la durée du 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, cette dernière perd sa qualité (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### **d-Malaxage :**

Dans le cas des huileries disposant d'équipement de centrifugation, c'est le cas de l'unité de chaîne continue à deux phases (système écologique), l'opération de malaxage s'avère nécessaire, elle doit être réalisée pendant 60 minutes au minimum et à des températures supérieures à la température ambiante mais ne dépassant pas 25°C (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

### **e. Séparation de l'huile et du grignon :**

Pour l'unité équipée de chaîne continue avec centrifugation (système à deux phases), le rendement est meilleur et le temps de séparation est réduit à moins d'une heure. L'huile élaborée est de meilleure qualité et riche en polyphénols naturels, particulièrement les diphenols, qui sont de bons inhibiteurs contre l'oxydation de cette huile produite.

La centrifugeuse, tournant à une vitesse de 3 000 à 4 000 tours par minute, permet de séparer l'huile et le grignon riche en eau de végétation des olives.

Cette unité disposant de centrifugeuse horizontale, n'est pas polluante car l'effluent ou l'eau de végétation n'est pas produite par contre le grignon se trouve humidifié. Pour le valoriser, il faut abaisser son humidité jusqu'à 50% d'eau. Ce sous-produit doit être éloigné de l'unité pour ne pas contaminer l'huile produite qui risque d'absorber les mauvaises odeurs par la fermentation du grignon (**OUAOUICH et CHIMI, 2007**).

La dilution des pâtes d'olive avec de l'eau chaude au cours du système de centrifugation se traduit par une réduction de la teneur en antioxydants naturels (phénols totaux, O-diphénols) des huiles produites (**DI-GIOVACCHINO, 1996 ; ANGEROSA et al, 2004**).

Les huiles produites par les systèmes de pression et de percolation sont plus riches en antioxydants naturels, en outre, les huiles obtenues par le système de pression présentant des caractéristiques sensorielles indésirables (odeur de ferment, moisi,..) par rapport à celles obtenues par le système de centrifugation à trois phases (**APARICIO et LUNA, 2002**).

### 5.2.12- Indice de stockage et la conservation de l'huile :

Les conditions défavorables durant le stockage et la conservation de l'huile réduisent sa qualité. La modification la plus importante est l'oxydation pendant laquelle les acides gras insaturés sont détruits, l'huile aura une odeur et un goût désagréable **(PSYLLAKIS et al, 1980)**.

L'oxydation de l'huile s'accélère en présence de certains facteurs tels que :

- L'oxygène : l'exposition à l'air augmente les risques d'altération oxydative et fait baisser l'indice d'iode de l'huile **(MICHELAKIS, 1992)**.
- La température : une température élevée dans les dépôts d'huile accélère l'oxydation, le stockage à une température de 10 à 15 °C est considéré comme idéal.
- La lumière : elle accélère l'oxydation en activant la chlorophylle contenue dans l'huile **(PSYLLAKIS et al, 1980)**.

La teneur en principaux composés aromatiques de l'huile d'olive est inférieure à 1 mg/kg **(MORDRET et al, 1999)**, cette teneur est influencée par le cultivar, les conditions climatiques, pédologiques et culturales **(KIRITSAKIS, 1993)**.

### 5.3-Les critères de qualité de l'huile d'olive :

La qualité est la somme d'un certain nombre de caractéristiques ou 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°2569/91 de la communauté européenne et la norme commerciale du COI, les attributs qui déterminent la qualité de l'huile d'olive sont : l'acidité, les valeurs d'extinction spécifiques dans l'UV à 232 nm et à 270nm et la notation organoleptique **(KALUA et al, 2006)**.

## Synthèse bibliographique

**Tableau VI** : critères de qualité des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive (COI, 2003).

	Huile d'olive vierge extra	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge courante	Huile d'olive vierge lampante	Huile d'olive raffinée	Huile de grignons d'olive
1. caractéristiques organoleptiques -odeur et saveur -couleur -aspect à 20°C pendant 24h	- - -	- - -	- - -	- - -	Acceptable Jaune claire limpide	Bonne Claire : jaune à vert limpide
2-acidité libre Exprimée en acide oléique(%)	≤0.8	≤2.0	≤3.3	≤0.3	≤5	≤15
3-indice de peroxyde En méq d'O <sub>2</sub> /kg d'huile	≤20	≤20	≤20	Non limité	≤5	≤15
4-absorbance dans UV -à 270nm -à 232 nm	≤0.22 2.50	≤0.25 2.60	≤0.30 -	- -	≤1.10 -	≤0.90 -
5-teneur en eau et en matières volatiles(%)	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.3	≤0.1	≤0.1
6-teneur en impuretés insolubles dans l'éther (%)	≤0.1	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤0.05	≤0.05
7-traces métalliques(mg/kg) -fer -cuivre	≤3.0 ≤0.1	≤3.0 ≤0.1	≤3.0 ≤0.1	≤3.0 ≤0.1	≤3.0 ≤0.1	≤3.0 ≤0.1
8-indice d'iode(g d'iode /100g d'huile)	75-94	75-94	75-94	75-94	75-94	75-94

**Tableau VII : Résultats de recherche.**

		<b>Article01</b>	<b>Article02</b>	<b>Article03</b>	<b>Article04</b>	<b>Article05</b>	<b>Moyenne ±E</b>
Acidité	Min-max	0.25-0.43	0.27-0.52	0.1-1	0.14-.084	0.46-0.83	
	Moyenne ±E	0.330 ±0.25	0.38 ±0.05	0.57± 0.37	0.37± 0.01	0.68 ±0.07	0.46 ±0.1
Indice de peroxyde	Min-max	7.5-13.8	3.17-4.2	3.2-8.3	3.06-6.52	3.66-8.33	
	Moyenne ±E	10.67±0.42	3.53 ±0.54	5.75 ±2.5	4.69 ±0.09	6.37 ±0.43	6.2 ±0.79
E270	Min-max	0.16-0.18	0.08-1.16	0.2-0.3	0.1-0.16	0.19-0.22	
	Moyenne ±E	0.17± 0.06	0.38 ±0.2	0.22 ±0.03	0.13± 0.01	0.2 ±0.007	0.22 ±0.06
E232	Min-max	2.07-2.5	1-2.24	1.4-2.2	1.56-1.93	2.06-2.28	
	Moyenne ±E	2.3± 0.03	1.54 ±0.19	1.9 ±0.25	1.72 ±0.02	2.16 ±0.08	1.92± 0.11
Chlorophylles	Min-max	8.26-23.98	1.92-6.94	8.8-17.3	2.2-19.6	3.77-18.38	
	Moyenne ±E	14.24 ±4.86	4.2± 0.44	11.92 ±2.91	8.48 ±0.09	6.65 ±0.56	9.09 ±1.77
Caroténoïdes	Min-max	0.46-2.23	1.01-2.92	3.7-8.4	2.71-15.3	1.57-5.28	
	Moyenne ±E	1.23 ±0.65	1.92 ±0.06	5.72± 1.3	6.99 ±0.01	2.82 ±0.25	3.73 ±0.45
Polyphénols	Min-max	267-334	108.2-236.4	172.5-572.5	0.35-3.88	334.8-859.8	
	Moyenne ±E	301.5 ±18.37	169.69 ±0.32	392.52 ±169.3	2.24 ±0.11	545.77 ±2.08	282.34 ±38.03
o-diphénols	Min-max	/	40.88-163.66	133.6-283.4	0.51-2.46	44.87-363.59	
	Moyenne ±E	/	126.41± 0.09	208.32 ±65.8	1.31 ±0.08	123.38 ±0.26	114.85 ± 16.56

# **Chapitre II**

## **Expérimentation**

# **Partie 1**

## **Matériels et méthodes**

### **1-Echantillonnage :**

Notre travail porte sur l'étude de la qualité de l'huile d'olive produite dans la région de Bouira, 48 échantillons ont été prélevés à partir d'une huilerie moderne à trois phases à une fréquence d'une journée sur deux, et cela dans la période allant de mois de novembre jusqu'au mois de février de la campagne oléicole 2021/2022.

Nos échantillons ont été stockés, à l'abri de la lumière dans des tubes préformes en polyéthylène de 180 ml de volume.

Certaines analyses ont été effectuées sur la totalité des échantillons(48), pour d'autres nous avons constitués des échantillons homogènes. Par exemple pour passer de 48 à 24 échantillons nous avons réuni les échantillons deux à deux en respectant l'ordre chronologique des prélèvements au niveau de l'huilerie. Le même principe est appliqué pour former cinq échantillons homogènes.

Nous avons constitué trois lots de l'huile correspondant à trois périodes de trituration :

- La première période s'étale du 15 Novembre 2021 au 15 Décembre 2021.
- La deuxième période s'étale du 16 Décembre 2021 au 15 Janvier 2022.
- La troisième période s'étale du 16 Janvier 2022 au 15 Février 2022

Nous avons comparé en suite nos résultats aux résultats de recherche bibliographique.

### **2. Analyses physiques :**

#### **2.1-Teneur en eau et en matières volatiles (humidité) :**

La teneur en eau et en matières volatiles d'un corps gras est définie comme étant la perte de masse subie par le produit après son chauffage à  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  et exprimée en pourcentage en masse.

La teneur en eau et en matières volatiles de l'huile est déterminée selon la méthode décrite par la norme AFNOR NF60-201 d'octobre 1984.

#### **Principe :**

La prise d'essai contenue dans une capsule est chauffée à  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  jusqu'à l'élimination totale de l'eau et de matières volatiles. On détermine alors la perte de masse de la prise d'essai (annexe 01).

#### **Mode opératoire :**

Maintenir le bécher contenant la prise d'essai(5) g durant 1 h dans l'étuve réglée à  $103^{\circ}\text{C}$ . Laisser refroidir jusqu'à la température ambiante et peser le bécher une 2<sup>ème</sup> fois.

### Expression des résultats :

La teneur en eau et en matières volatiles (H) exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la relation suivante :

$$H = \frac{M_1 - M_2 * 100}{M_1 - M_0} (\%)$$

$M_0$  : poids à vide d'un bécher lavé et séché.

$M_1$  : poids du bécher et de la prise d'essai.

$M_2$  : poids du bécher et de la prise d'essai après chauffage et refroidissement.

### 2.2- Absorbance spécifique au rayonnement UV :

Les produits d'oxydation des acides gras insaturés lorsqu'ils ont une structure diénique conjuguée possèdent une forte bande d'absorption dans l'ultra-violet au voisinage de 232 nm quant aux produits secondaires d'oxydation possédant une structure triénique conjuguée absorbent au voisinage de 268 nm.

La détermination de l'absorbance spécifique au rayonnement ultra-violet a été effectuée conformément à la norme AFNOR NF T 60-223 de Juillet.

### Principe :

Le principe de cette méthode consiste en la mesure de l'absorbance à 232 nm et 270 nm d'un échantillon de corps gras en solution dans l'hexane (Annexe 02).

### Mode opératoire :

Peser 0.1 g d'huile dans un tube à essai, ajouter 10 ml d'hexane. La solution obtenue doit être parfaitement limpide. Remplir la cuve avec la solution obtenue et mesurer les extinctions, en employant comme référence le solvant employé aux longueurs d'onde comprises entre 232 et 270 nm. Les valeurs d'extinction lues doivent être comprises dans l'intervalle 0.1 à 0.8.

### Expression des résultats :

L'expression spécifique à une longueur d'onde  $\lambda$  est donnée par la relation suivante :

$$E_{1\text{cm}}(\lambda) = A_{\lambda} \cdot \frac{1}{C \cdot D}$$

Où :

$E_{1\text{cm}}(\lambda)$  : extinction spécifique à la longueur d'onde  $\lambda$ .

$A_{\lambda}$  : densité optique à la longueur d'onde  $\lambda$ .

D : épaisseur de la cuve (cm).

C : concentration de la solution (g/l).

**NB** : pour cette analyse nous avons constitué 24 échantillons homogènes.

### 3. Analyses chimiques :

#### 3.1- Acidité :

Par définition, l'acidité est le pourcentage d'acides gras libres contenus dans un corps gras. Elle s'exprime pour l'huile d'olive en pourcentage d'acide oléique de poids moléculaire 282.5g/mole. On définit également l'indice d'acide comme étant le nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser les acides gras libres présents dans 1g de corps gras.

La méthode utilisée pour déterminer l'acidité des huiles étudiées est celle décrite par la norme AFNOR NF T60-204 de décembre 1985.

#### Principe :

Le principe de la détermination de l'acidité d'une huile est basé sur celui d'un dosage acido-basique. C'est une réaction de neutralisation dont le schéma réactionnel est le suivant :



Acide gras      base                      savon      eau

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange de solvants préalablement neutralisés par la potasse en présence de phénolphaléine. Les acides gras libres présents dans la solution sont alors titrés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium (annexe 03).

#### Mode opératoire :

Dissoudre une prise d'essai (10g) dans 50ml d'éthanol. Titrer en agitant avec une solution d'hydroxyde de potassium à 0.1 mol/l jusqu'à virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphaléine persistant durant au moins 10 secondes). Déterminer le volume V de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisé.

#### Expression des résultats :

L'acidité exprimée en pourcentage d'acide oléique, et calculée selon la formule suivante :

$$\mathbf{Acidité(\%)} = \frac{N \cdot V \cdot M}{10 \cdot m}$$

(mg de KOH/g de corps gras)

N (mole/l) : normalité de la solution de potasse KOH.

V (ml) : volume de titration de La solution de KOH.

M(g) : masse moléculaire de l'acide oléique 282.5.

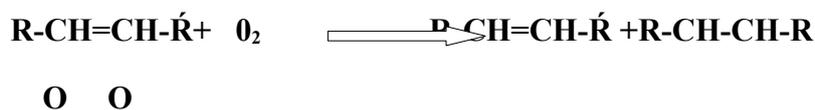
m : masse en g de la prise d'essai.

### 3.2-Indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de microgrammes d'oxygène actif par gramme de matière grasse. Il est déterminé suivant laméthode décrite dans la norme NF T60-220 de décembre 1968.

#### Principe :

En présence de l'oxygène de l'air, les acides gras insaturés entrant dans la composition du corps gras s'oxydent en donnant des peroxydes selon la réaction suivante (annexe 04) :



Acide gras    oxygène                      acide gras    peroxyde

#### Mode opératoire :

Peser dans un ballon 2g d'huile, ajouter 10ml de chloroforme. Dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant. Ajouter 15 ml d'acide acétique puis 1 ml de solution d'iodure de potassium. Remettre le bouchon rapidement, agiter pendant une minute et laisser reposer pendant 5 minutes à l'abri de la lumière. Ajouter environ 75ml d'eau distillée. Titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium en agitant vigoureusement en employant la solution d'amidon comme indicateur. Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions mais sans le corps gras.

#### Expression des résultats :

L'indice de peroxyde (IP) s'exprime en méq d'o<sub>2</sub>/kg de lipide.

$$\text{IP} = \frac{(V - V_0) \cdot N}{P} \cdot 1000$$

(Méq d'o<sub>2</sub>/kg de corps gras)

V (ml) : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai.

V<sub>0</sub>(ml) : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium.

P(g) : poids de la prise d'essai.

### 3.3-Indice d'iode :

Il mesure la richesse des huiles en acides gras insaturés. Il est calculé selon la formule suivante :

$$IV = (\% \text{ palméoléique} \cdot 1.001) + (\% \text{ oléique} \cdot 0.899) + (\% \text{ linoléique} \cdot 1.814) + (\% \text{ linoléique} \cdot 2.737).$$

NB : pour cette analyse nous avons constitué 5 échantillons.

### 4. Analyse de la composition :

#### 4.1- teneur en chlorophylle et en caroténoïde :

La détermination de la teneur en chlorophylles et en caroténoïdes a été effectuée par la méthode de mesure de l'absorbance.

#### Principe :

On mesure l'absorbance de l'huile à 670 nm pour les chlorophylles et à 470 nm pour les caroténoïdes (annexes 05).

#### Mode opératoire :

Dissoudre 7.5 g d'huile dans 25 ml de cyclohexane. Remplir la cuve avec le mélange, lire l'absorbance de l'huile par rapport au blanc dans la cuve témoin à 670nm pour la chlorophylle et à 470nm pour les caroténoïdes.

#### Expression des résultats :

La teneur en chlorophylles et en caroténoïdes est exprimée en mg/kg : elle est donnée par les formules suivantes :

$$\text{Chlorophylle (mg/kg)} : \frac{A_{670} \cdot 10^6}{613.100 \cdot d}$$

$$\text{Caroténoïde (mg/kg)} : \frac{A_{470} \cdot 10^6}{2000.100 \cdot d}$$

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée.

d : épaisseur de la cuve.

#### Mode opératoire :

Dissoudre 7.5 g d'huile dans 25 ml de cyclohexane. Remplir la cuve avec le mélange, lire l'absorbance de l'huile par rapport au blanc dans la cuve témoin à 670 nm pour la chlorophylle et à 470nm pour la caroténoïde.

NB : pour ces deux analyses, nous avons constitué 24 échantillons homogènes.

### **4.2-Teneur en composés phénoliques :**

La technique utilisée pour l'extraction des composés phénoliques est celle décrite par VASQUEZ-RONCERO et al, 1981. Celle-ci consiste en une extraction par une solution aqueuse à 60% de méthanol.

#### **Principe :**

La composition en composés phénoliques est déterminée en utilisant le réactif de Folin Denis.

La courbe d'étalonnage ainsi que les valeurs des absorbances à 750nm obtenue par spectrophotométrie UV visible des solutions analysées, nous permettent de déterminer leur teneur en composés phénoliques (annexe 06).

#### **\*Extraction des composés phénoliques :**

Une fois l'huile (2.5g) est dissoute dans 5ml d'hexane, on procède à l'extraction des polyphénols successivement dans deux volumes de 5 ml dans la solution de méthanol à 80%, en agitant rigoureusement pendant 2 minutes.

#### **\*Détermination de la teneur en composés phénoliques :**

On dilue 5 ml de chaque extrait phénolique dans 5 ml d'eau distillée, on rajoute 0.4 ml de réactif de folinocalteux, on rajoute 1 ml de la solution saturée de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , on agite pendant 2 min et on laisse à l'obscurité pendant 2 heures jusqu'à apparition de la couleur bleue.

On mesure la densité optique des solutions contre l'essai à blanc par un spectrophotomètre UV visible à 725nm.

NB : pour cette analyse, nous avons constitué 24 échantillons homogènes.

### **4.3-Teneur en ortho-diphénols :**

La technique utilisée pour l'extraction des ortho-diphénols consiste à une extraction par une solution aqueuse de méthanol.

#### **Principe :**

La concentration en ortho-diphénols est déterminée en utilisant la courbe d'étalonnage, ainsi que les valeurs des absorbances à 370 nm obtenues par spectrophotométrie visibles des solutions utilisées (annexe 07).

#### **Mode opératoire :**

Dissoudre 2.5g d'huile dans 5 ml d'hexane, ajouter 5 ml de méthanol/eau avec agitation pendant 3 min.

On sépare la phase aqueuse à l'aide d'une pipette, ajouter à chaque tube 1 ml à 5% de molybdate de sodium en solution (méthanol/eau), et agiter rigoureusement.

Après 15 min, lisez à 370nm contre un blanc.

NB : pour cette analyse, nous avons constitué 24 échantillons homogènes.

### **4.4-Composition en acides gras :**

Les acides gras sont analysés par chromatographie en phase gazeuse sous forme d'esters éthyliques préparés conformément à la norme NF T60-233 de mai 1977.

#### **Principe :**

Le corps gras est estérifié en présence de méthanol. Les esters méthyliques d'acide gras sont séparés sur une colonne polaire et sont migrés en fonction de leurs poids moléculaire. la surface correspondant à chacun d'eux est calculée et rapportée à la surface totale des différents acides gras pour obtenir un pourcentage (annexe 08).

#### **Mode opératoire :**

Dans une éprouvette à bouchon vissant de 5 ml, peser environ 0.1g de l'échantillon d'huile. Ajouter 1 ml d'hexane et agiter. Ajouter 0.2 ml de la solution méthanolique, 2 ml d'hydroxyde de potassium, boucher à l'aide du bouchon muni d'un joint, bien fermer et agiter énergiquement pendant 30 secondes. Laisser reposer jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire. Décanter la couche supérieure, qui est celle qui contient les esters méthyliques. la solution d'heptane est prête pour l'injection dans la chromatographe ; il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse chromatographique. il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant plus de 12 heures.

NB : pour cette analyse, nous avons constitué 5 échantillons homogènes.

### **4.5-Le test d'oxydabilité (rancimate) :**

Le rancimate permet de déterminer la stabilité à l'oxydation des huiles d'olive sans l'utilisation de réactifs nuisibles à l'environnement et sans titrage fastidieux, directement dans les huiles d'olive.

#### **Principe :**

Introduction de l'huile d'olive dans un vase après l'avoir fondue soigneusement et pesée.

### **Mode opératoire :**

Introduire 2.5 ml de l'huile d'olive dans un réacteur. Placer dans le récipient d'absorption 60-75 ml d'eau distillée et installer les cellules de mesure de façon qu'elles plongent sans formation de bulles juste sous les trous latéraux, connecter les cellules de mesure. Mettre le réacteur avec l'échantillon pendant 5-10 min dans le bloc de chauffage, enclencher l'air et brancher les vases d'absorption, puis faire démarrer le rancimate. la température choisie est de 120 °c à un temps d'incubation de 2 à 6 heures.

**NB :** pour cette analyse, nous avons constitué 5 échantillons homogènes.

# **Partie 2**

## **Résultats et discussion**

### 1. Analyses physiques :

#### 1.1-Teneur en eau et en matières volatiles :

L'eau constitue un facteur limitant de la conservation de l'huile d'olive, c'est pour cette raison qu'elle doit se présenter à un seuil minimum ou complètement absente dans l'huile. En effet, la présence de traces d'eau dans l'huile peut favoriser l'hydrolyse enzymatique (lipolyse) des triglycérides pour libérer des acides gras libres d'où une acidité de l'huile, qui par conséquent dévalorisera sa valeur alimentaire et commerciale (**VIERLING ,2003**).

L'ensemble des résultats d'analyse des teneurs en eau et en matières volatiles sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

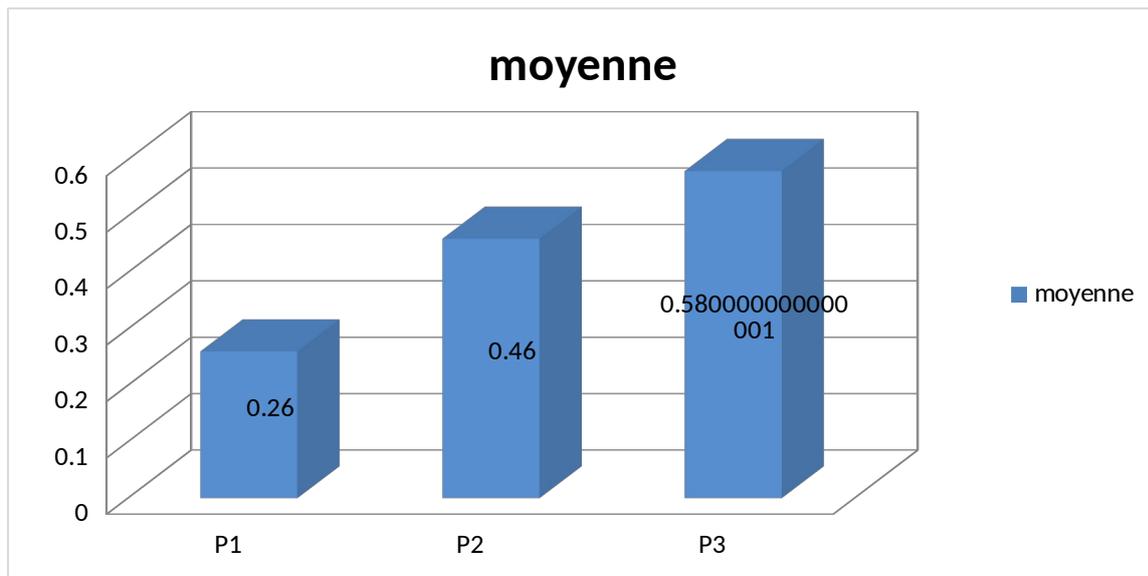
**Tableau VIII** : la teneur en eau et en matières volatiles de l'huile.

campagne	Périodes De trituration	Nombre D'échant	Min-Max	Moy±E	Le % des échant 0.2%	Le % des Echants 0.2 %
	1 Du 15 nov au 15 Déc	16	0.07-0.64	0.26±0.15	38.88	61.12
2021/2022	2 Du 16 Déc au 15 Janv	16	0.03-0.97	0.46±0.31	27.77	72.23
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	16	0.08-0.96	0.58±0.30	17.64	82.36

D'après nos résultats, nous avons des valeurs variables de la teneur en eau des huiles étudiées ; avec un minimum de 0.03% enregistré dans la 2<sup>ème</sup> période et un maximum de 0.97% qui est obtenu dans la même période.

Nous remarquons que la teneur en eau des échantillons de la 1<sup>ère</sup> période se caractérise par une moyenne de 0.26±0.15, et que cette période ressort par son pourcentage élevé de l'ordre de 38.88% des résultats qui sont conformes à la norme fixée par **COI(2003)** contre 61.12% qui sont hors normes. Cependant, les échantillons des deux autres périodes présentent des moyennes plus élevées par rapport à la première avec des écarts type presque égaux (figure n°11).

Ces résultats montrent une variation de la teneur en eau d'une période à une autre, d'une variation d'un échantillon à un autre d'une même région. Cette variation est illustrée dans la figure n°01.



**Figure n°01** : la teneur en eau et en matières volatiles de l'huile des trois périodes de trituration

Le taux d'humidité élevé peut être expliqué par l'addition d'une quantité élevée d'eau au cours du malaxage et qui n'a pas été complètement éliminée lors des séparations des phases (huile, margines et grignon).

Les résultats enregistrés pour la 1<sup>ère</sup> période sont proches de ceux trouvés par **TATAM et ZEDDI (2010)** qui ont enregistré une valeur moyenne de 0.29% sur les huiles produite dans la région de Bouira.

### 1.2- Absorbance spécifique au rayonnement ultra-violet(UV) :

L'oxydation de l'huile d'olive génère des produits d'oxydation primaires (hydroxydes) qui absorbe la lumière au voisinage de 232nm et si l'oxydation se poursuit il se forme des produits secondaires d'oxydation (aldéhydes, cétones.....) qui absorbent la lumière à une longueur d'onde spécifique d'UV l'absorption dans l'UV à 232nm et à 270 nm est donc significative de l'auto-oxygénation et du degré de stabilité de l'huile au cours du stockage (**SIFI et al, 2001**).

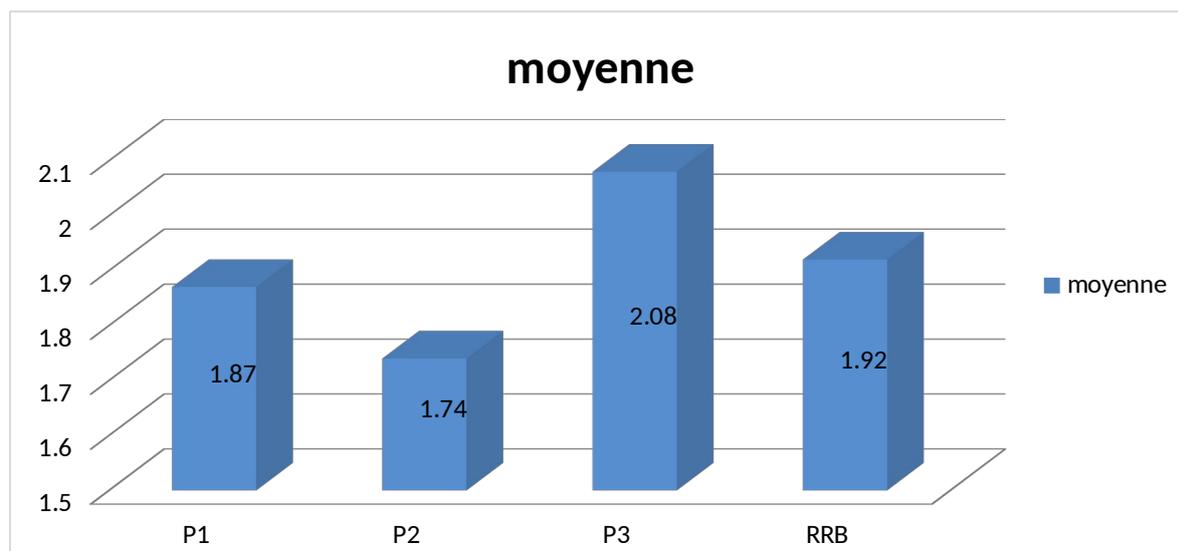
Pour mieux caractériser ces deux paramètres, nous résumons les résultats obtenus dans les tableaux ci-après :

**Tableau IX** : extinction spécifique dans l'UV à 232nm.

E232						
Campagne	Périodes de trituration	Nombre des échantillons	Min-Max	Moy±E	Nombre du COI $\leq$ 2.6	
					% $\leq$ 2.6 propre à la consommation	%=2.6 lampante
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	8	1.237-2.599	1.87 ±0.38	100	0
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	8	1.220-2.141	1.74 ±0.31	100	0
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	8	1.655-2.477	2.08 ± 0.25	100	0

D'après les résultats consignés dans le tableau IX, la valeur maximale pour E232 est enregistrée dans la première période, des valeurs oscillent autour d'une moyenne de 1.87 avec un écart type important de 0.38. la valeur minimale est enregistrée dans la 2<sup>ème</sup> période avec une moyenne de 1.74±0.31. La 3<sup>ème</sup> période présente une moyenne un peu plus élevée 2.08±0.25, toutes les périodes présentent des valeurs conformes à la norme (figure n°12).

Les résultats des extinctions UV de nos échantillons à 232nm sont résumés dans l'histogramme suivant ;



**Figure n°02** : les valeurs de l'absorbance à 232nm de l'huile pour les trois périodes de trituration

## Résultats et discussion

Nous notons ainsi que la conformité des absorbances à 232 nm à la norme du **COI(2008)** pourrait être expliquée par la faible teneur en produits primaires d'oxydation tel que les hydroxyperoxydes.

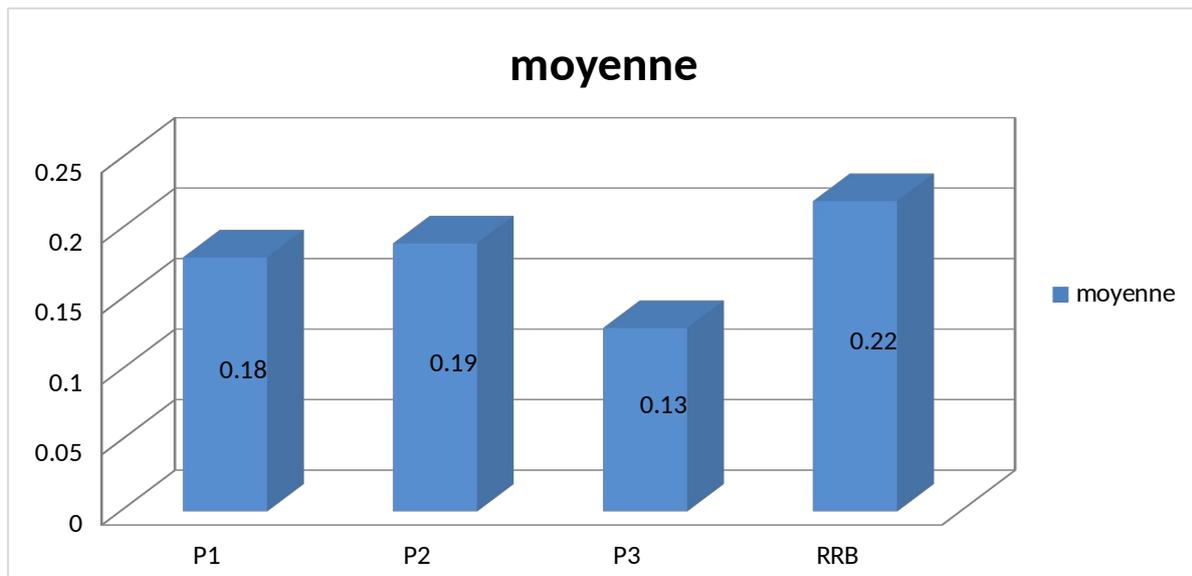
Nos résultats sont proches de ceux trouvés dans des travaux de recherches sur la caractérisation de l'huile d'olive vierge de quelques pays du bassin méditerranéen.

**Tableau X** : extinction spécifique dans l'UV à 270nm.

E270						
campagne	Périodes de trituration	Nombre des échantillons	Min-Max	Moy±E	Nombre du COI≤0.3	
					%≤0.3 propre à la consommation	% sup 0.3 Lampante
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	8	0.115-0.308	0.18±0.002	88.88	11.12
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	8	0.082-0.347	0.19±0.008	77.78	22.22
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	8	0.051-0.225	0.13±0.002	100	0

D'après les résultats consignés dans le tableau X, la valeur maximale pour E270 est enregistrée dans la 2<sup>ème</sup> période, ces valeurs varient autour d'une moyenne de 0.19 avec un écart type de 0.008 et que cette période ressort pour son pourcentage élevé en huile riche en produits secondaires d'oxydation (22.22% des échantillons présentent des valeurs supérieures à la norme).

Les résultats d'extinction UV de nos échantillons à 270nm sont résumés dans l'histogramme suivant :



**Figure n°03** : les valeurs d'absorbance à 270nm de l'huile pour les trois périodes de trituration.

Les variations enregistrées dans les différentes périodes pourraient être liées à la libération des acides gras provoqués par l'état sanitaire des olives (olives piquées) et le stockage inadapté ou prolongé (**MORDRET et al, 1997 ; DHIFI et al, 2002**).

Nos résultats sont proches de ceux trouvés dans plusieurs travaux de recherche.

## 2. Analyses chimiques :

### 2.1- Acidité :

La mesure de l'acidité d'un corps gras nous renseigne sur la teneur en acides gras libres résultant de l'hydrolyse enzymatique et thermique des glycérides (mono di glycérides) (**KARLES KIND, 1992**).

L'acidité, critère de qualité important, permet de classer l'huile en différentes catégories en fonction de leurs teneurs en acides gras libres (**MANAI et al, 2006**).

Les résultats de l'acidité de nos échantillons sont résumés dans le tableau suivant :

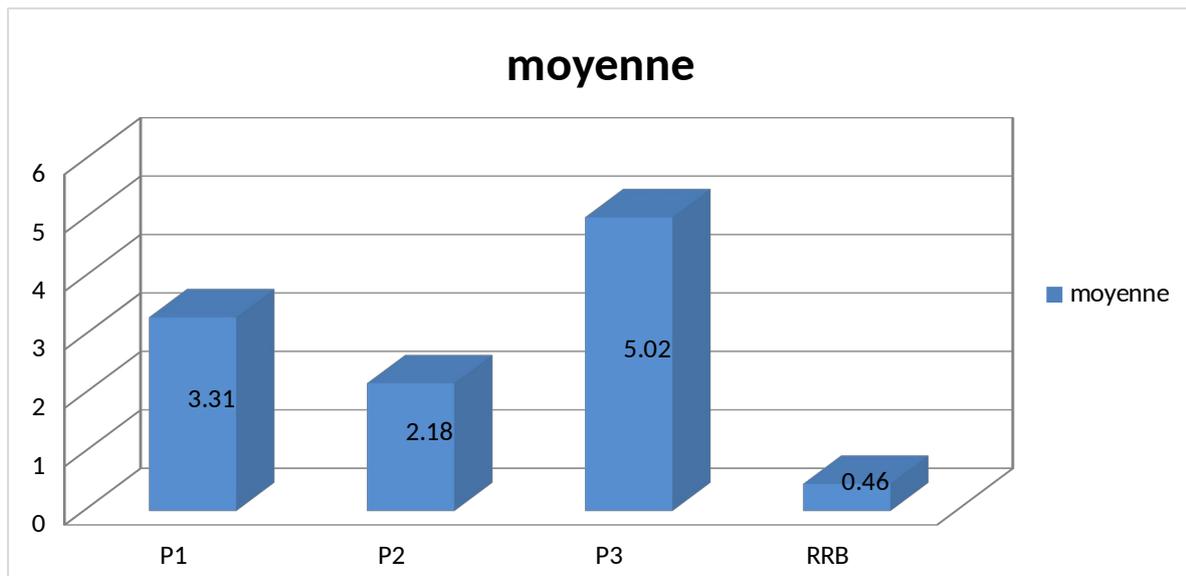
## Résultats et discussion

**Tableau XI** : les valeurs d'acidité des échantillons d'huile analysés :

campagne	périodes	Nombre des échant	Min-Max	Moy±E	Le % des échant ≤ 0.8%	Le % des échant ≤ 2.0%	Le % des échant ≤ 3.3%	% des échant sup 3.3%
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	18	1.01-5.96	3.31±1.30	0	22.22	38.9	38.88
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	18	0.45-4.06	2.18±1.10	16.67	27.78	27.78	27.77
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	17	0.56-9.60	5.02±3.03	17.64	5.88	11.76	64.72

Les échantillons de l'huile d'olive étudiés pour la 1<sup>ère</sup> et la 3<sup>ème</sup> période présentent des valeurs moyennes d'acidité de  $3.31 \pm 1.30$  et  $5.02 \pm 3.03$  respectivement, ce qui justifie l'appartenance de ces huiles à la catégorie des huiles d'olives lampantes .cependant, dans la 2<sup>ème</sup> période, nous avons obtenu des valeurs d'acidité variant de 0.45 à 4.06 % avec une valeur moyenne de  $2.18 \pm 1.10$  (figure n°14), cette dernière concorde bien à la norme fixée par le **COI 2003**( $\leq 3.30\%$ ) pour les huiles d'olive vierges courantes.

Les valeurs moyennes de l'acidité des trois périodes sont représentées dans la figure ci-dessous :



**Figure n°04** : les valeurs de l'acidité de l'huile des trois périodes de trituration.

D'après ces résultats, nous constatons pour ce paramètre qu'il y a une différence importante entre les trois périodes étudiées. Nous notons que les faibles valeurs d'acidité sont obtenues dans la 2<sup>ème</sup> période, ce qui permet de qualifier ces huiles meilleures sur le plan organoleptique et nutritionnel que celles des deux autres périodes. Selon **PUCHADES et al, 1994**, les acides gras libres jouent un rôle important dans la caractérisation sensorielle de l'huile d'olive, plus ces acides sont concentrés dans l'huile, plus cette dernière aura un goût désagréable, les huiles ayant un taux d'acidité élevé (supérieur à 5%) provoquent des troubles digestifs.

La différence importante des taux d'acidité entre les différentes périodes étudiées pourrait être expliquée par les teneurs élevées en eau qui favorisent l'hydrolyse des triglycérides ce qui engendre l'augmentation des acides gras libres dans l'huile (**POKORNI, 2003**).

Les valeurs élevées d'acidité (3.31 %-5.02%) reflètent l'état défectueux du fruit du au mélange des fruits récoltés à la main et les fruits tombés spontanément sur le sol, par conséquent, l'augmentation de l'acide peut être expliquée par l'hydrolyse des triglycérides sous l'action des enzymes produites dans le fruit (lipases) au cours de la maturation, ces mêmes enzymes peuvent être synthétisées par des bactéries, des levures et des moisissures qui se développent dans les galeries des drupes endommagées. Cette hydrolyse est accélérée sous l'action des microorganismes, qui se développent dans les trous de sortie de la mouche de l'olive (**A.AL ANTARI, A EL MOUDNI et H.AJANA, 2003**).

**MARTINEZ(1973)**, a montré que les olives à un stade avancé de maturation donnent des huiles à des niveaux plus élevés d'acidité libre, car elles subissent une augmentation de l'activité enzymatique, en particulier par les enzymes lipolytiques présentent naturellement dans les fruits d'olive.

## Résultats et discussion

Nos résultats sont proches de ceux enregistrés dans la région de SEDDOUK (**année 2008**) présentant des valeurs moyennes d'acidité de 2.27 à 4.8% et sont trop loin des résultats trouvés dans le cadre des travaux de recherche sur la caractérisation de l'huile d'olive vierge de quelques pays du bassin méditerranéen.

### 2.2-L'indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde est lié à la récolte, à la conservation et au mode d'extraction. Il reflète le degré d'oxydation des huiles qui est accéléré par la présence d'oxygène, la température et certains catalyseurs. Ces facteurs agissent sur les doubles liaisons des acides gras insaturés pour former des peroxydes et des hydroxyperoxydes (**CIMATO, 1990**).

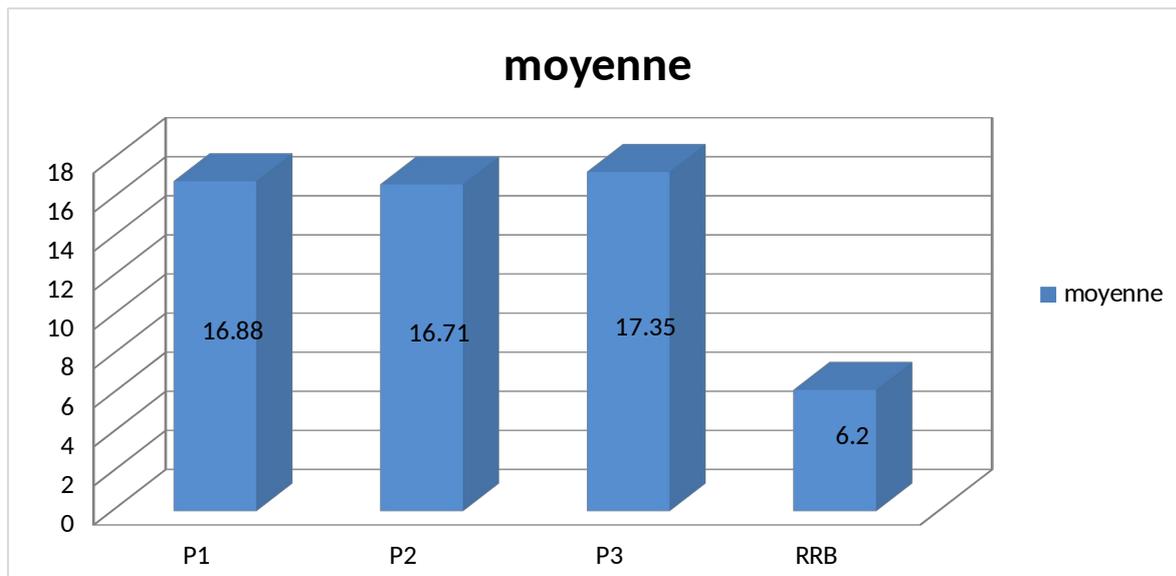
Les résultats de l'indice de peroxyde des huiles d'olive analysées sont résumés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XII** : l'indice de peroxyde de l'huile d'olive dans les trois périodes de trituration.

campagne	Périodes de trituration	Nombre des échant	Min-Max	Moy±E	Le % des échant ≤20	Le %des échant sup 20
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	18	15-19	16.88±1.36	100	0
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	18	14-19	16.71±1.28	100	0
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	17	15-19	17.35±1.36	100	0

D'après le tableau XII, nous remarquons que les valeurs moyennes obtenues pour cet indice oscillent entre 16.71 et 17.35 méq d'o<sub>2</sub> /kg d'huile. la valeur la plus faible est notée dans la 23<sup>ème</sup> période, par contre la valeur maximale d'IP est observée dans la 3<sup>ème</sup> période qui est de 17.35 méq d'o<sub>2</sub>/kg/d'huile. 100% des échantillons des trois périodes montrent des indices de peroxydes répondants aux normes du **COI(2003)**.

Les résultats de l'IP de nos échantillons sont résumés dans l'histogramme suivant :



**Figure n°05** : l'indice de peroxyde de l'huile des trois périodes de trituration.

Il est important de signaler que cet indice nous renseigne sur la présence d'antioxydants tels que les polyphénols qui assurent une meilleure stabilité de l'huile. Dans le cas de l'huile de la 2<sup>ème</sup> période, on remarque qu'elle présente l'indice de peroxyde le moins élevé (16.71 meq d'O<sub>2</sub>/kg d'huile, et c'est l'huile la plus riche en polyphénols totaux (52ppm).

Il existe des facteurs qui peuvent influencer la valeur de l'indice de peroxyde et ainsi expliquer les variations observées à l'intérieur d'une même saison, à savoir :

-la présence de feuilles lors de la trituration des olives favorise l'oxydation de l'huile (photo-oxydation).

-les olives abimées ou blessées peuvent subir une oxydation avancée en présence de l'air comme elles peuvent être infectées par des microorganismes.

-les métaux de transition (Fe, Cu) provenant des impuretés (terre, poussière) en contact du produit, se comportent comme des initiateurs et favorisent l'oxydation des triglycérides et des AGI (CHIMI, 2006).

-de plus, les quinones qui se forment durant l'oxydation des polyphénols interfèrent dans la détermination de l'indice de peroxyde (VAZQUEZ et RONCERO, 1978).

Nos résultats s'accordent avec ceux de TATEM et ZEDDAN, (2008) qui ont travaillé sur des huiles d'olive de la région de Sidi AICH, en revanche, nos résultats sont nettement supérieurs à ceux trouvés par Ait Ouali et MAMOU, (2009) qui ont travaillé sur les huiles d'olive de la région de Seddouk et à ceux trouvés dans les laboratoires de recherche sur la caractérisation de l'huile d'olive vierge autour de quelques pays du bassin méditerranéen.

### 2.3- L'indice d'iode :

L'indice d'iode mesure le nombre de double liaisons pour déterminer le degré d'insaturation de l'huile ; plus celui-ci est élevé plus l'huile est riche en acides gras insaturés.

Les résultats de l'indice d'iode sont illustrés dans le tableau XIII :

**Tableau XIII** : l'indice d'iode des échantillons d'huile étudiés.

	<b>Bouira</b>	<b>Extra vierge</b>
Echant 1	88.21	86.45
Echant 2	87.2	83.65
Echant 3	87.37	79.18
Echant 4	87.05	80.74
Echant 5	87.29	80.54
Moy±E	87.42±0.89	82.11±2.92
Max	88.21	86.45
Min	87.05	79.18

Ces résultats montrent que les valeurs de l'indice d'iode sont comprises entre 87.05 et 88.21 g/I<sub>2</sub>/100g d'huile pour l'huile de Bouira et varient entre 79.18 et 86.45 g d'I<sub>2</sub>/100 g d'huile pour l'extra vierge. la valeur moyenne de cet indice est de 87.42±0.89 et de 82.11±2.92 g d'I<sub>2</sub>/100 g d'huile pour les deux huiles respectivement.

Les valeurs enregistrées pour notre huile sont proches de celles de l'extra vierge et concordent bien aux normes fixées par le **COI** pour l'huile d'olive vierge qui prévoit des valeurs comprises entre 75 et 94.

### 3. Analyse de la composition de l'huile :

#### 3.1-Teneur en chlorophylles :

La teneur en chlorophylle est un paramètre très important à considérer surtout pour la qualité organoleptique et la stabilité de l'huile. Les pigments ont une activité pro-oxydante à la lumière et anti-oxydante à l'obscurité.

Selon **PERRIN, 1992**, une huile d'olive vierge présente une fourchette de valeur en chlorophylles variante entre 1 et 20 ppm.

La teneur en chlorophylles est influencée par plusieurs paramètres à savoir :

-Le degré de maturité du fruit, la teneur en chlorophylles diminue avec les degrés de maturité(**BROUSSE et LOUSSERT, (1978)**).

## Résultats et discussion

-Selon WOLFF(1968), le stockage des olives favorise le passage des pigments chlorophylliens de la phase huileuse suite à la dégradation de la paroi cellulaire par des bactéries qui secrètent des pectinases.

-la présence des feuilles dans les lots d'olive lors de la trituration, peut occasionner une augmentation de la teneur en chlorophylles des huiles obtenues (**CHIMI, 2006**).

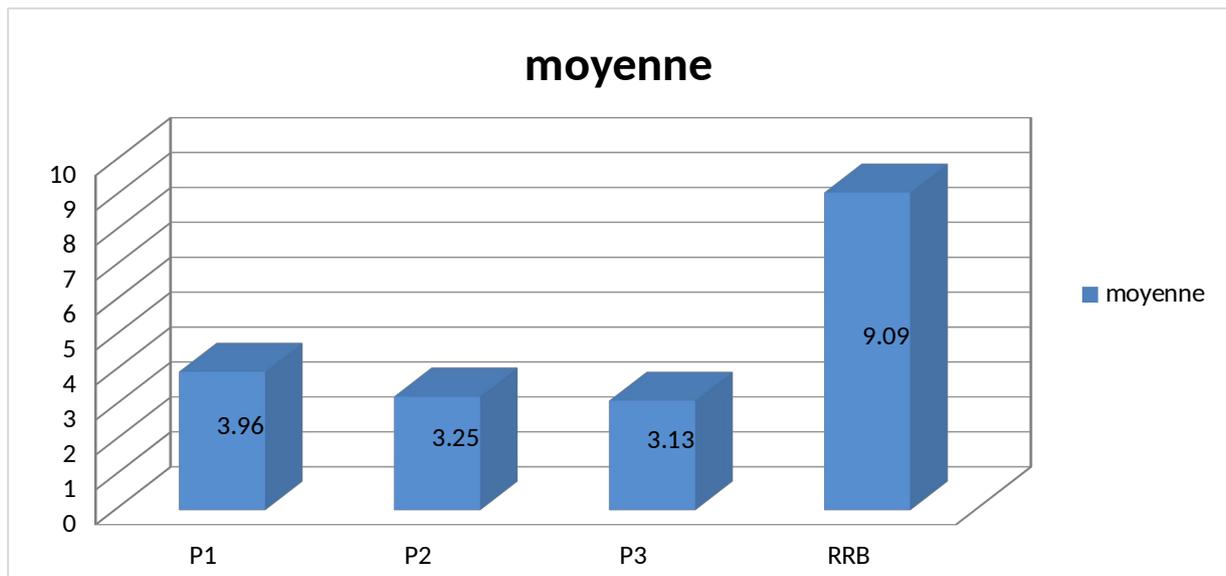
L'évaluation de la teneur en chlorophylles de nos huiles est donnée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XIV** : la teneur en chlorophylles de l'huile analysée.

campagne	Périodes de trituration	Nombre d'échant	Min-Max	Moy±E
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	8	2.54-6.86	3.96±1.18
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	8	1.81-6.44	3.25±1.44
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	8	2.74-7.09	3.13±2.08

En se basant sur le tableau XIV, la valeur moyenne la plus importante est enregistrée dans la 1<sup>ère</sup> période (3.96 ppm) tandis que la plus faible est enregistrée dans la 3<sup>ème</sup> période (3.13 ppm). De 1 à 10ppm est l'intervalle fixé par le **COI(2003)** pour les teneurs en chlorophylles des huiles d'olive vierges ; nous constatons que nos résultats sont conformes à la norme fixée par le conseil oléicole international.

Les résultats de la teneur en chlorophylles de nos échantillons sont résumés dans l'histogramme suivant :



**Figure n°06** : les valeurs moyennes de la teneur en chlorophylles en trois périodes étudiées.

Nous remarquons que, au fur et à mesure de la maturation, les teneurs en chlorophylles diminuent. Selon **Garcia et Al(2007)**, la maturation influence sur la teneur en pigments chlorophylliens, car au cours de celle-ci les chlorophylles qui se présente dans le fruit se dégradent et subissent des transformations dans les chloroplastes, plus la maturation progresse, plus l'activité photosynthétique diminue ainsi la concentration des chlorophylles diminue progressivement, à la fin de la maturation la couleur violette de l'olive est le résultat de la formation des anthocyanines.

Il est démontré que l'inactivation de certaines enzymes telles que ; les peroxydases, lipases et lipoxygénases prévient le changement de couleur qui est associé à la conversion des chlorophylles en phéophytines (**GARCIA et al, 1996**).

Nos résultats sont nettement inférieurs à ceux trouvés dans les laboratoires de recherche sur la caractérisation de l'huile d'olive vierge autour de quelques pays du bassin méditerranéen.

### **3.2-Les caroténoïdes :**

Les caroténoïdes sont considérés comme étant désirables dans les huiles végétales en raison de leurs effets positifs sur la stabilité des huiles d'olive (**TAN et al, 1994**).les caroténoïdes sont responsables de la couleur jaune de l'huile, elles possèdent des propriétés anti-oxydantes et suscitent beaucoup d'intérêts pour la santé humaine.

La teneur en caroténoïdes des échantillons étudiés exprimée en ppm est représentée dans le tableau ci-dessous.

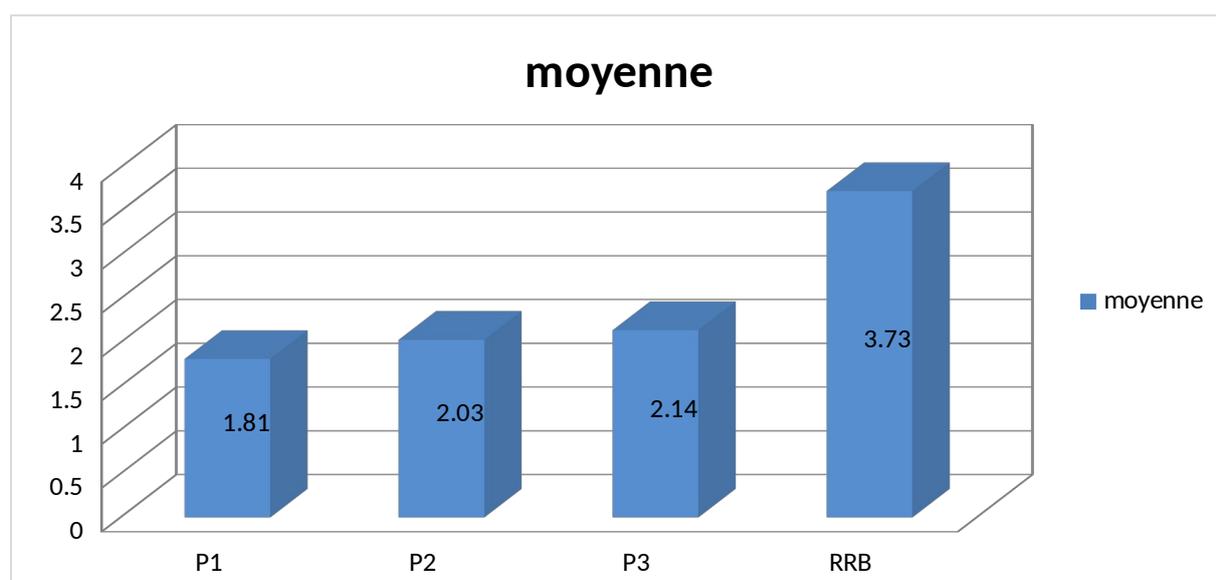
**Tableau XV** : la teneur en caroténoïdes de l'huile d'olive analysée.

campagne	Périodes de trituration	Nombre d'échant	Min-Max	Moy±E
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	8	0.70-3.24	1.81±0.72
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	8	1.56-3.17	2.03±0.56
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	8	1.37-3.03	2.14±0.63

Les valeurs observées pour l'ensemble des échantillons analysés sont très proches. Ces valeurs varient de 0.70 à 3.24 ppm. La valeur moyenne la plus importante est enregistrée dans la 3<sup>ème</sup> période (2.14 ppm) tandis que la valeur la plus faible est enregistrée dans la 1<sup>ère</sup> période (1.81 ppm).

Les faibles valeurs en caroténoïdes des échantillons analysés peuvent être attribuées au système d'extraction utilisé ainsi que l'état de maturité des olives lors de leur trituration. En effet selon **AIT YACINE (2000)**, la teneur en caroténoïdes augmente au fur et à mesure de la maturité des olives. Cette augmentation est accompagnée par une diminution de la teneur en chlorophylles, ces pigments confèrent à l'huile sa couleur jaune au dépend de la coloration chlorophyllienne.

Les teneurs moyennes en caroténoïdes des trois périodes sont illustrées dans la figure suivante :



**Figure n° 07** : la teneur en caroténoïdes de l'huile des trois périodes étudiées.

## Résultats et discussion

La présence des caroténoïdes dans l'huile d'olive dépend du degré de maturité du fruit, du processus d'extraction et des conditions de stockage de l'huile ainsi que d'autres facteurs (RAHMANI, 1990 ; AIT YACINE, 2001).

Nos résultats sont proches de ceux trouvés dans les laboratoires de recherche sur la caractérisation de l'huile d'olive vierge autour de quelques pays méditerranéens.

### 3.3-Teneur en composés phénoliques :

La détermination des composés phénoliques de l'huile est une analyse d'extrême importance (ALARCONDE LASTRA et al, 2001), ils peuvent jouer un rôle en tant qu'antioxydants et avoir une influence sur la flaveur de l'huile (CAVUSOGLU et OKTAR, 1994).

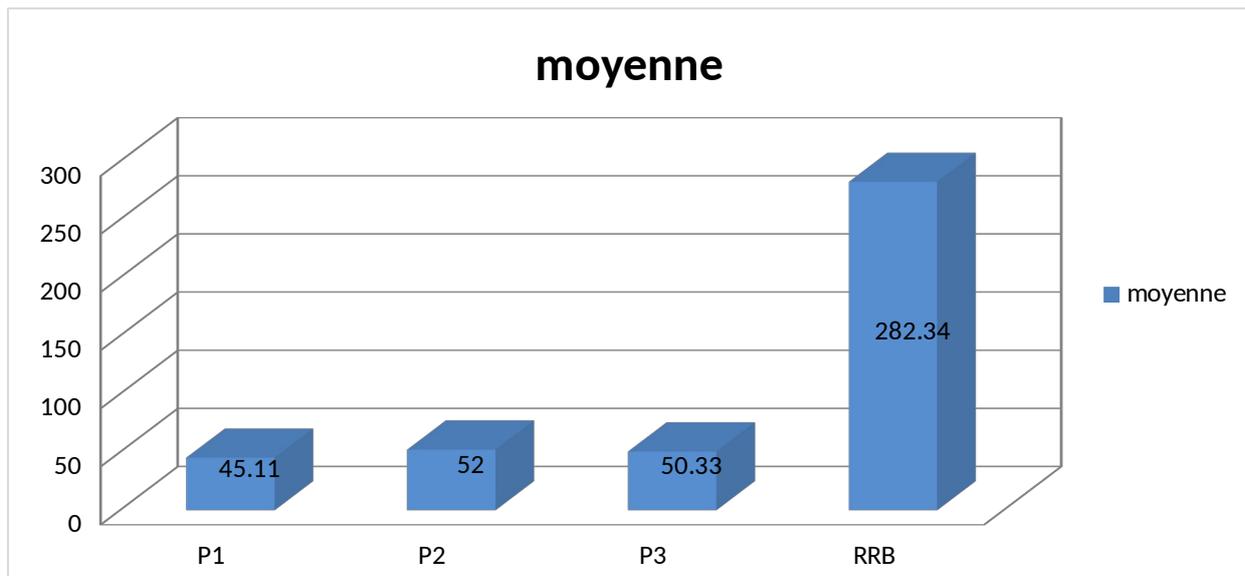
Pour mieux caractériser ce paramètre, on trace le tableau ci-dessous :

**Tableau XVI** : la teneur en composés phénoliques de l'huile exprimée en ppm.

campagne	Périodes de trituration	Nombre d'échant	Min-Max	Moy±E
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	8	22-80	45.11±16.54
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	8	10-100	52±28.45
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	8	28-81	50.33±22.42

D'après les résultats du tableau ci-dessus , la 2<sup>ème</sup> période présente la valeur maximale de 100ppm et une moyenne des échantillons la plus importante (52) avec une variation considérable entre les échantillons, confirmée par un écart type élevé (28.45).

Les valeurs des polyphénols totaux des échantillons analysés pour les trois périodes étudiées sont représentées dans la figure n°08 :



**Figure n°08** : la teneur en polyphénols de l'huile des trois périodes de trituration.

Il ressort de ces résultats que les valeurs en polyphénols des huiles des trois périodes étudiées sont trop faibles, liée principalement au mode d'extraction et au degré de maturité des olives.

La teneur en polyphénols n'est pas influencée de manière évidente par les techniques de récolte, elle varie en revanche avec l'avancement de la maturation et en particulier la phase qui succède la véraison (INGLES, 1994), notant que la 2<sup>ème</sup> catégorie présente la moyenne la plus élevée en polyphénols (52 ppm). Cette variation dépend également de l'état des olives, du climat et des procédés d'extraction utilisés pour séparer la phase huileuse de la phase aqueuse, elle dépend aussi des conditions de conservation de l'huile (OLIVIER et al, 2004).

Les résultats de la teneur en composés phénoliques obtenus pour les différentes périodes de la région de Bouira montrent que l'huile de cette région est sensiblement influencée par le système de récolte et la durée de stockage des olives. En effet, selon CHIMI (2001), le gaulage, qui est le mode de récolte utilisé par la majorité des oléiculteurs de cette région, provoque des lésions sur le fruit ce qui favorise l'oxydation des huiles par l'oxygène de l'air, entraînant ainsi des pertes considérables en composés phénoliques ce qui explique les teneurs les plus faibles enregistrées dans cette région.

Les teneurs de nos huiles en composés phénoliques sont proches de celles rapportées par DHIFI et al (2006) dans l'étude quantitative des polyphénols des sept variétés de l'huile d'olive de Tunisie dont la teneur varie entre 18.2 ppm et 162.8 ppm.

Par ailleurs, la variation des teneurs en phénols totaux des huiles étudiées sont également influencée par :

-Le degré de maturité : le taux des polyphénols diminue lorsque les olives sont récoltées à une époque tardive (CHIMI, 2001, PANARO et al, 2003, DUGO et al, 2004).

## Résultats et discussion

- Le stockage prolongé des olives provoque une perte considérable en composés phénoliques (**CHIMI, 2001**).

-Le mode d'extraction : l'addition d'eau chaude à la pâte d'olive provoque le lessivage des polyphénols qui se traduit par l'altération de la saveur des huiles et une faible résistance à l'oxydation au cours de la conservation (**MONTEDERO, 1989, DIGIOVACCHINO et SOLINA, 1992, DIGIOVACCHINO, 1996**).

-L'élévation excessive de la température et la prolongation de la durée de malaxage provoquant la dégradation des composés phénoliques (**KHLIF et al, 2003**).

Il est également à signaler que le pouvoir antioxydant de ces polyphénols n'est pas forcément corrélé à la teneur élevée, par contre, il est lié à leur nature chimique notamment l'hydroxytyrosol qui a un meilleur pouvoir antioxydant (**CHIMI, 2001**).

Nos résultats sont nettement inférieurs aux résultats trouvés par plusieurs chercheurs.

### 3.4-Les ortho-diphénols :

Les fortes propriétés anti-oxydantes et la grande valeur biologique de l'huile d'olive qui en résultent peuvent attribuer en grande partie aux composés ortho-diphénoliques de l'huile. Il n'est donc pas surprenant qu'il y ait une corrélation entre ces derniers et l'indice de peroxyde, les acides gras et la qualité organoleptique (**MONTEDERO et al, 1992**).

Les ortho-diphénols font partie de la fonction polaire de l'huile (**BOSKOU, 1996**).

Pour mieux caractériser ce paramètre, on trace le tableau ci- dessous :

**Tableau XVII** : la teneur en composés ortho-diphénoliques de l'huile en ppm.

<b>campagne</b>	<b>Périodes de trituration</b>	<b>Nombre d'échant</b>	<b>Min-Max</b>	<b>Moy±E</b>
2021/2022	1 Du 15 nov au 15 Déc	8	34-206	74.55±52
	2 Du 16 Déc au 15 Janv	8	44-182	103.66±50.67
	3 Du 16 Janv Au 15Fév	8	60-186	144.28±38.62

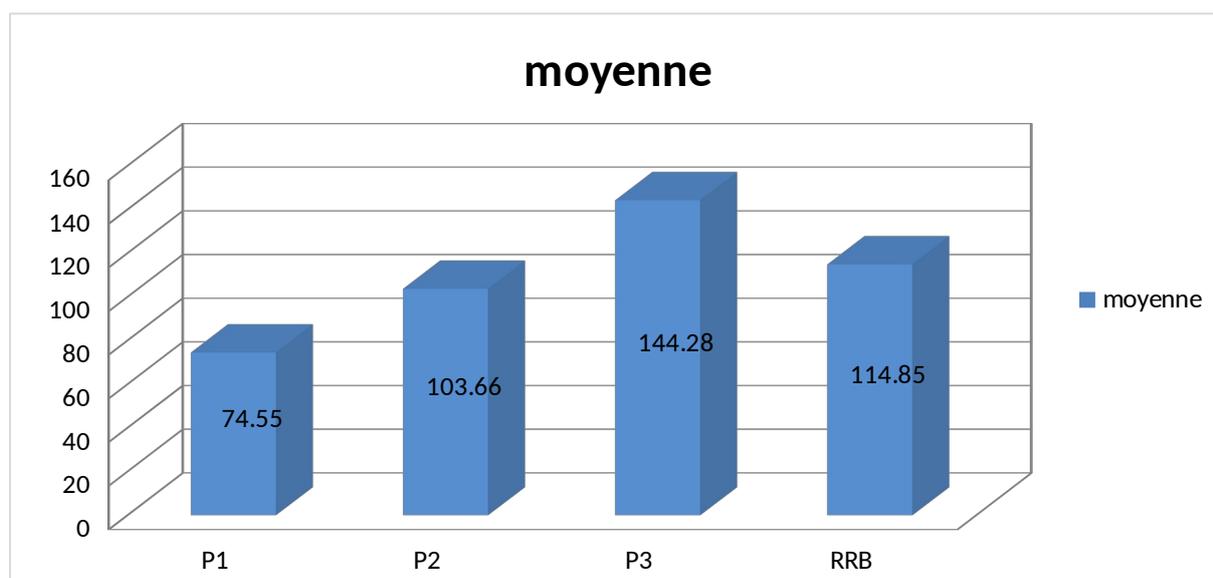
D'après le tableau XVII, nous constatons que les teneurs en ortho-diphénols des échantillons analysés sont variables selon les périodes. Elles varient de 34 à 206 ppm. La 3<sup>ème</sup> période présente la valeur moyenne la plus importante (144.28 ppm) alors que la 1<sup>ère</sup> présente la moyenne la plus faible (74.55ppm) avec une variation très importante entre les échantillons confirmée par un écart type élevé (52).

## Résultats et discussion

Il ressort de ces résultats que les valeurs de la 2<sup>ème</sup> période et la 3<sup>ème</sup> période contiennent des quantités appréciables en composés ortho-diphénoliques alors qu'elles sont faibles pour la 1<sup>ère</sup> période.

Selon **ORTEG et al, (2005)**, ces composés sont des antioxydants naturels et contribuent à la bonne stabilité de l'huile en augmentant sa résistance à l'auto-oxydation. A l'échelle cellulaire, ils ont un pouvoir de « scavenger » (piégeage) des radicaux libres.

Les teneurs moyennes en ortho-diphénols des trois périodes sont illustrées dans la figure suivante :



**Figure n ° 09** : la teneur en ortho-diphénols de l'huile des trois périodes de trituration.

En consultant les résultats enregistrés dans la figure 09, nous remarquons une grande différence des teneurs moyennes en composés ortho-diphénoliques entre les trois périodes. Les teneurs les plus faibles en ces composés sont observés durant la 1<sup>ère</sup> période, ceci est dû probablement aux taux d'acidité élevés des huiles de cette période. Selon **RAHMANI et al, (2001)**, la teneur en composés ortho-diphénoliques dépend de l'état d'altération que l'huile pourrait subir lors de l'extraction et de la conservation.

Selon certains auteurs, quelques facteurs peuvent influencer sur la teneur de l'huile d'olive en composés ortho-diphénoliques :

-Le degré de maturité des olives : la composition en ortho-diphénols augmente avec la maturation du fruit jusqu'au stade semi-noir au-delà duquel la teneur en ces composés commence à diminuer (**CHIMI, 2001**).

-L'utilisation de la gaule (la méthode de récolte la plus pratiquée dans la région étudiée) pour la récolte provoque des lésions sur le fruit, ce qui favorise l'oxydation de l'huile par l'oxygène de l'air, entraînant ainsi des pertes considérables en composés ortho-diphénoliques (**CHIMI, 2001**).

## Résultats et discussion

-Les ortho-diphénols étant des substances hydrosolubles ; l'addition d'eau chaude à la pâte provoque un effet de lessivage qui se traduit par l'altération de la flaveur des huiles et une faible résistance à l'oxydation au cours de leur conservation (**DIGIOVACCHINO, 1996**).

Nos résultats semblent proches de ceux trouvés dans les laboratoires de recherche sur la caractérisation de l'huile d'olive vierge autour de quelques pays du bassin méditerranéen.

### 3.5-La composition en acides gras :

En tant que principaux constituants de la matière grasse, les acides gras constituent un paramètre important pour la caractérisation des huiles d'olive. Or, c'est du point de vue quantitatif que les acides gras permettent de faire la distinction entre les différents échantillons, car les huiles d'olive sont constituées qualitativement par les mêmes acides gras (**DHIFI et al, 2002**).

Les résultats obtenus par la CPG des huiles analysées sont illustrés dans le tableau XVIII :

**Tableau XVIII** : profil acide de l'huile d'olive de la région de Bouira exprimée en ppm :

	Echant1	Echant2	Echant3	Echant4	Echant5	Moy±E	Norme COI
Acide palmitique C16 :0	14.26	14.91	14.61	13.73	14.73	14.44±0.41	7.5-20
Acide palmitoïque C16 :1	1.93	2.22	1.92	1.73	2.08	1.97±0.15	0.3-3.5
Acide stéarique C18 :0	2.59	2.41	2.34	4.25	67.02	2.88±0.37	0.5-5
Acide oléique C18 :1	66.76	67.13	67.57	66.7	12.83	67.03±0.3	55-83
Acide linoléique C18 :2	13.22	12.67	12.84	12.67	0.62	12.85±0.18	3.5-21
Acide linoléique C18 :3	0.84	0.63	0.52	0.86	0.62	0.69±0.1	0.1-1
Acide arachidique C20 :0	0.36	Traces	0.17	Traces	Traces	0.1±0.1	0.6
AGS	17.21	17.32	17.12	17.98	17.55	17.43±0.26	
AGI	82.75	82.65	82.85	81.98	82.55	82.55±0.29	
AGMI	68.69	69.35	69.49	68.43	69.1	69.01±0.36	
AGPI	14.06	13.3	13.36	13.55	13.45	13.54±0.2	
AGMI/AGPI	4.88	5.21	5.2	5.05	5.13	5.09±0.10	
A.oléique/ Alinoléique	5.04	5.29	5.26	5.25	5.22	5.21±0.12	
AGI/AGS	4.8	4.77	4.83	4.55	4.7	4.73±0.08	

Les résultats présentés dans le tableau XVIII, montre que la composition en acides gras totaux est qualitativement similaire entre les échantillons de l'huile d'olive testée. Cette composition se caractérise par la dominance de l'acide oléique qui oscille entre 66,70% et 67,57% des

## Résultats et discussion

acides gras totaux. Ces pourcentages entrent dans la fourchette de la norme établie par le **COI(2003)**.

Les données de la composition en acides polyinsaturés font ressortir que l'acide linoléique (c18 :2), acide gras essentiel, présente des teneurs oscillent entre 12,67% et 13,22% pour toutes les huiles étudiées.

La teneur des échantillons étudiés en acide palmitique (c16 :0) varie de 13,73 % à 14,91%, ces huiles issues de ces échantillons ne présentent pas le phénomène de fiabilité qui est signalé par certains auteurs à partir d'un certain pourcentage en acide palmique estimé à 17.9%.

La teneur en acide stéarique de différents échantillons varie entre 2,34% et 4,25%. Des différences sont notées dans les taux des acides gras mineurs tels : C16 :1, C18 :3. Un autre facteur intéressant pour la distribution entre les échantillons est le rapport acides gras insaturés/ acides gras saturés.

De point de vue nutritionnel, une graisse alimentaire devrait contenir, conformément aux recommandations les plus récentes intervenues en la matière : une faible teneur en acides gras saturés et, en conséquence, une teneur élevée en acides gras insaturés, ceux-ci devront être principalement mono-insaturés (acide oléique), la proportion d'acide linoléique devra être proche de 10% de la ration lipidique. Le rapport (acide oléique/acide linoléique) devrait être égal ou supérieur à 7 (**GRANDE COVIAN ,1987**).

### 3.6- Le test d'oxydabilité (rancimate) :

Le rancimate a fait des preuves pendant des années comme instrument pour la détermination de la stabilité à l'oxydation des huiles et graisses. Il permet de choisir les anti-oxygènes synthétiques ou naturels.

Les résultats de rancimate sont illustrés dans le tableau XIX :

**Tableau XIX** : les valeurs de rancimate des échantillons d'huile.

	<b>Bouira</b>	<b>Extra vierge</b>
Echant1	22.37	34.02
Echant 2	13.14	32.82
Echant3	18.06	42.69
Echant 4	16.9	43.29
Echant5	17.23	28.4
Moy±E	17.54±3.29	36.24±6.5
Max	22.37	43.29
Min	13.14	28.4

Ces résultats montrent que les valeurs de rancimate sont comprises entre 13,14 et 22,37 pour l'huile de BOUIRA et varient entre 28,4 et 43,29 pour l'extra vierge. La valeur moyenne de ce paramètre est de  $17,54 \pm 3,29$  et  $36,24 \pm 6,5$  pour les deux huiles respectivement.

Les valeurs enregistrées pour notre huile sont trop faibles par rapport à celles de l'extra vierge et cela est dû aux faibles teneurs en polyphénols de nos huiles.

#### **4. Classification des huiles :**

L'ensemble des paramètres étudiés, auxquels le COI a établi les limites, nous permet de classer les huiles analysées dans le tableau XX.

Les abréviations entre parenthèses seront utilisées dans le tableau qui suit à la place des dénominations suivantes :

- huile d'olive vierge extra (HOVE).
- Huile d'olive vierge(HOV).
- huile d'olive vierge courante(HOVC).
- huile d'olive vierge lampante(HOVL).

## Résultats et discussion

**Tableau XX** : classification des huiles d'olive étudiées selon les normes fixées par le COI(2008).

Campagne oléicole					
2021/2022					
Echant	IP	E232	E270	A %	Classification
1	16	1.533	0.115	1.82	HOV
2	19	1.922	0.191	1.01	HOV
3	18	1.633	0.162	2.6	HOVC
4	17	1.702	0.226	5.96	HOVL
5	15	1.237	0.145	5.76	HOVL
6	16	2.599	0.308	2.54	HOVC
7	18	2.239	0.177	2.19	HOVC
8	16	2.122	0.187	4.6	HOVL
9	19	2.071	0.132	1.91	HOV
10	17	1.408	0.326	1.92	HOV
11	17	1.731	0.094	4.06	HOVL
12	17	1.425	0.14	0.45	HOVE
13	16	1.983	0.082	0.62	HOVE
14	14	1.988	0.347	3.26	HOVL
15	16	2.141	0.253	4.04	HOVL
16	18	1.22	0.185	1.18	HOV
17	16	1.78	0.22	9.55	HOVL
18	18	1.909	0.147	1.95	HOV
19	17	2.076	0.135	3.23	HOVC
20	18	2.065	0.144	9.57	HOVL
21	15	1.655	0.051	0.56	HOVE
22	19	2.464	0.131	3.71	HOVL
23	18	2.214	0.172	1.99	HOV
24	18	2.477	0.225	9.6	HOVL

D'après le tableau XX : 12,5% des huiles analysées sont classées dans la catégorie des huiles d'olive vierges extra, 29,16 % présentent l'huile d'olive vierge, 16,67% entrent dans la catégorie des huiles d'olive vierges courantes. Les 03 catégories sont classées par le COI(2008) comme étant des huiles propres à la consommation en l'état. Alors que 41,67 % des échantillons d'huile étudiés appartiennent à la catégorie des huiles d'olives vierges lampantes impropres à la consommation ; ces huiles doivent subir un raffinage ou un coupage avant leur commercialisation.

# **Conclusion**

L'objectif des oléiculteurs réside dans la production et la commercialisation des huiles d'olives vierges de qualité de plus en plus supérieure qui est très recherchée par le consommateur vu sa qualité nutritionnelle élevée. Nous avons analysé les paramètres physico-chimiques d'un certain nombre d'échantillons de l'huile d'olive de la région de Bouira( campagne 2021/2022) en comparant entre trois périodes différentes de temps afin d'évaluer la qualité de son huile.

A la lumière des résultats obtenus, nous avons fait les constatations suivantes :

- Pour la teneur en eau et en matières volatiles, plus de 79% d'échantillons analysés ont des valeurs supérieures à (0,2%) qui est la limite tolérée par le COI pour les huiles d'olives vierges ; ce qui réduit la durée de conservation de ces huiles en accélérant le processus d'altération (l'hydrolyse des triglycérides).
- Plus de 41% des échantillons analysés ont des valeurs d'acidité supérieure à 3,3 %. Selon la norme du **COI**, ces huiles sont classées dans la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes impropres à la consommation en l'état. Ce résultat est dû à la négligence des bonnes pratiques d'élaboration de l'huile d'olive par les agriculteurs de cette région, ce qui fait que ces huiles ne peuvent être commercialisées dans les marchés internationaux.
- L'évaluation de l'état oxydatif de nos échantillons a été appréciée grâce aux analyses suivantes ; l'indice de peroxyde et l'absorbance dans l'UV. Les résultats obtenus ont confirmé que la majorité des échantillons sont conformes aux normes établies par la **COI(2003)**. Ces deux paramètres sont affectés par la durée de stockage des olives ainsi que le mode de cueillette.
- Les valeurs de l'indice d'iode des échantillons de nos huiles analysées sont influencées par la durée de stockage ainsi que leur degré de maturité.
- La teneur en pigments chlorophylliens est un facteur important à considérer surtout pour la conservation de la qualité organoleptique d'une huile. La détermination des teneurs en chlorophylles des huiles étudiées révèle que l'ensemble des échantillons présentent des teneurs relativement élevées pendant les trois périodes de trituration avec une moyenne maximale de 3.963% qui est enregistré dans la première période.
- Les caroténoïdes possèdent des propriétés anti-oxydantes et suscitent beaucoup d'intérêts pour la santé humaine. Les teneurs des huiles étudiées en ces composés augmentent au fur et à mesure de l'avancement du temps.
- Les caroténoïdes possèdent des propriétés anti-oxydantes et suscitent beaucoup d'intérêts pour la santé humaine. Les teneurs des huiles étudiées en ces composés augmentent au fur et à mesure de l'avancement de temps.
- Concernent les polyphénols, les huiles étudiées présentent des teneurs très basses durant les trois périodes étudiées ce qui leur confère une instabilité durant leur

conservation, une réduction des caractères organoleptiques ainsi que les usages thérapeutiques.

- L'analyse par la CPG des esters méthyliques des acides gras a révélé pour les échantillons d'huiles étudiés :
  - \* un profil d'acides gras caractéristiques, dominé par l'acide oléique (C18 :1) qui confère à l'huile le caractère mono-insaturé et présent en grandes quantités, celui-ci a un indiscutable intérêt dans la médecine préventive.
  - \* Des quantités acceptables en acide linoléique (C18 : 2), acide palmitique (C16 : 1) et l'acide stéarique.

Notre travail nous a conduits aussi à établir des conclusions prometteuses :

En effet nous avons constaté que la qualité de l'huile est sensiblement influencée par le paramètre temps.

Cette étude a permis aussi à déduire que les huiles produites sont de bonnes qualités, 59% de ces huiles entrent dans la catégorie des huiles d'olive propres à la consommation d'après les normes internationales du conseil oléicole et 41% des échantillons d'huile étudiés appartiennent à la catégorie des huiles d'olive vierges lampantes impropres à la consommation.

Bien que les périodes de trituration se caractérisent par des variations importantes entre elles, d'où la 2<sup>ème</sup> période se distingue par un pourcentage de 25% des huiles d'olive vierges extra ; or la 3<sup>ème</sup> période se caractérise par un pourcentage élevé des huiles d'olives lampantes (37%).

Nous soulignons également que l'olive et son huile sont des produits fragiles. Une attention particulière est donc requise à chacune des étapes nécessaires à l'extraction de l'huile : pendant la cueillette, l'extraction et le stockage, si les olives sont abimées, moisies, fermentées ou ont pris une odeur quelconque ; cela se répercutera sur l'huile.

Au terme de notre travail et face à la demande du marché national et international d'une huile de qualité, des mesures sont nécessaires à entreprendre pour l'amélioration de ce secteur, dont on peut citer quelques-unes :

- Effectuer la récolte des olives à la maturité appropriée.
- Cueillir les olives sur l'arbre, à la main.
- Séparer les olives ramassées à terre et les olives cueillies sur l'arbre.
- Transporter les olives aux huileries dans des cageots en plastiques.
- Réduire au maximum la durée de stockage des olives.
- Eviter le stockage des olives à l'air libre.
- Procéder immédiatement au stockage de l'huile dans des emballages appropriées et propres.
- Eviter le stockage et l'entreposage de l'huile dans des conditions qui favorisent son altération.

## Conclusion

---

Toutefois dans l'intérêt d'apporter un complément à cette étude, il serait intéressant de :

- Effectuer une analyse sensorielle des huiles étudiées.
- Procéder à la caractérisation des polyphénols.
- Etude similaire et approfondie des huiles des autres régions.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

### A

- **AIT YACINE Z.2001.** Etude des facteurs déterminants la meilleure période de récolte des olives. *Oliva*.n°88.PP39-45.
- **AIT YACINE Z. Serhouchni M. et HILALIS** Evaluation de la composition acide de l'huile d'olive à différents stades de maturité des olives. Cas du périmètre du Tadla-Maroc.*Olivea*.2002.n°94, P.51-53.
- **AMIOT MJ.FLEURIET A.et MACHEIX JJ.** Importance and evolution of phenolic compounds in olive during growth and maturation. *JAgric. Food chem*.1986.V34.P823-826.
- **AMIOT MJ.FLEURIET A.et MACHEIX JJ.** Accumulation of European derivatives during olive maturation. *Phyto chemi*.1989.V.28.P.67-69.
- **A NGEROSA F. SRVILI M et SERVAGGINI** Volatile compounds in viring olive oil occurrence and their relationship with the quality. *Chroma*. September 2004.V1051.P.17-31.
- **APARICIO R et LUNA G.** Cauterization of monovarietal Virgin oliveoils. *J. Lipid. scitecnol*. September 2002.V104.P.1-12.
- **ARNAUD P.**Cours de chimie organique .Ed.Gaithier-Villars.1985.505P.
- **AVIDONB.OGRODOVITCH A et LAVEE S.**Un système fiable et rapide de dosage de la teneur en huile de fruit de l'olivier par agitation. *Olivae*. Juin 1997.n°67.P44-47.

### B

- **BELAICH P. (1979).**Les techniques de laboratoire et d'aromatogramme .IN : traité de la phytothérapie et l'aromathérapie 121-132.
- **BENDINI A. CERRITANI L. PANCORBO A, GOMEZ-CARAVACA A.M, SEGURA –CARRETERO A, GUTIERREZ F.A et LERCKER J.2007.**phenolic molecules in Virgin olive oils. A sevey their sensory properties, health effects, anti-oxydant activity and analytical methods. N° 12, P1676-1719.
- **BENAYHIA N et ZEIN K.** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Contribution spéciale de sustainable business associates(suisse) à AESECII.2003.PI-8.
- **BOGGIA R et al.** Classification and class modeling of "Riviera Ligure" Extra-virgin olive oil Using chemical-physical parameters. *Agric Food chem*.V50.n8.2002.
- **BOSKOU D.1996.**Olive oil. Chemistry and technology.*Olivae*.N°72.P26-71.
- **BRANEN A.L.DAVIDSON P.M et KATZB (1980).**Antimicrobial properties of phenolic antioxydants and lipids. *Food Technol*.may.pp42-63.
- **BROUSSE G et LOUSSERT R(1978).**l'olivier .Edition raisonneuse.la rose Paris.

## Références bibliographiques

---

### C

- **CARRALAFLENTE et ELENA L.2003.** Les bienfaits de l'huile d'olive. Diabète et société. N°4.V48.PP36-38.
- **CASA J.S, BUENO E.O.MONTANO GARCIA A.M et CANO M.M.** Sterol and erythrodiol content of virgin olive oils cultivars of Extremadura (Spain). Jof food chem.2003.
- **CASELLI S. MODIS G. NIZZI GRIFI Fet FIORINE P.** Variabilité de la composition en acides gras, en stérols et en alcools de l'huile d'olive de cultivars de la toscane.Olivae.1993.N°47.P46-51.
- **CAVUSOGLU A.et OKTAR A.** Les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture de l'huile d'olive.Olivae.Juin1994.N°52, P18-24.
- **CECCHI** Transformation des stérols pendant la fabrication de squalène végétal : incidence de cette transformation sur la présence de stéranes et squalène d'origine d'olive. OCL. Mars. Avril 1998.N°2, V5 P 149-151.
- **CHIBOIS J.** Il était une fois l'huile d'olive .In : Saveur et Parfum de l'huile d'olive.Ed. Club France loisir. Paris .2000.p7-79.
- **CHIMI H ; 2001.**Qualité des huiles d'olive au Maroc. Enquête nationale et analyse au laboratoire .Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA, transfert de technologie en agriculture, N° 79.P1-10.
- **CHIMI H (2006).**Technologie d'extraction de l'huile et gestion de sa qualité.IN : transfert de technologie en agriculture .N°141.Juin 2006.
- **CHRISTOPOULOU E, LAZARAKI M et ALEXIOU F.**La qualité de l'huile d'olive vierge grecque. Critères chimiques et organiques. Olivae, Avril 1995, N°56.P.54-59.
- **CIMATO A.** La qualité de l'huile d'olive et les facteurs agronomiques. Olivae, N°31 .Avril 1990.p.20-31.
- **CIVANTOS L.**Agronomic factors influencing olive oil quality. Séminaire international sur la technologie de l'huile d'olive et la valorisation des sous-produits.Izmir.Turquie.1986.

### D

- **DIGIOVACCHINOL.**L'influence des systèmes d'extraction sur la qualité de l'huile d'olive.Olivae.1996.N°63.P52-63.
- **DUGO G. LO TURCO V. POLICINO D et al.** Caractérisation de l'huile d'olive vierge sicilienne. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars « Biancolilla » « Nocellaradelbelice », « Cerasuala », « TondaIblea » et

## Références bibliographiques

---

« Crastu » en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae*. Avril 2004, N° 101.P.44-52.

### E

- **EL ANTARI A. EL MOUDNIA. Et ALANA H.2003.**Evaluation comparative de la qualité et de la composition acide de l'huile d'olive chez quelques variétés méditerranéennes cultivées au Maroc.*Olivae*.N°95.P.26-31.

### F

- **FEDELI E.**Lipids in olives. *Progchem. Fats other lipids* 1997.V15.P.57-74.
- **FEDELI E.** Technologie de production et de conservation de l'huile. In : encyclopédie mondiale de l'olivier, 1997.Ed.Plaza et Janes. Barcelone, P.253-373.
- **FOLLY P.** Catabolisme de la chlorophylle b structures, mécanismes et synthèse, 200p.Doctorat en sciences naturelles : Fribourg (suisse) faculté des sciences de l'université de Fribourg : 2000.
- **FONTANAZZAG.** Comment cultivé en vue de la qualité. *Olivae*. décembre 1988, N°24, P.31-39.
- **FRENOT M. VIERLING E.** Biochimie des aliments, diététique du sujet bien portant, deuxième édition. In sciences des aliments, droit éditeur, 2001.

### G

- **GUIFRIDA D ; SALVO et al.** Pigments composition in mono-varietal virgin olive oils from various Sicilian olive varieties. *Food chem.* Janvier 2006.Article sur presse.P.1-5.
- **GUTIERREZ F et IZQUIERDO J.R.** Les critères de qualité applicables aux huiles d'olive ; méthode d'analyse physico-chimiques et organoleptiques .Cours international.1994.P.123-156.

### I

- **INGLESE P.** L'influence de la variété sur les caractéristiques qualitatives de l'huile d'olive. *Olivae*, décembre 1994.N°54.p42-47.

### J

- **JACOTOT B.1994.** Acides gras mono-insaturés alimentaires et lipoprotéines ; intérêt du régime méditerranéen .Oléagineux corps gras-lipide, Vol 1.2 P.97-98.
- **JACOTOT B et RICHARD J.L.1989.** L'huile d'olive. R.F. N° 129; P.45-48.

### K

- **KALUA C.M. ALLEN M S ET SBEDGOOD.** Olive oil volatile compounds. Flavor development and quality. Food chem. article sur presse.2006.p.1-12.
- **KALISKIND A:** Manuel des corps gras-lipide. Paris. Lavoisier, 1992.P.999-1571.
- **KHIF M ; REKIK H et AROUS M.N.** Le chêne continue dans l'extraction de l'huile d'olive en Tunisie ; technique d'utilisation. Olivae. Avril 2003, V 96, p .38-42.
- **KIRITSAKIS A.K.** La chimie de l'arôme de l'huile d'olive .Olivae.1993.N°45.P.23-28.
- **KOPRIVNJAK O; CONTE L et TOTIS N.** Influence of olive storage in bage on oil quality and composition of compounds. Food technol.2002.V 40.2.P.129-134.ISSN: 1330-9862.
- **KOUTSAFTAKIS A; KOTSIFAKI E; STEFANNOUDAKI E et CERT A.** Etude triennale sur les variations de plusieurs caractéristiques chimiques et de diverses composantes mineures des huiles d'olive vierges obtenues à partir d'olives cueillies à plusieurs degrés de maturité. Olivae, 2000, V80, P.22-27.

### L

- **LAVEE S; WODNER M et AVIDON B.2004.** A rapid refract metric method for determination of the oil content in olive (oleaseuropea) fruit. Adv. Hort. Sci. V2.P.33-37.
- **LEGER CL. Co.** Produits de l'huile d'olive: les composés phénoliques et leurs propriétés biologiques.OCL. Janvier- Février 1999. N°1. V6.P.60-63.
- **LINDEN G (1994).**Biochimie agro-industrielle .Edition Masson.P.287-300.

### M

- **MANAI H.** Variabilité de la composition de l'huile d'olive de quelques hybrides obtenus par croisements dirigés. *Economie. Science et technique. Olivae.* Décembre 2006, N°106.P17-31.
- **MICHAEL J; PELKZAR J.R et E.C.S.CHAN (1982).**Le contrôle des microorganismes. Ed ; HRWTEE.P.221-251.
- **MICHELLAKIS N.** L'amélioration de la qualité de l'huile d'olive en Grèce. passé, présent et avenir.*Olivae.*1992.N°30.P.22-30.
- **MINGUEZ, MOQUERA I et GALLARDO, GALLARDO L .**Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. *JSCI. Food. Agric.*1995.V69.9.1-6.
- **MONTEDORO G.1989.** Huile: Variété et technologie influence la qualité. *Olivae,* 29.p.28-30.
- **MONTEDORO D F; SERVILI M; MINIATI E 1992.**Simple and hydrolysable phenolic compounds in virgin olive oil. *J Agric Food chem.*
- **MORDRET F.** Conférence chevreuil: Evolution des critères de qualité des huiles d'olive vierges-perspectives.*OCI.*199.v 61.P69-76.

### N

- **NEVE J.2002.**Nutrition clinique et métabolisme .VI. P.292.300.
- **NOUHAD A et TSIMIDOU M.** Huile d'olive aux aromates : idées préconçues des consommateurs. Potentiels, les attribues nutritionnels et sensoriels de ces produits.*Olivae.*1998.N°71.

### O

- **OLLIVIER D ; BOUBAULT E ; PINATEL C et al.** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges In: *Annales des falsifications de l'expertise chimique et toxicologique,* 2004, N° 965, P 169-196.P1-15.
- **OUAOUICH A et CHIMI H .**Guide producteur de l'huile d'olive. Organisation des nations unies pour le développement industriel (ONUDI), Vienne 2007.
- **ORTEGA D ; FERNANDEZ A ; JIMENEZ A ; UCEDA M.2005.** Characterization of Italian olive cultivars in Andalusia. *Food chemistry.* P89, p.387-371.

### P

- **PANARO V; CLODOVEO M.L; LEONE A et MONTELG.L(2003).**La productivité des différentes méthodes de récolte et l'influence sur la qualité de l'huile d'olive vierge extra.Olivea.N°98, P.29-35.
- **PERRIN J.L.** Les composés mineurs et les anti-oxygènes naturels de l'olive et de son huile. Mise au point. R ev.Fr. Corps gras.1992.V39.P.25-32.
- **POISON J et NARCE M.2003.** Corps gras alimentaire : aspect chimique, biochimique et nutritionnel : In : lipides et corps gras alimentaire. Technique et documentation.Lavoisier.
- **POKORNY J.2003.**Problème de stabilité des produits alimentaires liés à la présence des lipides. In : Lipides et corps gras alimentaires.Ed.Tec et Doc. Paris, ISBN2-7430-0594-7.P.51-75.
- **PRIOR E, 2003.** Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. In : lipides et corps alimentaires. Ed. Tec et Doc.
- **PSYLLAKIS N ; MIRROS L et KIRITSAKIS A.** Caractéristiques qualitatives de l'huile d'olive et les facteurs qui influent sur ses caractéristiques, 1980, P.553-565.
- **PUCHADES R; SUESCUMA; maqueiraa; 1994.** Determination of free lahyacides in foods by flow injection. Jsci food Agric, n°66.P.473-478.

### R

- **RAHMANI M.**Photo-oxydation des huiles d'olive : influence de la composition chimique.Rev.Fr.Corps gras.1989.N°36(9/10).P.355-360.
- **RAMIREZ TORTOSA M; CARMÈN; URBANO; GLORIA; LOPEZ JURADOMARIA et al.1999.**Ectra-virgin olive oil increase the resistance of LDL to oxidation More than Refined Olive oil in free-Living with peripheral Vascular.The American society for Nutritional Sciences.P.129 et 2177-2138.
- **RYAN D et ROBARDS K.1998.** Phenolic compounds in olives.The analyst.123:P.31R-44R.

### S

- **SALVADOR M-D; ARMAND F et FREGAPANE G.**Chemical composition of commercial cornicabra virgin olive oil from 1995/96 and 1996/97corps.JAOCS.1998.N°10.P.1305-1310.
- **SALVADOR M-D; ARMAND F; GOMEZ-ALONSO S et FREGAPANE G.** Quality characterization of cornicabra virgin olive oil. Oilchem.2000, VI, p.31-38.
- **SIFI S; BEN HAMIDA J et AMAMOU T.2001.** Impact du système de trituration des olives sur la qualité d'huile d'olive obtenue.Olivae.N°84.P.33.38.

### T

- **TAN Y.A; LOW K.S; CHNOG C.L.1994.**Rapide determination of olive oil carotenoids by HPLC.J Micrometer Anal.N°3.P97-106.
- **TORRES M.M et MAISTRI D.M.** The effects of genotype and extraction methods on chemical composition of virgin olive oils from traslasierravalley (Cordoba, Argentina). Food chem. Janvier 2006.V96.P508-511.

### U

- **UZZAN A.** Olive et l'huile d'olive. In A. Karleskindcoord. Manuel des corps gras.Ed.Tec et Doc.LAVOISIER.Paris.1992.P.221-228.

### V

- **VIOLA P et AUDISION (1987).**L'huile d'olive et la santé.Edition C.O.I Espagne.
- **VIOLA P.1997.L'huile d'olive.** L'huile et la santé. Espagne. Ed. Conseil oléicole International.P64.
- **VISIOLI F; POLI A et GALLI C.2002.**Antioxydant and other biological activity of phenols from olives and olive oil. Medicinal research reviews.22.P.65-75.

# **Annexes**

### **Annexe 01: Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles:**

#### **Matériels :**

- Balance analytique.
- Bécher.
- Etuve réglée à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### **Annexe 02 : détermination de l'absorbance dans l'ultraviolet :**

#### **Appareillage :**

- Spectrophotomètre pour mesurer des extinctions dans l'ultraviolet entre 220 et 360nm avec possibilité de lecture pour chaque unité nanométrique.
- Cuve en quartz prismatique avec couvercle de parcours optique de 1 cm.
- Tubes à essai.

#### **Réactif :**

- Hexane pour spectrophotométrie.

### **Annexe 03 : détermination de l'acidité :**

#### **Appareillage :**

- Balance analytique.
- Fiole conique de 250 ml.
- Burette de 10 ml.

#### **Réactifs :**

- Ethanol 96%.
- Hydroxyde de potassium, solution éthanolique 0.1 mol/l.
- Phénolphtaléine, solution à 10 g/l dans l'éthanol à 95-96 %(v/v).

### **Annexe 04 : détermination de l'indice de peroxyde :**

La prise d'essai en solution dans un mélange acide acétique et chloroforme est traitée par une solution d'iodure de potassium. L'iodelibéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium.

#### **Réactifs:**

- Chloroforme de qualité analytique, exempte d'oxygène.
- Acide acétique glacial de qualité analytique, exempte d'oxygène.
- Iodure de potassium en solution aqueuse saturée de préparation récente, exempte d'iode et d'iodates.
- Solution aqueuse de thiosulfate de sodium 0.01N, soigneusement normalisée juste avant l'emploi.
- Solution d'amidon (dispersion aqueuse de 10g/l) récemment préparée à partir d'amidon naturel et soluble.

### **Annexe 05 : détermination de la teneur en chlorophylle et en caroténoïde:**

#### **Matériels :**

- Spectrophotomètre visible.
- Cuve de 50 mm de longueur.

#### **Réactifs :**

- Cyclohexane.

#### **Mode opératoire :**

Dissoudre 7.5g d'huile dans 25 ml de cyclohexane. Remplir la cuve avec le mélange, lire l'absorbance de l'huile par rapport au blanc dans la cuve témoin à 670 nm pour la chlorophylle et à 470 nm pour les caroténoïdes.

### **Annexe 06 : détermination de la teneur en composés phénoliques :**

#### **Matériels :**

- Spectrophotomètre UV.
- Cuve en quartz 1 cm.

#### **Réactifs :**

- Hexane pur.
- Solution aqueuse de méthanol à 80%.
- Réactif de folinciocalteux.
- Solution de carbonate de sodium  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (on dissout à 70 ou à 80 °C, 35g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  anhydre dans 100ml d'eau distillée, après avoir refroidir pendant une nuit, on provoque une cristallisation dans la solution saturée en ajoutant un cristal de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , après cristallisation on filtre sur la laine de verre).

- Méthanol pur.
- Acide gallique : solution standardisée (on dissout 0.4g d'acide gallique dans 100ml d'eau distillée).
- **Courbe d'étalonnage :**
  - On dilue la solution standardisée de l'acide gallique de manière à obtenir les concentrations suivantes : **0, 0,25, 0, 05, 0, 1, 0,2** mg dans un ml de la solution.
  - On dilue 0.5 ml de chacune de ces solutions standardisées dans 10 ml d'eau distillée, on ajoute 0.5 ml de réactif de folinciocalteux, on laisse reposer 3min, puis on ajoute 1 ml de la solution saturée de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , la couleur apparaît.
  - On mesure la densité optique des solutions standardisées avec un spectrophotomètre UV visible à 750 nm.

### **Annexe 07 : détermination de la teneur en ortho-diphénols :**

#### **Appareillage :**

- Spectrophotomètre visible.
- Cuve en quartz 1 cm.

#### **Réactifs :**

- Hexane pur.
- Méthanol.
- Molybdate de sodium en solution (méthanol/ eau).

### **Annexe 08 : préparation des esters méthyliques d'acide gras :**

#### **Réactifs :**

- Méthanol ne contenant pas plus de 0.5%(d'eau).
- Hexane pour chromatographie.
- Hydroxyde de potassium, solution méthanolique d'environ 2 N : dissoudre 11.2 g d'hydroxyde de potassium dans 100ml de méthanol.

#### **Matériels :**

- Eprouvette à bouchon vissant (de 5ml de capacité) avec un bouchonmuni d'un joint.
- Pipettes graduées ou automatiques de 2 ml.

#### **Conditions opératoires pour les esters méthyliques :**

- Chromatographie : chromopack CP 9002.
- Détecteur : FID.

- Injecteur : SPLIT 1/100.
- Colonne : D B 23.
- Longueur : 30 m.
- Diamètre intérieur : 0,32 mm\*0.25 UM.
- EPAISSEUR/ 0.225µm.
- Température : 250 ° C.
- Détecteur : 250 °C.
- Four : 190°C.
- Quantité injectée : 0.2 ml.
- Vitesse du papier : 0.5 cm/min.
- Gaz vecteur : azote.

### Résumé :

Notre étude a pour objectif l'étude de la qualité de l'huile d'olive produite dans la région de Bouira pour la campagne oléicole 2021/2022, afin de sensibiliser les oléiculteurs pour l'amélioration des techniques d'exploitation des olives. Pour arriver à notre objectif visé, nous avons analysé 48 échantillons de l'huile d'olive sur les différentes périodes de trituration, en les soumettant à une série d'analyses physico-chimiques : teneur en eau et en matières volatiles, absorbance spécifique à l'UV (232 nm et 270 nm), l'acidité, l'indice de peroxyde, la teneur en chlorophylles et en caroténoïdes, la teneur en composés phénoliques et o-diphénoliques, l'indice d'iode, le test d'oxydabilité (rancimate) et les teneurs en acides gras (CPG).

Notre étude a permis de conclure sur la qualité globale des huiles d'olive produites dans la région de Bouira qu'elles sont essentiellement des huiles d'olive vierges propres à la consommation (59 % des échantillons), 12.5 % sont classées dans la catégorie des huiles d'olive vierges extra, 29.16% présentent l'huile d'olive vierge, 16.67% entrent dans la catégorie des huiles d'olive vierges courantes alors que 41% sont classées par la COI comme étant des huiles d'olive impropres à la consommation en l'état. Cette qualité varie aussi en fonction de la période de trituration. La qualité commerciale de cette huile est bonne, sa qualité nutritionnelle est appréciable (teneur élevée en acide oléique).

**Mots clés :** huile d'olive, étude, période de trituration, qualité, région.

### Abstract:

The objective of our study is to study the quality of olive oil produced in the Bouira region for the 2021/2022 olive growing season, in order to raise awareness among olive growers for the improvement of olive harvesting techniques. In order to reach our objective, we analysed 48 samples of olive oil over the different periods of crushing, subjecting them to a series of physico-chemical analyses: water and volatile matter content, UV-specific absorbance (232 nm and 270 nm), acidity, peroxide index, chlorophyll and carotenoid content, phenolic and o-diphenol content, iodine value, oxidation test (rancimate) and fatty acid content (CPG).

Our study concluded that the overall quality of olive oils produced in the Bouira region is essentially virgin olive oils suitable for consumption (59% of the samples), 12.5% are classified as extra virgin olive oils, 29.16% are virgin olive oil, 16.67% fall into the category of ordinary virgin olive oils whereas 41% are classified by the IOC as olive oils unfit for immediate consumption. This quality also varies depending on the period of crushing. The commercial quality of this oil is good; its nutritional quality is appreciable (high oleic acid content).

**Keywords:** olive oil, study, crushing period, quality, region

### ملخص:

تهدف دراستنا إلى دراسة جودة زيت الزيتون المنتج في منطقة البويرة لموسم زراعة الزيتون 2021/2022 ، من أجل زيادة الوعي بين مزارعي الزيتون لتحسين تقنيات استغلال الزيتون. لتحقيق هدفنا ، قمنا بتحليل 48 عينة من زيت الزيتون خلال فترات التفسير المختلفة ، وإخضاعهم لسلسلة من التحليلات الفيزيائية والكيميائية: محتوى الماء والمواد المتطايرة ، الامتصاص النوعي للأشعة فوق البنفسجية (232 نانومتر و 270 نانومتر) ، الحموضة ، البيروكسيد القيمة ، ومحتوى الكلوروفيل والكاروتينويد ، ومحتوى المركب الفينول والديفينول ، وقيمة اليود ، وقابلية الأكسدة (النتانة) ومحتويات

الاحماض الدهنية.

أتاحت دراستنا الاستنتاج بشأن الجودة الشاملة لزيت الزيتون المنتجة في منطقة البويرة أنها زيوت زيتون بكر أساساً صالحة للاستهلاك (59% من العينات) ، 12.5% مصنفة في فئة زيت الزيتون البكر الممتاز. 29.16% زيت زيتون بكر و 16.67% زيت زيتون بكر عادي بينما 41% صنفتها هيئة الاستثمار على أنها غير صالحة للاستهلاك. تختلف هذه الجودة أيضا باختلاف فترة السحق الجودة التجارية لهذا الزيت جودته الغذائية ملحوظة (نسبة عالية من حمض الاوليك)

**الكلمات المفتاحية:** زيت الزيتون، الدراسة، فترة السحق، الجودة، المنطقة