

# ***EFFET DE FACTEURS AGRONOMIQUES ET TECHNOLOGIQUES SUR LE RENDEMENT ET LA QUALITE DE L'HUILE D'OLIVE***

Présenté par :

**GHALMI Rym**

Directeur de thèse : M. FERRADJI A. Maître de conférences ENSA. El-Harrach  
2012-01-22

Membres du jury: Président : M. YOUYOU A. Professeur ENSA .El-Harrach Examineurs : M.  
BOUSNADJI R. Docteur d'état. Ministère du commerce M. GOUCEM S. Maître-assistant. ENSA El-  
Harrach



# Table des matières

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Dédicace . .                                                               | 5  |
| REMERCIEMENTS . .                                                          | 6  |
| Résumé . .                                                                 | 7  |
| Abstract . .                                                               | 8  |
| ص غ ل م ل ا . .                                                            | 9  |
| INTRODUCTION . .                                                           | 10 |
| ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE . .                                                  | 11 |
| 1. L'olivier . .                                                           | 11 |
| 1.1 Origine et diffusion de l'olivier . .                                  | 11 |
| 1.2 Exigences de l'olivier . .                                             | 11 |
| 1.3 Maladies et ravageurs de l'olivier . .                                 | 12 |
| 2. L'oléiculture . .                                                       | 12 |
| 2.1 L'oléiculture dans le monde . .                                        | 12 |
| 2.2 L'oléiculture en Algérie . .                                           | 15 |
| 3. Extraction de l'huile d'olive . .                                       | 18 |
| 3.1 Opérations préliminaires extérieures . .                               | 19 |
| 3.2 Opérations préliminaires intérieures . .                               | 20 |
| 3.3 Préparation de la pâte . .                                             | 20 |
| 3.4 Séparation solide-liquide . .                                          | 21 |
| 3.5 Séparation liquide- liquide . .                                        | 23 |
| 3.6 Stockage de l'huile . .                                                | 23 |
| 3.7 Evacuation des rejets d'huilerie . .                                   | 23 |
| 4 .Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive . .                  | 24 |
| 4.1 Facteurs agronomiques . .                                              | 24 |
| 4.2 Facteurs d'élaboration et de conservation . .                          | 25 |
| 5. Composition de l'olive et de l'huile d'olive . .                        | 26 |
| 5.1 Composition de l'olive . .                                             | 26 |
| 5.2 Composition chimique de l'huile d'olive . .                            | 27 |
| 6. Huile d'olive et Santé . .                                              | 30 |
| 6.1 Les composants majeurs : Acides gras mono-insaturés (AGMI) . .         | 30 |
| 6.2 Les composants mineurs . .                                             | 30 |
| MATÉRIEL ET MÉTHODES . .                                                   | 32 |
| 1 Matériel végétal . .                                                     | 32 |
| 1.1 Variétés d'olives . .                                                  | 32 |
| 1.2 Provenance des variétés . .                                            | 32 |
| 1. 3 Echantillonnage . .                                                   | 32 |
| 2. Méthodes analytiques . .                                                | 34 |
| 2.1 Extraction de l'huile au soxhlet . .                                   | 34 |
| 2.2 Détermination du rendement en huile par l'oléodoseur (Méthode Abencor) | 34 |
| . .                                                                        | 34 |
| 2. 3 Détermination des indices de qualité de l'huile . .                   | 38 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4 Détermination des critères de pureté . .                                                                               | 40 |
| RÉSULTATS ET DISCUSSION . .                                                                                                | 43 |
| 1 Teneurs en huile des variétés d'olive Chemlal, Azeradj et Limli . .                                                      | 43 |
| 1.1 Effet du Poids et du calibre des olives sur la teneur en huile . .                                                     | 43 |
| 1.2 Effet de la maturité des olives sur la teneur en huile . .                                                             | 44 |
| 2 Caractéristiques chimiques de l'huile extraite à froid . .                                                               | 44 |
| 3 Effet des paramètres agronomiques et technologiques sur le rendement d'huile d'olive par l'oléodoseur . .                | 45 |
| 3.1 Effet de paramètres agronomiques (variété et lieu de culture) sur le rendement en huile. . .                           | 45 |
| 3.2 Effet de la température, de la durée de malaxage et de l'état des olives sur le rendement d'huile par l'oléodoseur . . | 47 |
| 4 Qualité de l'huile d'olive . .                                                                                           | 50 |
| 4.1 Effet des paramètres technologiques sur les caractéristiques physico-chimique des huiles . .                           | 51 |
| 4.2 Effet des paramètres agronomiques sur les caractéristiques physico-chimiques des huiles. . .                           | 54 |
| 4.3 Effet des paramètres technologiques sur la qualité organoleptique des huiles d'olives . .                              | 57 |
| 4.4 Effet des paramètres agronomiques sur la qualité organoleptique des huiles d'olives. . .                               | 57 |
| 4.5 Les critères de pureté . .                                                                                             | 59 |
| CONCLUSION . .                                                                                                             | 66 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES . .                                                                                            | 68 |

## Dédicace

*Jedédiectravail: A la mémoire de mes très chers parents, A la mémoire de mon frère Abdelkader  
A mon cher Mari A mes adorables enfants : SOFIANE et YACINE A toutes mes sœurs, mes beaux  
frères A mes nièces et neveux A mon beau-père A toute la famille GHALMI A mes amies*

## **REMERCIEMENTS**

Un immense merci à mon directeur de thèse, Monsieur Ferradji.A, Maître de conférences à l'ENSA El-Harrach pour son encadrement, son écoute et ses judicieux conseils scientifiques tout au long de ces années de thèse.

J'adresse mes plus sincères remerciements à :

- Monsieur Youyou.A, Professeur à l'ENSA El-Harrach pour l'honneur qu'il me fait en présidant le jury de ma thèse.

- Monsieur Boussenadji.R, Docteur d'Etat. Directeur des laboratoires d'analyses et d'essais.

- Monsieur Goucem.S, Maître assistant à l'ENSA.

Je tiens à remercier l'équipe technique du laboratoire de répression des fraudes et de contrôle de qualité d'El Harrach en particulier Madame Zeroual S, Chef de section analyses fines et ses collaboratrices.

Je tiens également à présenter ma profonde gratitude à Monsieur Mendil.M, Directeur général à l'ITAF et à tout le personnel de cet Institut en particulier mes anciennes collègues du Laboratoire Central.

Une reconnaissance toute particulière à Monsieur Khorsi M, Inspecteur divisionnaire au Centre Algérien de contrôle de qualité et de l'emballage. El-Harrach et à Monsieur Oulebsir de la chambre d'agriculture de Tazmalt wilaya de Bejaïa.

Je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer les conséquences tant quantitatives que qualitatives qu'entraînent les facteurs agronomiques et technologiques sur l'huile d'olive. Pour ce faire, des essais d'extraction ont été réalisés à l'aide d'un oléodoseur représentant à l'échelle de laboratoire un système à chaîne continue. Selon la variété d'olive cultivée et son lieu de culture, il existe des variations dans le rendement en huile, ainsi la variété Azeradj est la variété ayant le rendement le plus élevé, suivie par les variétés Chemlal et Limli. Rappelons que la variété Azeradj n'occupe que 10% de la superficie oléicole nationale. L'analyse physico-chimique et l'analyse sensorielle renseignent sur la qualité supérieure de cette huile. Les olives de la variété Chemlal de la région Tazmalt ont un rendement en huile supérieur à ceux de la même variété provenant de la région Ifigha. Les huiles issues des olives des deux régions sont de la catégorie extra vierge ce qui indique qu'à partir de toute variété et quel que soit son lieu de culture on peut obtenir une huile de qualité. Ce sont plutôt les facteurs technologiques notamment l'état des olives mal conservées qui affectent la qualité de l'huile. La température élevée au cours du malaxage et son prolongement détériorent également la qualité organoleptique et physico-chimique de l'huile. Le rendement en huile est plutôt affecté positivement par ces facteurs puisqu'il augmente pour les deux premiers essais (Température élevée et mauvais stockage) alors qu'il reste stable au cours du malaxage prolongé. Le facteur variétal a une nette influence sur le profil en acides gras et la teneur en tocophérols alors que le lieu de culture n'a d'effet que sur le premier composant. Les variables technologiques étudiées n'ont pas d'effet sur la composition en acides gras. La teneur en tocophérols est modifiée négativement lors du mauvais stockage des olives.

Mots clés : Variété ; Lieu de Culture ; Oleodoseur ; Malaxage ; Stockage des Olives ; Analyse Sensorielle ; Analyse Physico-Chimique ; Acides Gras ; Tocophérols.

## **Abstract**

The goal of this work is to evaluate the consequences not only quantitatively but either qualitatively that are due following the agronomical and technological factors on olive oil. For that, extraction tests have been conducted with an 'oleo-doser' representing to the scale of a laboratory an online system. Due to the variety of the cultivated olive and the place where it has been cultivated, there is a variation in the yield of oil produced, hence the variety called 'Azeradj' is the variety of olives having the highest yield of olive oil followed by the species called 'Chemlal' and 'Limli'. It has to be reminded here that the 'Azeradj' variety counts in cultivated surface of only 10% of the national total occupied olive production surface. The physico-chemical analysis along with the sensorial analysis gives information on the high and good quality of this olive oil.

The olives of the 'Chemlal' variety of the 'Tazmalt' region have a higher production in olive oil than those of the same variety produced in the 'Ifigha' area. Olive oils produced from olives of the two regions are from the category called 'extra virgin', showing that from any variety and wherever its production area it is possible to obtain a very fine quality of olive oil. It is mostly the technological factors such as notably the 'bad conservation' way that are mostly to affect the olive oil quality. The high temperature during the mixing and its long extension or duration deteriorates also the organoleptic and physico-chemical quality of olive oil. The yield in olive oil is rather positively affected by these factors since it increases for the first two tests (high temperature and bad conservation) while it stays steady during the extended mixing.

The variety factor has a marked and pronounced influence on the profile in fat acids content and the 'tocopherols' content while the site of culture has rather no effect on the first component. The technological variables studied here have no effects on the composition of fat acids. The content in 'tocopherols' is negatively modified during the bad conservation and handling of olives.

**Key words:** Variety ; Site of Culture ; Oleo-Doser ; Mixing ; Conservation of Olives ; Sensorial Analysis ; Physico-Chemical Analysis ; Fat Acids ; Tocopherols



## ص خل مل ا

الهدف من هذه الدراسة تقييم التغيرات الكمية و النوعية على زيت الزيتون، الناتجة عن العوامل الزراعية و التكنولوجية. للقيام بذلك أجريت تجارب العصر باستعمال جهاز الأليوبوزور المخبري الموافق للمعصرة الحديثة. تبعا لصفة الزيتون المخروس و مكان تواجده، هناك تغيرات في مردود الزيت. الصنف أزراج هو الصنف ذو أعلى مردود متبوعا بالصفة شملل ثم الصنف لملي. و للتأكد من الصنف أزراج يغطي فقط مساحة 10 % من المساحة الإجمالية للزيتون. التحليل الفيزيوكيميائي و التحليل العضوي الحسي بخبران على النوعية ذات الجودة العالية لهذه الزيت. زيتون الصنف شملل من منطقة تلمالت نو مردود أعلى من زيتون نفس الصنف من منطقة أبقعا. الزيت الناتجة من كلا المنطقتين تنتمي إلى الزيت ذات الجودة العالية. و هنا بدلتا أنه اعتبارا من أي صنف و أيا كانت منطقة غرسه يمكننا التحصيل على أفضل نوعية. تعتبر العوامل التكنولوجية خاصة حالة الزيتون بعد التخزين هي المسؤولة عن تدهور نوعية الزيت. درجة الحرارة العالية أثناء عملية الخلط و إطالة مدة هذه العملية يؤثران سلبا على نوعية الزيت الناتجة بينما التأثير يكون إيجابيا على مردوده. عامل الصنف له تأثير واضح على تكوين الأحماض الدهنية و محتوى التوكوفيرول بينما عامل منطقة الغرس له تأثير على المكون الأول فقط. المتغيرات التكنولوجية المدروسة ليس لها تأثير على تكوين الأحماض الدهنية في حين محتوى التوكوفيرول يتأثر سلبا عند تخزين الزيتون بطرق غير سليمة. كلمات مدخلة : الصنف، منطقة الغرس، جهاز العصر أوليوبوزور، عملية الخلط تخزين الزيتون، تحليل عضوي حسي، تحليل فيزيوكيميائي، أحماض دهنية، توكوفيرول.

# INTRODUCTION

L'huile d'olive constitue l'apport principal de corps gras dans le régime méditerranéen. Il ne s'agit pas d'une huile ordinaire. Outre qu'elle porte des symboles très forts et très anciens, elle a d'importantes particularités en ce qui concerne la santé.

En Algérie, l'oléiculture occupe une place prépondérante dans l'agriculture avec 329 386 hectares d'oliviers, soit environ 35 % de la surface complantée en arbres fruitiers. La production nationale d'huile d'olive (70 846 tonnes) ne couvre que 5 % des besoins nationaux en huile végétale fluide alimentaire.

L'évolution de la consommation de l'huile d'olive vierge est tributaire de sa qualité. Celle-ci est fondée sur des normes internationales. Ces normes, en perpétuelle modification, suivent d'une façon parallèle les progrès technologiques et l'évolution des méthodes d'analyses. Par ailleurs, les paramètres de qualité et d'authenticité sur lesquels les normes sont fondées se trouvent très influencés par plusieurs facteurs à savoir : La variété (Inglese, 1994 ; Cavusoglu et Oktar, 1994), l'environnement, les techniques culturales (Fontanazza, 1988 ; Cimato, 1990 ; Dettori et Russo, 1993 ; Cavusoglu et Oktar, 1994) et la technologie d'extraction (Kiritsakis, 1990 et Di Giovacchino, 1996).

Les travaux de recherche entrepris jusqu'à présent en Algérie, dans le domaine de l'oléiculture, n'ont concerné que sommairement l'aspect quantitatif. La majorité des études étant dirigées vers la qualité des huiles produites. Dès lors, une étude combinant le rendement et la qualité de l'huile d'olive algérienne s'est avérée nécessaire.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de facteurs agronomiques : la variété et l'environnement ; et de facteurs technologiques : la température de malaxage, la durée de malaxage et l'état de conservation des olives ; sur le rendement en huile et sa qualité.

La présente thèse est subdivisée en deux parties : La synthèse bibliographique et l'étude expérimentale. La partie bibliographique comporte six chapitres.

La partie expérimentale, quant à elle, est subdivisée en trois chapitres :

- Le premier est consacré à la détermination de la teneur en huile des trois variétés étudiées et du rapport du poids, du calibre et de la maturité des fruits avec ces teneurs ;
- Le deuxième traitant la partie technologique informe sur l'effet des facteurs agronomiques et technologiques sur le rendement en huile ;
- Le troisième est l'étude complémentaire du deuxième chapitre, il s'agit de l'étude de la qualité des huiles provenant des différents essais d'extractions.

---

# ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1. L'olivier

### 1.1 Origine et diffusion de l'olivier

---

L'origine de l'olivier sylvestre se situe en Asie mineure. Il semble s'être étendu de la Syrie vers la Grèce, à travers l'Anatolie, bien que d'autres hypothèses la situent dans la basse Egypte, en Nubie, en Ethiopie, dans les montagnes de l'Atlas ou dans certaines régions de l'Europe. Son origine remonte à environ 6000 ans (C.O.I, 1998). Selon les archéologues, la domestication de l'olivier aurait eu lieu environ entre 3 800 et 3 200 avant J.-C., soit il y a six millénaires (Amouretti et Comet ,2000).

A partir du VI siècle avant JC, sa culture s'est étendue à tout le bassin méditerranéen en passant par Tripoli, la Tunisie, la Sicile et de là à l'Italie méridionale. La culture de l'olivier fait un bond en dehors du bassin méditerranéen avec la découverte de l'Amérique (1492). De Séville, les premiers oliviers arrivent aux Antilles, puis gagnent l'ensemble du continent américain. Au cours des périodes plus récentes, l'olivier a poursuivi son expansion au-delà de la méditerranée, s'implantant dans des régions fort éloignées de son lieu d'origine comme l'Afrique du sud, l'Australie, le Japon ou la Chine (C.O.I, 1998).

### 1.2 Exigences de l'olivier

---

L'olivier appartient à l'ordre botanique des Ligustales, famille des Oléacées, genre Oléa, l'espèce Oléa europea L comprend deux sous-espèces. Olea Europa Sylvestris ou Oléastre (olivier sauvage), et Olea Europae Sativa ou l'olivier cultivé (C.O.I, 1998). L'Oléa europaea L, est l'unique espèce de la famille Oléaceae avec fruit comestible. C'est l'une des plantes cultivées les plus anciennes (Barranco et al., 2001) et occupe la 24 ème place des 35 espèces les plus cultivées dans le monde (Breton et al ., 2006).

L'olivier cultivé est propre au climat tempéré et chaud qui caractérise le bassin de la méditerranée. Dans l'hémisphère nord ainsi que dans l'hémisphère sud, sa zone de distribution se trouve située entre les latitudes 30° et 40°.

L'olivier supporte aussi bien les températures minimales de -08°C -10°C, que les hautes températures d'été, même si l'humidité du sol fait défaut (Barranco et al., 2001).

On peut constater dans la zone géographique de l'olivier, un rapport inverse entre la latitude et l'altitude. En Espagne, on trouve des oliveraies à 250 m d'altitude dans la Rioja et à 1200 m à Jaén. La pluviométrie dans les régions d'oliviers se caractérise par la pénurie dans de nombreux endroits, par l'irrégularité dans la distribution pendant de nombreuses années (C.O.I, 1998).

L'olivier est réputé par sa rusticité qui lui permet de se développer sur des sols pauvres ; cependant il préfère les sols argileux-sableux et les sols riches en alluvions de texture moyenne (Tamendjari, 2006). Les excès d'humidité dans le sol ne favorisent pas l'olivier,

ainsi que l'humidité élevée de l'environnement qui facilite le développement des maladies (C.O.I ,1998).

### **1.3 Maladies et ravageurs de l'olivier**

---

L'olivier compte de nombreux phytophages. Les principaux ravageurs sont au nombre de trois : *Bactrocera oleae* (la mouche de l'olive), *Prays oleae* (le psylle de l'olivier) et *Saissetia oleae* (cochenille noire) (Crovetti, 1997).

#### **1.3.1 La mouche de l'olive (*Bactrocera oleae*)**

C'est le ravageur le plus répandu et le plus connu en oléiculture (Poullot et Warlop, 2002 ; Richard et al., 2003) .Il est caractéristique des zones méditerranéennes, mais on le trouve également en Afrique du sud, dans les îles Canaries et en Asie centrale dans la zone de la mer noire. Les pertes économiques occasionnées par la mouche de l'olive sont dues à deux types de dégâts : les dégâts directs (chute de fruits et perte de poids) et les dégâts indirects dus à la dépréciation de la qualité des huiles produites (Lopez-Villalta, 1999).

#### **1.3.2 La teigne de l'olivier (*Prays oleae*)**

Cette espèce est très répandue dans les pays oléicoles du bassin méditerranéen, jusqu'à la limite de la mer noire. Il s'agit d'une espèce monophage qui vit exclusivement sur l'olivier (Lopez-Villalta, 1999) et qui provoque la chute précoce de l'olive ou la détérioration de sa qualité par la suite de la contamination fongique ou bactérienne (Gaouar, 1996).

#### **1.3.3 La cochenille noire de l'olivier (*Saissetia oleae*)**

Il s'agit d'un homoptère très répandu en oléiculture et dans tout le bassin méditerranéen. Cette cochenille affecte si les conditions de développement sont favorables de grandes superficies (Lopez-Villalta, 1999). Elle entraîne des dégâts en oliveraie du fait qu'elle secrète du miellat, ce dernier favorise le développement des champignons, appelés communément « fumagine » qui couvre différentes parties de l'arbre. Une forte population affaiblit l'arbre qui peut se défolier et complètement dépérir (Michaelakis, 1990 ; Crovetti, 1997).

## **2. L'oléiculture**

### **2.1 L'oléiculture dans le monde**

---

L'olivier est aujourd'hui cultivé dans toutes les régions du globe se situant entre les latitudes 30 et 45 des deux hémisphères, des Amériques (Californie, Mexique, Brésil, Argentine, Chili), en Australie et jusqu'en Chine, en passant par le Japon et l'Afrique du Sud. On compte actuellement plus de 900 millions d'oliviers cultivés à travers le monde (Tableau1) mais le bassin méditerranéen est resté sa terre de prédilection, avec près de 95 % des oliveraies mondiales (Lazzeri, 2009).

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Surface totale plantée    | 9.5 millions hectares |
| Arbres en production      | 900 millions          |
| Olives récoltées          | 140 millions tonnes   |
| Huile d'olive produite    | 2.8 millions tonnes   |
| Olives de table produites | 1.8 millions tonnes   |

Tableau 1 : L'olivier dans le monde, 2006/07 (C.O.I, 2007).

### 2.1.1 Production de l'huile d'olive

L'huile d'olive représente environ 5% de la production d'huile d'origine végétale (Visioli et Galli, 2002). Elle est largement dépassée par celle de l'huile de soja (32% de la production mondiale avec 32 Mt/an), de l'huile de palme (28% avec 27,2 Mt/an), de l'huile de graine de colza (13,5% avec 13,6 Mt/an), de tournesol (8,9% avec 9 Mt/an) (CIRAD, 2004). Au niveau mondial, la consommation d'huile d'olive ne représente qu'une faible proportion des quantités d'huiles végétales (3 %) (Figure 1).

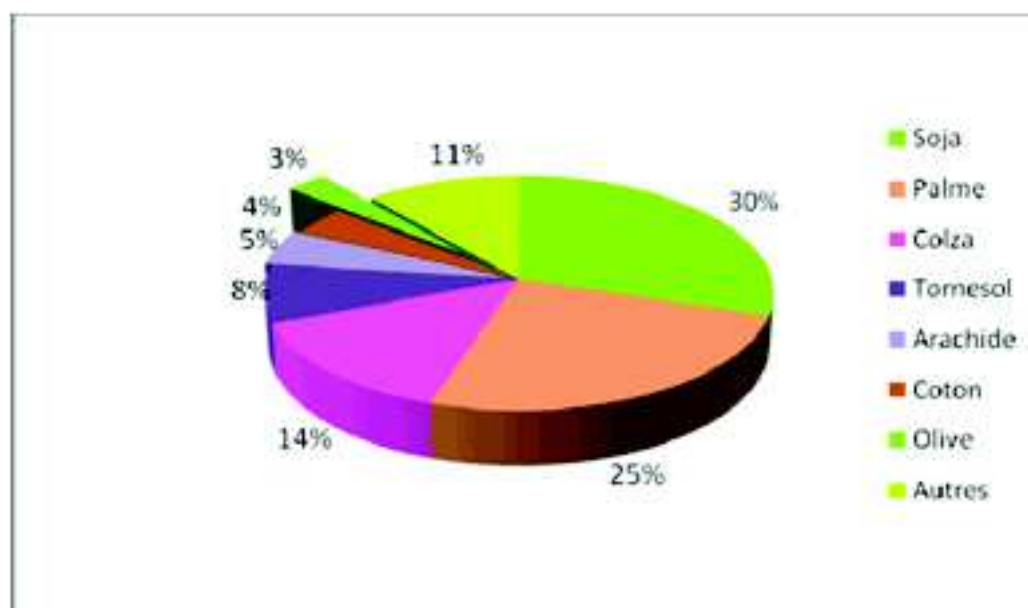


Figure 1 : Consommation mondiale d'huiles végétales en 2002 (Afidol, 2008)

La production mondiale de l'huile d'olive augmente tendanciellement, à un rythme qui s'accélère de manière significative (Lazzeri, 2009). Elle est marquée toutefois par d'importantes fluctuations d'une récolte sur l'autre (Figure 2), du fait d'une part du cycle biologique de l'olivier et d'autre part des aléas climatiques (Barsacq, 1997). La production mondiale d'huile d'olive évaluée à 2,565 en 2000-2001 s'est élevée à 2,948 millions de tonnes en 2010/2011 avec 2,094 millions de tonnes pour la Communauté Européenne (C.O.I, 2011).

La production mondiale provient à plus de 99% non seulement de pays méditerranéens mais aussi et pour l'essentiel de zones appartenant au pourtour assez limitrophe du bassin (Thabet et Laajimi, 2006). Plus de 70 % de la production mondiale sont produits par l'Union

Européenne. L'Espagne, l'Italie et la Grèce produisent 68 % (Figure 3). Parallèlement, l'Argentine et l'Australie continuent leur progression et se positionnent en tête des pays producteurs en dehors du bassin méditerranéen avec respectivement 20 et 13 000 tonnes d'huile d'olive (Afidol, 2008).

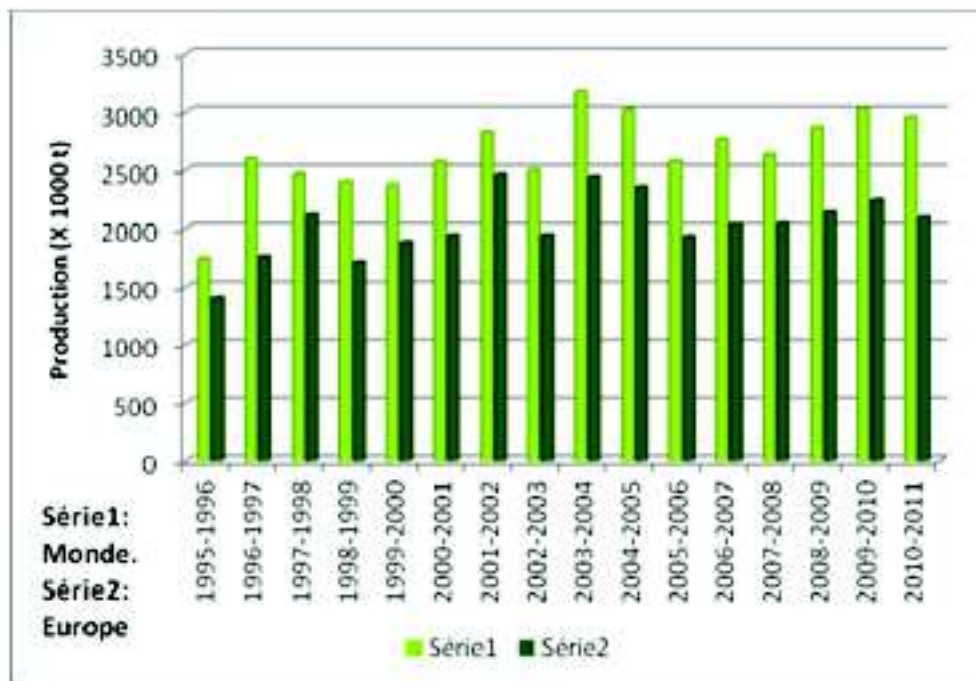


Figure 2 : Production d'huile d'olive dans le monde et dans la communauté européenne (C.O.I, 2011)

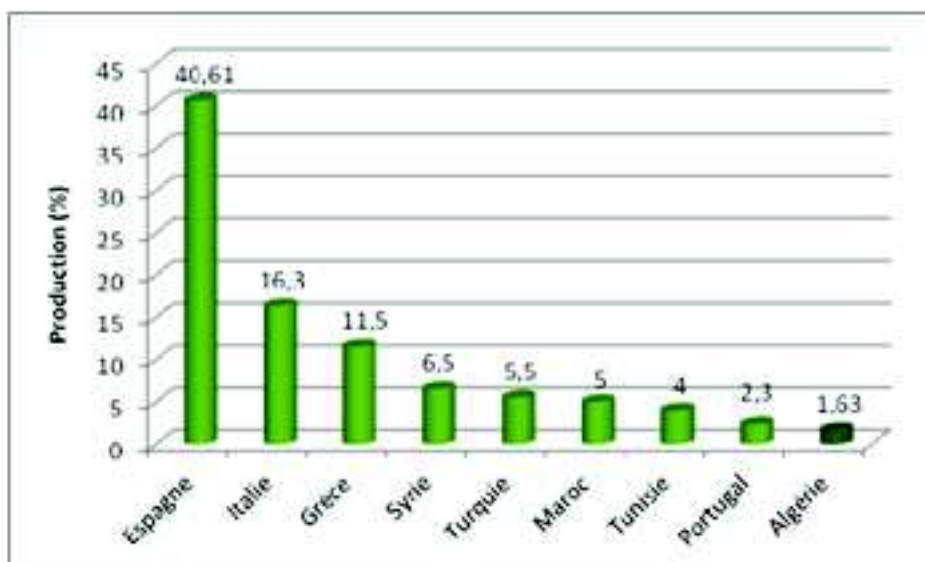


Figure 3 : Principaux pays producteurs en 2010-2011 (C.O.I, 2011)

### 2.1.2 Consommation de l'huile d'olive

En matière de consommation, il y a lieu de signaler aussi que l'essentiel de la production mondiale d'huile d'olive (environ 75%) est écoulé non seulement dans les pays producteurs eux-mêmes mais aussi dans les zones productrices de ces pays. Ainsi les écarts de



consommation d'huile d'olive entre le nord et le Sud de l'Espagne, entre l'Europe du Nord et celle du Sud sont flagrants (Thabet et Laajimi, 2006).

La consommation mondiale est actuellement de 2.978 millions de tonnes (C.O.I, 2011), contre 1 million de tonnes au cours des années 90 (C.E, 2005). La géographie des consommations d'huile d'olive montre une demande très différenciée au niveau mondial. La consommation intéresse à la fois certains pays développés et certains pays en voie de développement. A cet égard, l'Union européenne est le premier consommateur d'huile d'olive (65 à 70 % de la consommation mondiale). En 2010/11, l'Italie est le premier pays consommateur avec 730 000 de tonnes, devant l'Espagne (550 000 tonnes) et la Grèce (220 000 tonnes) (C.O.I, 2011) (Figure 4). Avec 25 kg/habitant les Grecs sont les premiers consommateurs dans le monde, suivis par les Italiens et les Espagnols avec une consommation moyenne de 13 kg/habitant (C.O.I, 2006).

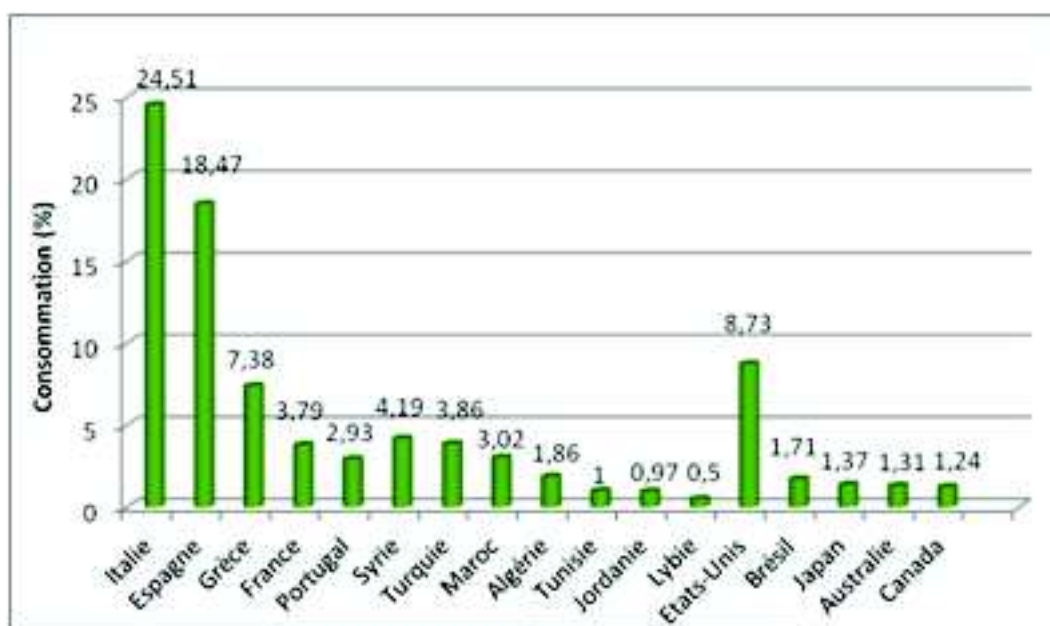
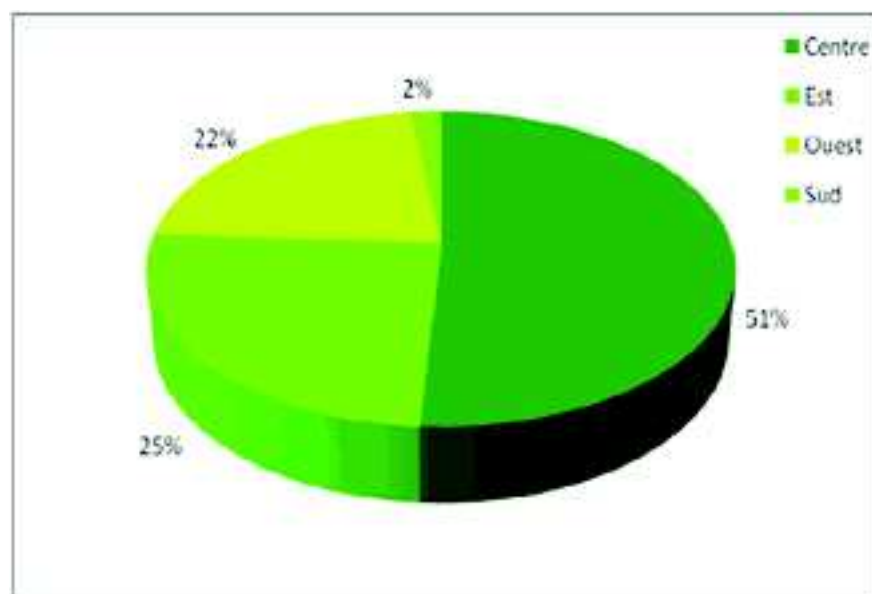


Figure 4 : Les premiers pays consommateurs de l'huile d'olive (C.O.I, 2011)

## 2.2 L'oléiculture en Algérie

### 2.2.1 Répartition

En Algérie, l'olivier occupe environ 329 386 ha soit 35% de la superficie totale plantée, avec près de 38 883 270 arbres dont 23 653 437 en production. La restructuration du secteur agricole a permis d'augmenter de nouveau les surfaces oléicoles depuis l'entrée en vigueur du Fonds National de Régularisation et Développement Agricole (FNRDA). La surface oléicole est répartie sur quatre régions (Figure 5) ; 40% de cette superficie est localisée dans cinq wilayas du centre (Bejaia 15.5 %, Tizi ousou 10 %, Bouira 7 %, Bordj Bou Arreridj 6%, Djelfa 2.5). Bejaia est la première ville oléicole en Algérie avec 4 844 548 oliviers dont 4 610 791 en production, répartis sur une superficie de 49 189 ha (MADR, 2011). Ces oliviers sont particulièrement concentrés dans les régions de Tazmalt, Akbou, Sidi Aich, Seddouk, Amizour et El-Ksour (ITAF, 2006).



*Figure 5 : Répartition de la surface oléicole en Algérie (MADR, 2011).*

Le verger oléicole algérien est représenté par 36 variétés (Tableau 2 ).La variété Chemlal en Kabylie et la Sigoise à l'Ouest se partagent plus de 60% de notre patrimoine oléicole .La variété Chemlal qui représente plus de 40% du verger national est caractérisée par ces petits fruits (2.5g) et un rendement en huile de l'ordre de 20%.La variété Azeradj occupant 10% de la superficie oléicole nationale ,se localise dans la région de Seddouk à Béjaia.Cette variété est utilisée à deux fins: huile et olives de table ; ainsi que la Sigoise (olive de Tlemcen, olive de Tell) qui représente 25% des oliviers et se caractérise par ces gros fruits (3 à 3.5g) et un rendement en huile de 18 à 22%, ; par ailleurs la variété Limli qui se localise dans la basse vallée de la Soummam est destinée exclusivement à la production d'huile (Mendil et Sebai, 2006) .Certaines variétés ont été introduites particulièrement dans la région Oranaise (Sévilane, Gordal) et sont utilisées pour la production d'olives de table (Daoudi, 1994).



|    |                       |                      |
|----|-----------------------|----------------------|
| 16 | Zelitini              | Sud Est (Aures)      |
| 17 | Neb-djmel             | Sud Est (Aures)      |
| 18 | Boughenfas            | Sud Est (Aures)      |
| 19 | Mekki                 | Sud Est (Aures)      |
| 20 | Abani                 | Sud Est (Aures)      |
| 21 | Souidi                | Sud Est (Aures)      |
| 22 | Ferkani               | Sud Est (Aures)      |
| 23 | Bouchouk Guergour     | Est (Soummam Est)    |
| 24 | Agnaou                | Est (Soummam Est)    |
| 25 | Aghchren de Titest    | Est (Soummam Est)    |
| 26 | Akerma                | Est (Soummam Est)    |
| 27 | Aghenfas              | Est (Soummam Est)    |
| 28 | Bouchouk Lafayette    | Centre Est (Soummam) |
| 29 | Aghchren d'El Ousseur | Centre Est (Soummam) |
| 30 | Sigoise               | Oranie               |
| 31 | Chemlal               | Centre Est (Soummam) |
| 32 | Rougette de Mitidja   | Centre d'Algérie     |
| 33 | Hamra                 | Est d'Algérie        |
| 34 | Boukaila              | Est d'Algérie        |
| 35 | Bouricha              | Est d'Algérie        |
| 36 | Gro sse de Hamma      | Est d'Algérie        |

*Tableau 2 : Inventaire des variétés populations locales d'oliviers de l'arboretum de l'ITAFV de Takerietz (Bejaia) (ITAF, 2004)*

### 2.2.2 Production et consommation

La production d' olives en 2010-2011 est de 6 058 662 quintaux , dont 68.5% sont destinés à la production d'huile et 31.5% à l'élaboration de l'olive de table (MADR,2011).Avec une production d' huile d'olive représentant 1.2% à 1.6% de la production mondiale; l'Algérie est classée en 9 ème position des pays producteurs d'huile d'olive (C.O.I ,2008 ; C.O.I, 2011). Cette production ne couvre qu'environ 5% des besoins de consommation en huiles alimentaires. La production d'huile d'olive est irrégulière ; elle varie d'une année à une autre (Figure 6). La production moyenne pour la campagne 2007-2008 est de 24 265 tonnes. Une production record de l'ordre de 59 037 tonnes a été enregistrée pour la campagne 2008-2009.La tendance annuelle est à la hausse puisque l'estimation de la production de la campagne 2010-2011 est d'environ 70 846 tonnes d'huile d'olive (MADR, 2011).



*Figure 6 : Production algérienne en huile d'olive (MADR, 2011)*

La consommation algérienne d'huile d'olive est passée d'une moyenne de 1% à 1.86% de la consommation mondiale au cours de cette décennie (C.O.I, 2011). La consommation moyenne par habitant est d'environ 1.1 Kg/an (C.O.I, 2006). L'huile d'olive est consommée là où elle est produite ; toutefois l'installation des chaînes de conditionnement par les opérateurs privés a donné un certain essor à sa commercialisation dans les différentes régions du pays.

### **3. Extraction de l'huile d'olive**

L'huile est présente dans les olives en quantités variables à cause de nombreux facteurs, elle se trouve principalement dans la pulpe et dans le noyau (Di Giovacchino, 1991). Les olives destinées à être triturées doivent faire l'objet d'un traitement approprié depuis la récolte et sont toujours soumises à une préparation préliminaire en vue des traitements ultérieurs. Ces opérations de préparations varient selon la nature des olives et l'outil technologique de transformation utilisé (Chemonics International, 2006). En se référant au processus technologique avec centrifugation Les principales opérations, sont mentionnées dans le schéma ci-dessous (Figure 7).

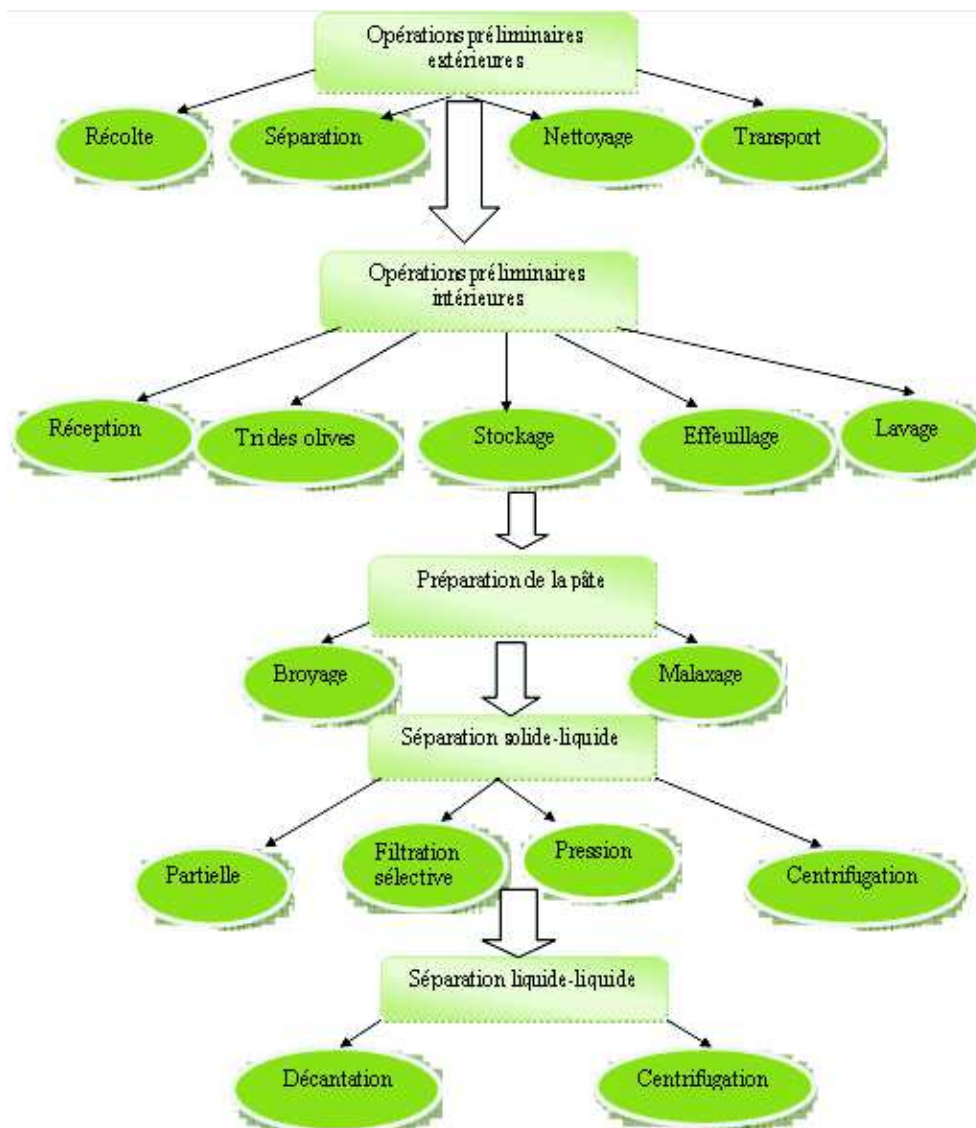


Figure 7 : Opérations fondamentales du processus d'élaboration.

### 3.1 Opérations préliminaires extérieures

#### 3.1.1 Récolte

La récolte est une opération importante, elle doit être contrôlée de près étant donné ses répercussions sur le coût de la production et la qualité de l'huile d'olive. 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. C'est une méthode coûteuse en main d'oeuvre. Des équipements sont utilisés actuellement en récolte mécanique et parmi eux on peut citer les crochets vibrants, les peignes oscillants et les vibreurs (Chemonics International, 2006).

#### 3.1.2 Séparation, nettoyage et transport

Le nettoyage consiste à éliminer les brindilles, feuilles et autres

(Chemonics International ,2006).

Dans le souci de conserver les caractéristiques de qualité des olives fraîchement cueillies, il s'avère nécessaire de les acheminer immédiatement vers les moulins. Le moyen le plus approprié pour le transport des olives est représenté par les caisses à claire voie en matière plastique (Barranco et al.,2001).

## **3.2 Opérations préliminaires intérieures**

---

### **3.2.1 Réception et tri des olives**

Les lots d'olives, une fois pesés, sont stockés, selon la provenance, le degré de maturité et l'état sanitaire des fruits. Le tri des olives consiste en un nettoyage des olives pour les séparer de la terre, des petits rameaux et des feuilles. Cette opération peut se faire directement à la récolte ou bien dans l'huilerie. Le tri se fait à l'aide de cribles statiques ou vibrants (Chemonics International, 2006).

### **3.2.2 Stockage**

L'objectif fondamental de la conservation est de pouvoir maintenir le fruit sans altérations (Barranco et al., 2001). Les olives récoltées sont directement livrées à l'huilerie et entreposées dans un espace ou un local séparé, situé généralement au départ de la ligne de traitement. Des caisses ajourées ou des palox sont employées dans ce but, en réduisant autant que possible l'épaisseur des couches pour améliorer l'aération des olives et prévenir les risques de fermentation (Amouretti et Comet, 2000).

### **3.2.3 Effeuillage et lavage**

L'effeuillage consiste en une élimination des brindilles et des feuilles par ventilation. Le lavage se fait par immersion des olives dans des laveuses qui maintiennent l'eau en mouvement forcé pour améliorer le résultat de l'opération. Pour obtenir une huile de qualité, il est important dans cette phase que l'eau utilisée soit propre en la renouvelant fréquemment. Au terme de l'opération les olives subissent un égouttage (Carpio Duenas et Jiménez Herrera, 2001)

## **3.3 Préparation de la pâte**

---

### **3.3.1 Broyage**

La première étape nécessaire pour obtenir l'huile d'olive quel que sera la méthode de séparation à utiliser est le broyage des olives. Le broyage aboutit à la formation d'une pâte, il se fait à l'aide d'un broyeur métallique : à marteaux, disques dentelés ou cylindres striés (Roehly, 2000). L'usage de cisaillements appliqués durant le broyage déchire les membranes cellulaires et libère les globules d'huile. Ces globules libres vont se réunir en formant des gouttes de taille très variable qui vont à leur tour entrer en contact direct avec la phase aqueuse provenant de l'eau de végétation ; formant parfois des systèmes émulsionnés (Barranco et al.,2001).

### **3.3.2 Malaxage**

C'est une opération qui a pour but de rompre l'émulsion entre l'eau et l'huile et faire agglomérer les particules d'huile en gouttes plus grosses, se séparant spontanément de l'eau de végétation (Amouretti et Comet, 2000). Il consiste en un brassage lent et continu ; réalisé avec des malaxeurs favorisant la séparation des trois phases : solide, aqueuse et grasse au sein de la pâte d'olives pour accroître le rendement en huile (Di Giovacchino, 1991 ; Roehly, 2000). Il convient d'avertir que des gouttes d'huile restent toujours en forme d'émulsion ou inclus entre les solides de la pâte (Alba et al., 1982).

### 3.4 Séparation solide-liquide

Elle consiste en la séparation du moût d'huile et des grignons (fraction solide constituée par les fragments de noyaux, des peaux et des morceaux de pulpe) (Amouretti et Comet, 2000). Cette étape constitue la partie fondamentale de l'obtention de l'huile. Elle est réalisée dans l'industrie par les systèmes de : filtration sélective, extraction par pression et extraction par centrifugation de pâte (Civantos et al., 1992).

#### 3.4.1 Filtration sélective

Durant la préparation de la pâte d'olives à l'aide du malaxeur, se produit la séparation d'une certaine quantité d'huile en phase continue. Cette huile surnageant réunit des caractéristiques supérieures à celle qui sera produite postérieurement. Toute industrie qui a comme objectif primordial, l'obtention d'une huile de qualité ; doit donc disposer dans son processus d'élaboration de l'huile d'olive d'un système d'extraction partielle doté du nécessaire pour la décantation ou la centrifugation afin de pouvoir traiter séparément ces huiles appelés communément « de première pression » (Hermoso Fernandez et al., 1991).

#### 3.4.2 Extraction par pression

La pression est obtenue dans une presse hydraulique ouverte en disposant la pâte en couches minces alternées avec des disques en fibres appelés scourtins. Le dispositif utilisé pour la construction de la pile consiste en un plateau circulaire en acier, monté sur un chariot pour la manutention. Au centre du plateau est inséré un cylindre creux qui a pour objet de maintenir la pile en position verticale et favoriser l'écoulement du moût d'huile le long de l'axe central de la pile (Hermoso Fernandez et al., 1995). La pâte est répartie sur les scourtins manuellement ou à l'aide des distributeurs mécaniques (C.O.I., 1998).

#### 3.4.3 Extraction par centrifugation

Ce système peut être considéré comme le procédé moderne de réalisation de la séparation solide-liquide, par la force centrifuge (Barranco et al., 2001). La pâte d'olives est soumise à une centrifugation dans un tambour conique tournant sur un axe horizontal (décanteur). La centrifugation se fait à une vitesse d'environ 3400 tours par minute. Sous l'effet des différences de poids spécifiques la centrifugation sépare 2 ou 3 phases (Morales Ordonez et Lopez Caballero, 1999). On distingue trois types fondamentaux de décanteurs :

##### 3.4.3.1 Le décanteur à trois phases

Est le type le plus ancien. La centrifugation sépare trois fractions : les grignons, la phase d'huile et les margines (Figure 8). Ce système nécessite la dilution préalable de la pâte avec de l'eau. Il présente des défauts considérables, c'est pour cela qu'il a été abandonné dans la plupart des pays oléicoles (Hermoso Fernandez et al., 1995).

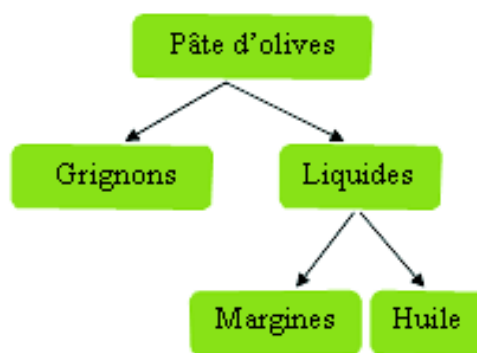
### **3.4.3.2 Le décanteur à deux phases**

Il a été conçu pour pallier les inconvénients du système précédent. En pratique, il s'en différencie par une moindre utilisation d'eau et par un rendement en huile plus faible. La centrifugation sépare deux fractions seulement : les grignons humides et la phase d'huile (Carpio Duenas et Jiménez Herrera ,2001)

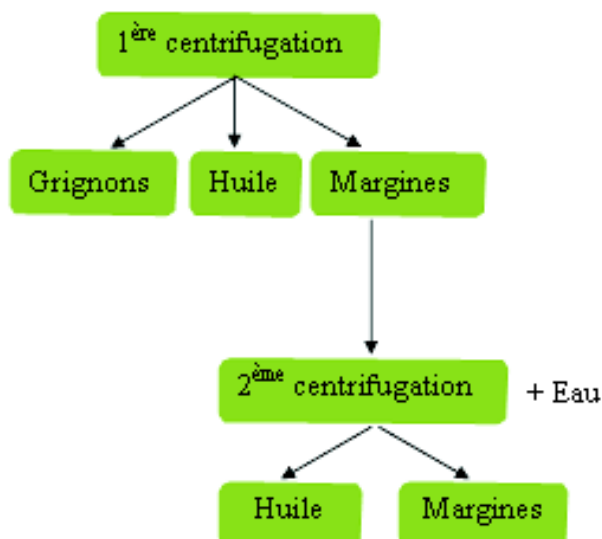
### **3.4.3.3 Le décanteur à deux phases et demie**

Est le type le plus récent et reprends les mérites des deux systèmes. Le traitement nécessite l'ajout d'une quantité réduite d'eau et sépare trois fractions : grignons humides, margines, huile .L' avantage de ce système est qu'il produit une quantité moindre de margines et avec une charge polluante plus réduite (Amouretti et Comet, 2000).

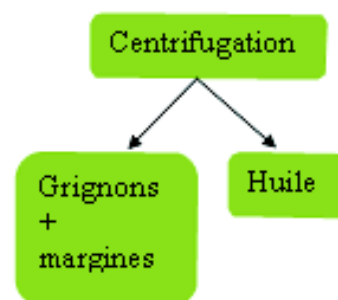
#### **« Extraction par pression »**



#### **« Centrifugation à 3 phases »**



#### **« Centrifugation à 2 phases »**



*Figure 8 : Schémas des systèmes d'extraction (Hermoso Fernandez et al., 1995).*



### 3.5 Séparation liquide- liquide

Les densités différentes de ces deux liquides permettent leur séparation par décantation naturelle ou par centrifugation (système plus rapide et continu) (Benyahia et Zein, 2003). Les séparateurs centrifuges verticaux sont des machines qui effectuent la séparation en vertu d'une rotation à grande vitesse. Le séparateur centrifuge consiste en un réservoir cylindrique contenant le tambour tournant, composé d'une série d'assiettes coniques parfois et superposés. Le liquide huile eau introduit par le haut être dans le tambour et est soumis à une centrifugation à 6000-7000 tours/minute. Sous l'effet de la différence de densité, l'huile et l'eau se séparent en deux écoulements différents. Pendant la rotation, il se produit une accumulation de résidus solides qui sont expulsés par l'intermédiaire d'un système de sécurité automatisé (Hermoso Fernandez et al., 1995).

### 3.6 Stockage de l'huile

L'huile obtenue dans l'huilerie doit rester entreposée pendant un temps jusqu'à sa commercialisation. Les meilleures cuves sont celles qui maintiennent des températures stables, construites en matériel inerte à l'huile et qui évitent l'influence de l'air et de la lumière (Hermoso Fernandez et al., 1991). Les cuves sous-terraines couvertes et revêtues intérieurement de carrelage vitrifié sont particulièrement recommandées. Sont utilisées aussi des cuves en acier inoxydable ou bien en tôle d'acier avec revêtement intérieur en résine époxydique, ou encore d'une autre matière mais homologuée à des fins d'utilisation alimentaire. Il est nécessaire que le fond des cuves soit incliné ou conique, avec possibilité de purge, pour extraire les impuretés accumulées pendant le stockage (C.O.I., 1998).

### 3.7 Evacuation des rejets d'huilerie

L'un des principaux problèmes de la gestion des huileries est l'élimination des margines. Ce sous-produit est un effluent qui a une charge polluante du fait de sa forte teneur en matière organique (Alba, 1994 et Alba et al., 1994). Le problème de l'épandage des eaux de végétation a été abordé de manière diverse par les différents pays oléicoles méditerranéens qui ont adopté des solutions temporaires ou définitives correspondant aux typologies suivantes :

- Diffusion des décanteurs centrifuges à deux phases qui ne produisent pas d'eau de végétation mais qui produisent des grignons très humides.
- Stockage des eaux de végétation dans des réservoirs pour obtenir une évaporation totale ou partielle de l'eau par réchauffement solaire durant les mois les plus chauds.
- Dépuration des eaux de végétation au moyen de différents systèmes (chimique, physico-chimique, biologique, etc.) permettant l'obtention d'un liquide final avec des caractéristiques propres à les rendre aptes à leur déversement dans les égouts.
- Utilisation des eaux de végétation en tant que fertilisants et amendements des sols cultivés.

Les solutions indiquées, proposées après la réalisation de recherches spécifiques sur la question, présentent des avantages et des inconvénients, ainsi que dans le cas de la dépuration, des difficultés qui rendent impossible l'obtention d'un résultat techniquement et économiquement acceptable pour le secteur de la transformation oléicole (Di Giovacchino, 2005).

## **4 .Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive**

L'huile d'olive a une composition intrinsèque très équilibrée pour l'alimentation humaine. Sa qualité commence avant la réalisation de la plantation de l'olivier, avec le choix de la variété, et continue avec la préparation du terrain à planter, les pratiques agronomiques telles que le labour, la taille, l'irrigation, les traitements phytosanitaires, la préparation du sol, la récolte et le transport vers l'huilerie (Lopez-Villalta, 1999). La qualité de l'huile d'olive dépend par conséquent de :

- Facteurs agronomiques.
- Facteurs d'élaboration et de conservation.

### **4.1 Facteurs agronomiques**

---

Les facteurs agronomiques ont une incidence sur la qualité de l'huile d'olive puisque ils affectent directement l'olive, matière première de l'huile (Cimato, 1990). Ces facteurs sont classés en :

#### **4.1.1 Intrinsèques**

Ceux qui peuvent difficilement être modifiés, parmi ces facteurs : la variété et le lieu de culture. En premier lieu, on doit considérer la variété. Il est très important pour la santé de l'oliveraie, de choisir des variétés qui s'adaptent le mieux aux conditions de climat et de sol de la zone de plantation. En effet si ces choix ne se font pas correctement au préalable, l'arbre ne s'adaptera pas, aura peu de vigueur et sera plus sensible aux maladies et aux parasites (Lopez- Villalta, 1999).

En conditions normales, ni la variété ni le lieu de culture n'ont une influence nette sur la qualité. Par contre il ya des différences entre les huiles obtenues de différents cultivars et lieux, qui se reflètent sur quelques autres concepts de qualité (Barranco et al., 2001). Ainsi le lieu de culture a une faible incidence sur la composition en acides gras des huiles d'une même variété cependant il présente une claire influence sur la fraction insaponifiable, ce qui se traduit par des huiles de différentes caractéristiques sensorielles. Le contenu en poly phénols montre une incidence marquée du milieu édafoclimatique ; il s'agit de même pour le contenu en tocophérols (Cimato et al, 1991, Tous et Romero., 1994, Uceda et al., 1994).

La variété a manifesté clairement son influence, tant sur la composition acide, en poly phénols, comme en tocophérols. Dans une étude de la variation du contenu en acides gras, réalisé durant cinq ans, avec un prélèvement sur trois époques et sur 30 variétés ,ces dernières ont été responsables de 73% de la variation du contenu en acide palmitique, de 82.6% en acide stéarique, de 78.2% en acide oléique et de 77.9% en acide linoléique alors que les différences entre années expliquent 17.3% ,8.2%,11.2% et 11.7% de la variation des acides gras cités. L'époque de récolte explique comme maximum 4% de variation en acide palmitique (Uceda et Hermoso).

#### **4.1.2 Extrinsèques**

Sont des facteurs qui peuvent être contrôlés avec relative facilité, pour l'agriculteur. On peut inclure dans cette partie les pratiques culturelles, la récolte et le transport (Barranco et al., 2001).



#### 4.1.2.1 Techniques culturelles

La fertilisation, la taille et l'irrigation doivent être réalisés rationnellement afin d'obtenir des productions équilibrées ; des fruits bien développés qui arrivent à maturité dans le meilleur état sanitaire et physiologique. Il est nécessaire que l'arbre soit bien ensoleillé et aéré, de manière à ce que l'humidité ne soit pas élevée à l'intérieur de la frondaison pour éviter les maladies qui se développent et affectent la qualité des fruits (Lopez-Villalta, 1999).

#### 4.1.2.2 La récolte

Il ya lieu de tenir compte de deux facteurs dans la récolte : l'époque et le système. (Chemonics International, 2006). L'époque de récolte est liée directement au degré de maturité des olives qui affecte aussi bien la qualité que le rendement d'extraction des huiles qui en sont produites. 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 en réalisant des contrôles périodiques de l'indice de maturité ou d'analyses des olives (extraction chimique ou à l'oléodoseur) (Friaz Luiz et al., 1991).

Retarder la récolte porte préjudice à la qualité de l'huile en provoquant la chute naturelle des fruits qui peut être plus ou moins accusée selon la variété.

Les fruits ramassés du sol subissent une série d'altérations qui se traduisent par une augmentation de l'acidité et une détérioration de la qualité organoleptique de l'huile extraite de ses olives (Barranco et al., 2001). Quant au système de récolte, il faut utiliser les systèmes qui ne détériorent pas l'olive en produisant des blessures, ruptures des rameaux ou des tendres bourgeons.

#### 4.1.2.3 Transport

La dernière opération qui correspond à l'agriculteur c'est celle du transport de l'olive. Le fruit doit arriver à l'huilerie le moins altéré possible. Le système le plus approprié est le transport dans des caisses perforées permettant la circulation de l'air et évitant des réchauffements préjudiciables causés par l'activité catabolique des fruits (Barranco et al., 2001). Il est important de séparer les olives qui se trouvent sur le sol de celles fraîchement cueillis, les premières produisent des huiles de qualité inférieure (Lopez-Villalta, 1999).

### 4.2 Facteurs d'élaboration et de conservation

La séparation des olives qui proviennent des zones attaqués par des maladies ou des ravageurs qui affectent la qualité est aussi indispensable que la séparation des olives chutés de l'arbre. Ainsi le tri des olives est la première opération de la chaîne de trituration se déroulant à l'huilerie. La difficulté de pouvoir réaliser une adéquate synchronisation entre la récolte de l'olive et son élaboration à l'huilerie provoque la nécessité de stockage des fruits.

#### 4.2.1 Stockage

Le stockage prolongé détériore le fruit, et si celui-ci n'est pas réalisé dans de bonnes conditions sanitaires, les huiles produites seront de très mauvaise qualité (Chemonics International, 2006). Les sacs en jute employés encore dans nombre de pays oléicoles sont à bannir car ils présentent un milieu fort favorable aux fermentations à cause de l'entassement des fruits et de l'influence d'agents extérieurs tel que la chaleur, l'humidité et l'absence d'aération (Amouretti et Comet, 2000). Ce problème a été élucidé par les

professeurs De la Borbolla et Sagastra cités par Lopez-Villalta (1999), il ressort de leurs études qu'il y'a acidification de l'huile lorsque les fruits ont subi un stockage prolongé, l'acidification étant due principalement à l'activité des microorganismes qui se développent à l'intérieur des olives.

Les microorganismes les plus actifs sont : *Penicillium custrosum*, *Alternaria* sp, *Fusarium* sp, *Cladosporium* sp. Les caractéristiques organoleptiques se détériorent gravement dans ces huiles. De même leur stabilité peut être affectée. Une modification de la fraction stérolique peut aussi avoir lieu et une augmentation du contenu en alcools (Barranco et al., 2001).

#### **4.2.2 Trituration**

Il est nécessaire d'éviter que des contaminations se produisent au cours des différentes étapes comme le broyage ou la séparation des phases solide et liquide. Il est par conséquent nécessaire de nettoyer fréquemment les éléments de fabrication, en particulier ceux qui sont en contact avec les olives, la pâte et l'huile (Chemonics International, 2006).

##### **4.2.2.1 Broyage**

Selon la norme du Conseil Oléicole International (COI), la durée de broyage ne doit pas dépasser 30 à 60 minutes. Si le broyage est plus prolongé, les polyphénols inhibiteurs naturels de l'oxydation ainsi que l'huile produite s'oxydent en présence de l'air et cette dernière perd de sa qualité (Chemonics International, 2006).

##### **4.2.2.2 Malaxage**

L'opération de malaxage s'avère nécessaire et peut durer 20 à 40 mn et à des températures supérieures à la température ambiante mais ne dépassant pas 25°C pour que l'huile d'olive puisse être qualifiée de « première pression à froid ». En effet, des températures élevées de l'eau entraînent des modifications gustatives de l'huile d'olive (Perez et al., 2003). Servili et al (2003) ont démontré que la température de malaxage a une véritable influence sur la fraction phénolique et que les premières pressions à froid entraînent déjà des pertes. Parallèlement à cela l'ajout d'eau chaude provoque un meilleur rendement. Le temps de malaxage joue aussi un rôle très important au niveau de la qualité gustative et nutritionnelle de l'huile d'olive (Carpio Duenas et Jiménez Herrera ,2001).

## **5. Composition de l'olive et de l'huile d'olive**

### **5.1 Composition de l'olive**

---

L'olive est une drupe de forme ovoïde ou ellipsoïde de dimension très variable en fonction des variétés ; qui se compose de trois parties : L'endocarpe (noyau) :15 à 23%, renferme une graine ou se trouve l'embryon et les réserves alimentaires ; le mésocarpe (70 à 80%), partie charnue du fruit qui contient la plus grande partie de l'huile. L'épicarpe (peau) : 1.5 à 3.5% qui se colore généralement pendant la maturité physiologique.

Les composants majoritaires de la pulpe et de la graine sont l'eau et l'huile ,(Friaz Luiz et al., 1991). Dans la pulpe l'eau représente 50 à 60% et l'huile 20 à 30%. Dans

la graine, les contenus d'eau et d'huile ont des valeurs de l'ordre de 30 et 27% respectivement. Pour sa part le noyau a des contenus plus bas : 9% d'eau et moins de 1% d'huile (Barranco et al., 2001). En plus de ces deux éléments, l'olive contient des sucres, des protéines, des acides organiques des polysaccharides (cellulose, hémicelluloses, gommes et pentosanes), des composés phénoliques et des substances colorantes (Balatsouras, 1997). Les protéines représentent environ 1 à 3% de la pulpe. Les principaux acides aminés sont : l'arginine, la leucine, la valine, l'acide aspartique et l'acide glutamique. Les sucres simples sont principalement le glucose, le fructose, le saccharose et le mannitol. Les acides organiques (0.5 à 1%) sont représentés par les acides oxalique, succinique, malique et citrique (Gouveia, 1997). Dans la pulpe, nous trouvons les vitamines suivantes :  $\beta$ -carotène : 0.15 à 0.23 mg/100 g, Vitamine C : 12.90 à 19.10 mg/100 g, Thiamine : 0.54-11 mg/100 g, Vitamine E : 238.1 -352 mg/100 g de pulpe. La pulpe d'olive est également riche en substances inorganiques dont fondamentalement le potassium, suivi du calcium, du magnésium, du phosphore (Balatsouras, 1997).

Dans le noyau, la cellulose (30%) et autres hydrates de carbone (41%) sont les composants majoritaires. La teneur de ces deux composants dans la graine est de 27%. Les protéines sont présents également dans la graine avec un contenu important 10% (Barranco et al., 2001).

## 5.2 Composition chimique de l'huile d'olive

L'huile d'olive est composé majoritairement d'une fraction saponifiable contenant les triglycérides et les acides gras libres et d'une fraction insaponifiable constituée de composés dits mineurs qui, bien que présents en moindre quantité, ont une grande importance (Friez Luiz et al., 1991).

### 5.2.1 La fraction saponifiable

Elle représente entre 98 à 99% de l'huile. La plupart des caractéristiques chimiques, physiques et métaboliques de l'huile dépendent essentiellement de la composition de cette fraction (Jacotot et Richard, 1989 ; Calabrese, 2002).

#### 5.2.1.1 Les glycérides

L'huile d'olive est composée principalement de triglycérides (Roehlly, 2000) dont la majorité (environ 28-44.9%) se présente sous forme de trioléine (Vlahov et al., 1999).

#### 5.2.1.2 Les acides gras

L'huile d'olive est l'une des matières grasses les plus riches en acides gras mono-insaturés, en particulier l'acide oléique qui représente 55-83% des acides gras totaux (Ait Yacine et al., 2002). Elle est constituée d'un pourcentage modéré d'acides gras polyinsaturés essentiels notamment l'acide linoléique et l'acide  $\alpha$ -linoléique, et d'acides gras saturés comme les acides palmitique et stéarique (Calabrese, 2002).

La variabilité dans la composition de l'huile d'olive en acides gras dépend largement du génotype du cultivar (Barranco et al., 2001), mais également du climat, de la région de culture, du degré de maturation des olives au moment de la récolte, de la technique d'extraction et des conditions de stockage (Ait Yacine et al., 2002). La composition en acides gras de l'huile d'olive fixée par le conseil oléicole international (C.O.I., 2003) est représentée dans le tableau 3.

| Acides gras        | Symbole          | Limites de variabilité (%) |
|--------------------|------------------|----------------------------|
| Acide myristique   | C14 :0           | ≤ 0.05                     |
| Acide palmitique   | Acide C16:0      | 7.5-20                     |
| palmitoléique      | Acide            |                            |
| heptadécanoïque    | Acide C16 :1     | 0.3-3.5                    |
| heptadécénoïque    | Acide            |                            |
| stéarique          | C17 :0           | ≤ 0.3                      |
| Acide oléique      | Acide            |                            |
| linoléique         | Acide linoléique |                            |
| Acide arachidique  | Acide C17 :1     | ≤ 0.3                      |
| gadoléique         | Acide béhénique  |                            |
| Acide lignocérique | C18 :0           | 0.5-5.0                    |
|                    | C18 :1           | 55-83                      |
|                    | C18 :2           | 3.5-21                     |

*Tableau 3 : Limites de variabilité de la teneur en acides gras de l'huile ; d'olive exprimée en % des acides totaux (C.O.I., 2003).*

## 5.2.2 La fraction insaponifiable

Cette fraction représente généralement une teneur faible (0.5 à 2%) de l'huile. Elle renferme un mélange extrêmement complexe de composés variés (Perrin, 1992). Certains ont un effet sur la santé humaine, d'autres renforcent la stabilité de l'huile, d'autres encore sont responsables de sa flaveur. On peut les séparer en : hydrocarbures, chlorophylles, tocophérols,  $\beta$ -carotène, phénols et dérivés, esters, acides terpéniques, aldéhydes, cétones, alcools et stérols (Gilles, 2003).

### 5.2.2.1 Les composés phénoliques

L'huile d'olive vierge est la seule huile qui contient des polyphénols naturels en quantités appréciables (Rancero, 1978). La teneur en ces composés est très variable : 50 à 450 ppm selon Montelleone et al. (1998) et 150 à 700 ppm selon Visioli et Galli (2002). Elle varie en fonction du climat, du type de récolte, du degré de maturité des olives, des techniques de production et des méthodes de conservation. (Visioli et Galli, 2002 ; C.O.I., 2011). Les

principaux composés phénoliques présents dans les huiles d'olive vierge sont le tyrosol, l'hydroxytyrosol et leur précurseur, l'oleuropéine (Gilles, 2003). Les composés phénoliques confèrent à l'huile son goût si particulier à la fois amer et fruité (Servilli et al., 2003). Ils contribuent pour une grande part à la bonne stabilité des huiles d'olives vierges (Sifi et al., 2001).

#### **5.2.2.2 Les stérols**

La quantité totale de stérols dans l'huile d'olive vierge extra varie de 113 à 265 mg/100g. Parmi les facteurs, qui influent sur cette teneur, figurent la variété des olives et leur degré de maturité (Chemonics International, 2006). Dans l'huile d'olive, le principal stérol, est le  $\beta$ -sitostérol, qui représente jusqu'à 90-95 % du total. Le campésterol et le stigmastérol comptent respectivement pour 3 % et 1% du total.  $\Delta$ -5 avenasterol (5 à 20%) et le cholestérol présent à faible concentration ( $\leq 0.3\%$ ) (Gilles, 2003). Plusieurs études effectuées sur la présence des stérols dans l'huile d'olive, indiquent que c'est un paramètre très important pour la détection de mélange avec d'autres huiles (Caselli et al., 1993).

#### **5.2.2.3 Les hydrocarbures**

Les hydrocarbures sont les principaux composants de la fraction insaponifiable (30-50%). Le principal hydrocarbure de l'huile d'olive est le Squalène (60-75% :500-700 mg/kg (Friaiz Luiz et al., 1991).

#### **5.2.2.4 Les pigments**

La couleur de l'huile d'olive 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 pheophytines a et b qui sont formés durant l'extraction de l'huile, et les caroténoïdes (Rojas et Minguez-Mosquera 1996). 40 à 80 % des chlorophylles sont perdues lors de l'extraction de l'huile d'olive (Roca et Minguez-Mosquera, 2001). Une huile extra-vierge présente des teneurs en pigments variant entre 0 et 10 ppm (El-Antari et al., 2003).

#### **5.2.2.5 Les tocophérols**

Les tocophérols  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  qui se distinguent par leur activité biologique et antioxydante sont présents dans l'huile d'olive (Cabrinini et al., 2001). L' $\alpha$ - tocophérol est considéré comme un antioxydant majeur de l'huile d'olive ; il représente 90% des tocophérols totaux. Sa teneur varie de 1.2 à 43 mg/100g (Gilles, 2003). La quantité de ces molécules présentes dans l'huile est fonction de plusieurs facteurs dont la variété de l'olive et sa maturité ainsi que les conditions et la durée de conservation des olives. Les autres tocophérols ( $\beta$  et  $\gamma$ ) ne sont présents qu'à l'état de traces (Gilles, 2003). Outre son activité vitaminique, ce composé a un effet protecteur d'autant plus en plus important vis-à-vis du phénomène de photo-oxydation que la concentration soit plus élevée, comme il protège le  $\beta$ -carotène contre l'oxydation (Rahmani et Saad, 1998).

#### **5.2.2.6 Les composés aromatiques**

On estime que plus de 70 composés contribuent au goût particulier de l'huile d'olive. Parmi ceux-ci figurent des produits de dégradation d'acides gras insaturés comme des aldéhydes (notamment hexanal, nonanal, 1-hexanol ou 2,4- décadiénal). De plus, des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, des alcools, des cétones, des éthers, des esters ainsi que des furanes et des dérivés thioterpéniques contribuent de manière notable à l'odeur et la saveur

de l'huile (Gilles, 2003). Ces substances prises globalement représentent 250 à 300 ppm. L'arôme est influencé par plusieurs facteurs agronomiques : degré de maturité des fruits, la variété, le climat, le sol et le procédé de l'extraction de l'huile (Angerosa et al., 1996).

## **6. Huile d'olive et Santé**

L'huile d'olive appréciée par le consommateur depuis fort longtemps est le principal corps gras dans le régime méditerranéen. Depuis plus d'une quarantaine d'années de nombreux travaux ont été consacrés au rôle de l'huile d'olive dans la prévention de certaines pathologies : le cœur, les artères, les veines et le sang, l'estomac, le foie, la vésicule et les voies biliaires, les intestins, les os, le système nerveux et le cerveau, l'insulino résistance et l'obésité.

### **6.1 Les composants majeurs : Acides gras mono-insaturés (AGMI)**

---

Un régime alimentaire riche en huile d'olive permet de prévenir le diabète sucré ou de retarder l'apparition de la maladie, en évitant la résistance à l'insuline et ses éventuelles conséquences (COI, 2011). Le régime enrichi en AGMI entraîne une diminution de la pression artérielle de 5 à 9% chez des sujets sains comme chez des sujets hypertendus (Gilles, 2003). L'acide oléique réduit le cholestérol total et le cholestérol des lipoprotéines basse densité et n'affecte pas le cholestérol des lipoprotéines de haute densité, il réduit également la pouvoir d'oxydation des LDL, l'adhésion des monocytes aux cellules endothéliales (Calabrese, 2002). Jacotot (2001) a souligné le bon équilibre entre l' $\alpha$ -tocophérol et l'acide linoléique dans la prévention de l'athérome artériel.

La consommation d'AGMI diminue l'environnement prothrombotique en modifiant différents paramètres de l'hémostase, permettant ainsi de diminuer les risques de maladies coronariennes. Différentes recherches ont permis de démontrer l'effet anti thrombotique et antiagrégant plaquettaire de l'huile d'olive, ce qui explique la faible incidence d'infarctus du myocarde dans les pays où l'huile d'olive est la principale source de matière grasse. Les principaux effets digestifs de l'huile d'olive portent sur le fonctionnement biliaire. Elle est en effet à la fois cholérétique (stimule la sécrétion hépatique de la bile), et cholécystokinétique (favorise l'évacuation de la vésicule biliaire) (Jacotot, 1997).

### **6.2 Les composants mineurs**

---

#### **6.2.1 La Fraction Phénolique**

Outre ces effets antioxydants et anticancéreux, les composés phénoliques de l'huile d'olive vierge extra exercent une nette action anti-inflammatoire. Très récemment, l'identification de lignanes comme antioxydant de la fraction phénolique, présents uniquement dans les huiles d'olive vierge extra, se révèle être d'une grande importance. Les lignanes inhibent la croissance des cellules cancéreuses au niveau du cancer du sein, de la peau, du colon et du poumon. Tuck et al (2002) attribuent aux hydroxytyrosol, tyrosol et à l'oleuropéine de puissantes propriétés antimicrobiennes. Ces composés agiraient sur certaines bactéries responsables de maladies infectieuses intestinales et respiratoires chez

l'homme, notamment *Hemophilus influenzae*, *Moraxwlla catarrhalis*, *Salmonella typhi*, *Vibrio parahaemolyticus* (Gilles, 2003).

### **6.2.2 Les hydrocarbures**

Le squalène exerce d'incontestables effets anti carcinogènes. Kohno et son équipe ont observé que le squalène est un très puissant piège à radicaux oxygène réactifs à la surface de la peau humaine (Gilles, 2003).

### **6.2.3 Les composés aromatiques**

La plupart des composés aromatiques non cycliques comme l'hexanal, le 2-heptanal ou le 2-nonenal, ainsi que les hydrocarbures cycliques mono- et sesquiterpéniques comme le 3-carène ou le  $\beta$ -farnesène exercent une activité antimicrobienne contre toute une gamme de germes parmi lesquels *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Candida utilis* et *Aspergillus niger* (Kubo et al., 1995).



# MATÉRIEL ET MÉTHODES

## 1 Matériel végétal

### 1.1 Variétés d'olives

---

Les variétés d'olives choisies pour l'extraction d'huile sont:

Chemlal Variété prédominante du verger algérien, elle occupe 40% de la totalité du verger ; c'est une variété rustique et tardive, trop souvent confondue avec la variété Chemlali de Tunisie ; elle est destinée à l'huile.

Azeradj Variété résistante à la sécheresse ; elle occupe 10% de la superficie oléicole nationale. C'est une variété à double aptitude.

Limli Cette variété occupe 8% du verger oléicole algérien, localisée sur les versants montagneux de la basse vallée de la Soummam jusqu'au littoral. C'est une variété précoce, peu tolérante au froid mais résistante à la sécheresse; destinée à l'huile (Figure 9).



*Figure 9: Les fruits des variétés Chemlal, Azeradj et Limli.*

### 1.2 Provenance des variétés

---

Sur la base de la dominance de la première variété sur le verger oléicole algérien, l'étude de l'effet du lieu de culture sur la qualité de l'huile a porté sur deux échantillons de la variété Chemlal, l'un provenant de Tizi Ouzou (Ifigha) et l'autre de Bejaia (Tazmalt). Cette même variété (Chemlal) a été utilisée également pour l'étude des facteurs d'ordre industriel sur la qualité de l'huile d'olive, la provenance de cet échantillon étant El Khemis (Ouest). Le choix de cette olive s'est basée sur la dominance de la variété mais également sur l'état très sain de l'olive de cette région et son aptitude à la conservation.

### 1. 3 Echantillonnage

---



Les olives destinées à l'obtention de nos échantillons d'huile ont été prélevées d'arbres adultes. L'échantillonnage est effectué à la main. Chaque échantillon est constitué approximativement de trois kilogrammes d'olives provenant de cinq arbres. Les échantillons sont cueillis de l'intérieur et l'extérieur de l'olivier.

### 1.3.1 Calibre et poids des olives

Le calibrage du fruit se fait par mesure du diamètre à l'aide d'un pied à coulisse sur un échantillon constitué de 100 olives. Ces mêmes fruits sont pesés un à un; les valeurs indiqués sur le tableau 4 présentent les moyennes du calibre et du poids.

| Variété     | Chemlal   | Azeradj   | Limli    |
|-------------|-----------|-----------|----------|
| Calibre(cm) | 1.33±0.2  | 1.70±0.22 | 1.24±0.3 |
| Poids (g)   | 1.51±0.15 | 3.59±0.2  | 1.4±0.15 |

Tableau 4: Valeurs du calibre et du poids des variétés d'olives.

### 1.3.2 Indice de maturité

L'indice de maturité est calculé en se basant sur la coloration de la peau et de la pulpe des olives ; en prélevant 100 fruits de l'échantillon récolté et homogénéisé convenablement. Ces fruits seront classés selon les catégories indiquées dans la méthode décrite par Frias Ruiz et al (1991).L'indice de maturité est exprimé par la formule(1) :

$$I.M = \frac{a.0 + b.1 + c.2 + d.3 + e.4 + f.5 +}{100}$$

Où : les catégories des fruits

0 : vert intense.

1 : vert jaunâtre.

2: tournantes avec taches rougeâtres.

3 : tournantes avec couleur rougeâtre ou violet clair sur tout le fruit.

4 : noir, sans couleur sous l'épiderme.

5: noir avec couleur sous l'épiderme sans arriver à la moitié de la pulpe.

6 : noir avec couleur, dépassant la moitié mais sans arriver au noyau.

7 : noir avec couleur sur toute la pulpe.

a,b,c,d,e,f,g,h sont les nombres de fruits de chaque catégorie ;les valeurs des indices de maturité sont présentées sur le tableau 5.

| Variétés |               | Indice de maturité | Couleur               |
|----------|---------------|--------------------|-----------------------|
| Chemlal  | 1ère campagne | 5.5                | Violet foncé          |
|          | 2ème campagne | 3.07               | Violet foncé à noire  |
| Azeradj  | 1ère campagne | 4.66               | Verdâtres à Violacées |
|          | 2ème campagne | 2.87               | Verdâtres à violacées |
| Limli    | 1ère campagne | 4.58               | Noire                 |
|          | 2ème campagne | 3.02               | Noire                 |

*Tableau 5 : Indice de maturité et couleur des trois variétés.*

## 2. Méthodes analytiques

### 2.1 Extraction de l'huile au soxhlet

---

La détermination de la teneur en huile des olives consiste en l'extraction d'une prise d'essai dans un soxhlet pendant 6 heures, avec de l'hexane technique. Elimination du solvant d'extraction et pesée de l'extrait obtenu.

La teneur en matière grasse totale, exprimée en pourcentage en masse de la matière sèche, est donnée par la formule suivante :

$$MG\% = \frac{m_1 \times 100}{m_0(100 - H) \times 100}$$

Où :

m<sub>0</sub> est la masse, en grammes, de la prise d'essai ;

m<sub>1</sub> est la masse, en grammes, de l'extrait après séchage ;

H est le pourcentage, en masse, de l'eau et de la matière volatile.

### 2.2 Détermination du rendement en huile par l'oléodoseur (Méthode Abencor)

---

### 2.2.1 Description de l'oléodoseur

Cette méthode mise au point par Levi et Léon (1965) détermine le rendement industriel des olives, au moyen de la reproduction à l'échelle du laboratoire du processus industriel (Figure 10) et suivant les mêmes phases :

- Broyage : à l'aide d'un broyeur en acier inoxydable.
- malaxage : un thermomalaxeur avec une capacité pour 8 échantillons à la fois.
- Centrifugation : une centrifugation en acier inoxydable avec un bol qui tourne à 3500 t/m.
- Décantation : Epprouvettes pour la décantation des liquides

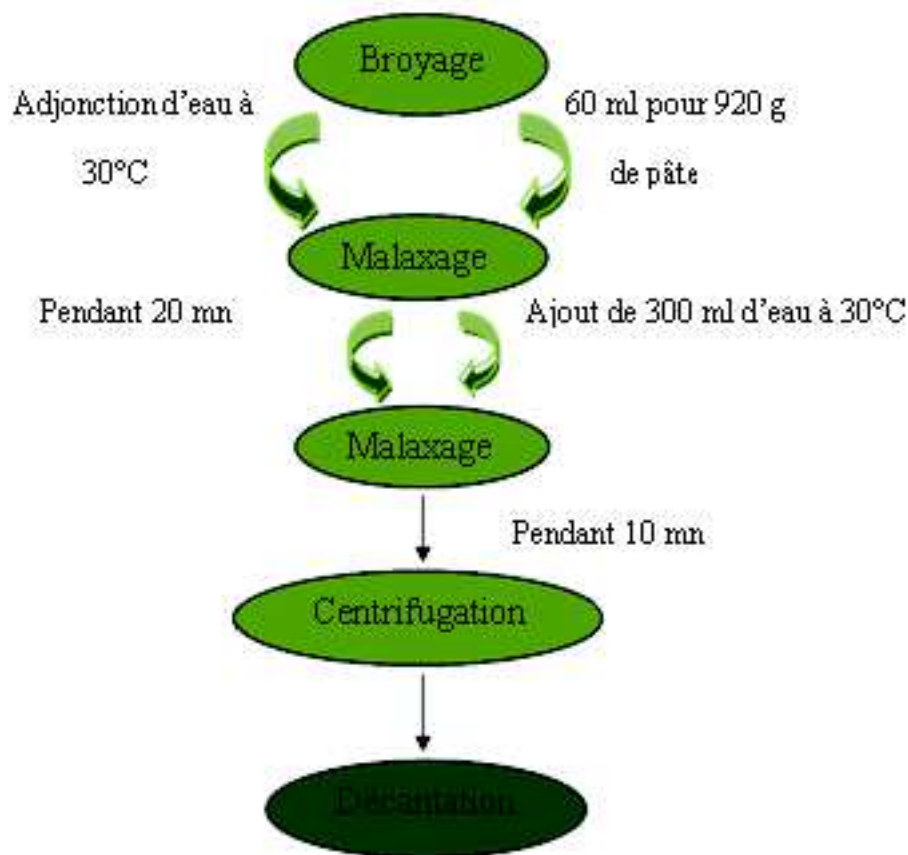


Figure 10 : Schéma du processus d'extraction par l'oléodoseur



*Figure 11 : Oléodoseur*

### **2.2.2 Protocole d'extraction de l'huile**

Après lavage des fruits, l'huile est extraite par centrifugation à l'aide de l'oléodoseur illustré sur la figure 11. Les échantillons obtenus sont conservés à une température de 04 °C dans des flacons en verre foncé en vue de leurs analyses chimiques. Les paramètres opératoires sont présentés sur la figure 12.

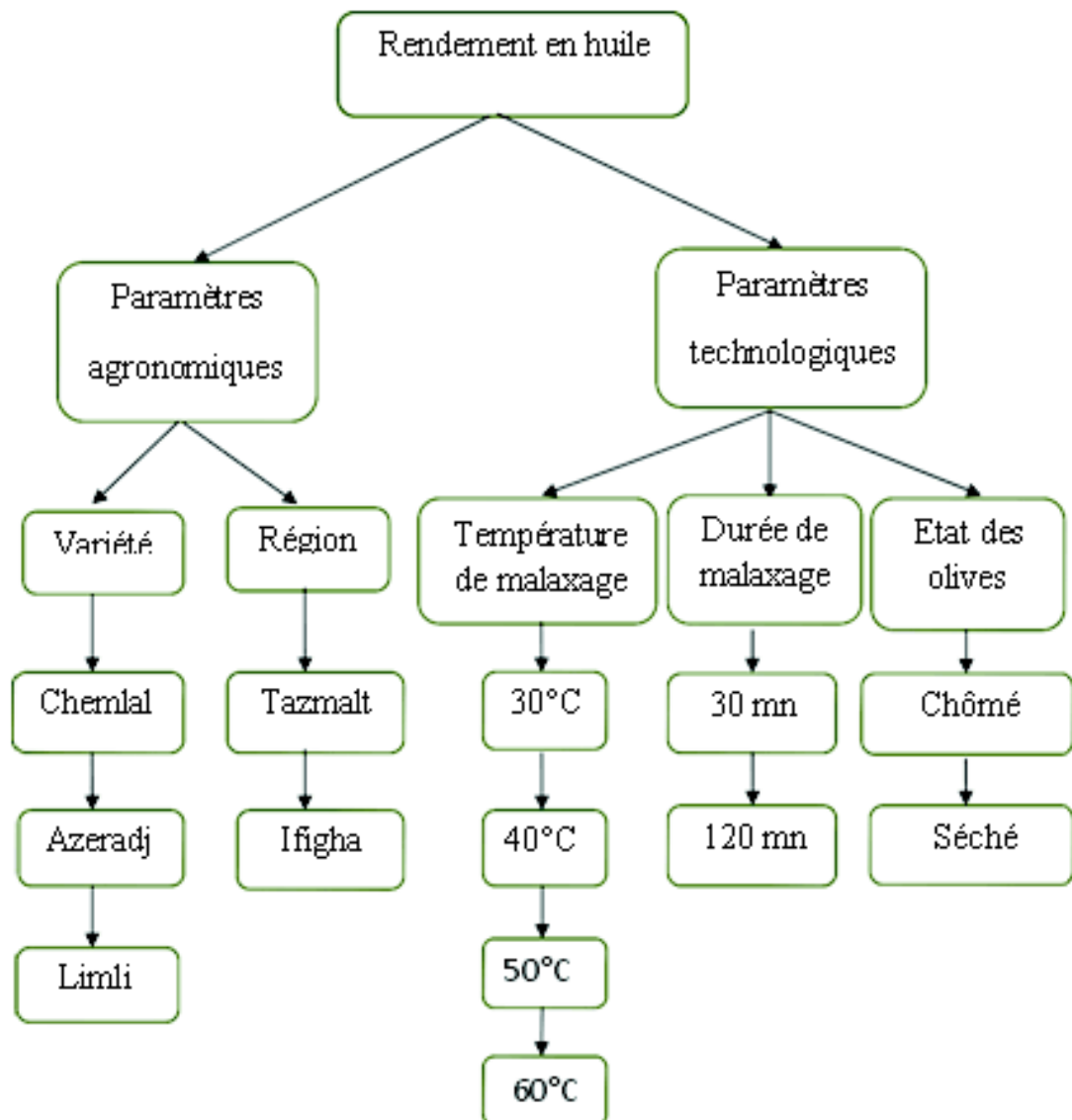


Figure 12 : Les paramètres opératoires d'extraction de l'huile d'olive

### 2.2.3 Expression du rendement en huile

Le rendement industriel est calculé à partir de la formule :

$$\% \text{ d'huile dans l'échantillon} = \frac{V \times 0.915}{M} \times 100$$

Où :

V est le volume de l'huile obtenue (ml).

M est le poids exact de la pâte d'olive soumise au malaxage (g).

- L'efficacité de la presse hydraulique (E%) est évaluée par le rapport entre la masse d'huile extraite par oléodoseur et la masse initiale d'huile dans l'olive (extraite par solvant) :

$$E_s = \frac{R}{R_0} \times 100$$

Où :

R est le rendement d'extraction par l'oléodoseur. R0 est le rendement d'extraction par solvant.

## **2. 3 Détermination des indices de qualité de l'huile**

---

La classification des huiles d'olive vierges tient compte des critères physico- chimiques mais aussi des caractéristiques organoleptiques des huiles, de manière à assurer aux consommateurs un produit de qualité, en particulier sur le plan sensoriel.

### **2.3.1 Analyse sensorielle**

Chaque dégustateur faisant partie du jury composé de 8 dégustateurs, doit flairer, puis déguster l'huile soumise à examen, (contenue dans le verre de dégustation, codifié par une étiquette portant un code connu seulement par le chef de jury) afin d'en analyser les perceptions olfactives gustatives, tactiles et kinesthésiques, il doit ensuite porter sur la feuille de profil à sa disposition (Figure 13) l'intensité à laquelle il perçoit chacun des attributs négatifs et positifs. Au cas où des attributs négatifs non énumérés seraient perçus, ceux-ci doivent être portés sous la rubrique « autres » en employant le ou les termes définis par la norme COI/T.20/Doc.n°15(2003). Le responsable du jury doit recueillir les feuilles de profil remplies par chacun des dégustateurs, contrôler leur contenu, et demander au dégustateur de réviser sa feuille et si nécessaire de répéter l'essai dans le cas où une anomalie sera constatée. Il doit ensuite saisir les données sur le logiciel annexé à la méthode, en vue de calcul statistique. L'huile d'olive est classée sous la dénomination :

Vierge extra : Lorsque la médiane des défauts est égale à 0 et que la médiane du fruité est supérieure à 0 ; Vierge : Lorsque la médiane des défauts est supérieure à 0 et inférieure ou égale à 2.5 et que la médiane du fruité est supérieure à 0 ; Vierge courante : Lorsque la médiane des défauts est supérieure à 2.5 et inférieure ou égale à 6.0 et la médiane du fruité est égale à 0 ; Vierge lampante : Lorsque la médiane des défauts est supérieure à 6.0.

**ÉVALUATION ORGANOLEPTIQUE DE L'HUILE D'OLIVE VIERGE**  
(méthode COI/T.20/Doc. n° 15/Rév. 1, 20 novembre 1996)

**FEUILLE DE PROFIL**  
(à usage du dégustateur)

**INTENSITÉ**

|                                           |        |
|-------------------------------------------|--------|
| <b>PERCEPTION DES DÉFAUTS:</b>            |        |
| Chêne                                     | _____→ |
| Moisi                                     | _____→ |
| Vineux - Vinaigré -<br>Acide - Aigre      | _____→ |
| Lies                                      | _____→ |
| Métallique                                | _____→ |
| Rance                                     | _____→ |
| Autres (lesquels)                         | _____→ |
| <b>PERCEPTION DES ATTRIBUTS POSITIFS:</b> |        |
| Fruité                                    | _____→ |
| Amer                                      | _____→ |
| Piquant                                   | _____→ |

Nom du dégustateur:

Code de l'échantillon:  
Date:

Figure 13 : Feuille de profil (à l'usage du dégustateur) (COI, 2003)

## 2.3.2 Analyses physico-chimiques

### 2.3.2.1 L'acidité libre

L'acidité détermine le contenu en acides gras libres présents dans l'huile, elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique. Elle est déterminée par titrage de la solution d'huile dissoute dans un mélange diéthyl éther-éthanol (1 : 1) avec une solution de KOH éthanolique. (NF 60-204 décembre 1985).

### 2.3.2.2 L'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde permet d'estimer le grade d'oxydation initiale d'un corps gras et par conséquent son altération. Il est défini comme étant le nombre de microgrammes actifs du peroxyde contenu dans un gramme de produit et oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. Le principe de mesure selon la méthode décrite par la norme (NFT 6220,

Octobre 1995) consiste au traitement du corps gras, en solution dans l'acide acétique et du chloroforme, par une solution d'iodure de potassium, puis titrage de l'iode libéré par une solution titrée de thiosulfate de sodium.

L'indice de peroxyde (Ip) (en microgrammes d'oxygène actif par gramme) est donné par la formule suivante :

$$I_p = \frac{V}{E} \times 80$$

Où :

V est le volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai, corrigé compte tenu de l'essai à blanc, exprimé en millilitre de solution 0,01 N ;

E est la masse, en grammes, de la prise d'essai.

Remarque : Ip en milli molécules par Kg = Ip en  $\mu$  g/g  $\times 1/16$

Ip en milliequivalent d'oxygène par Kg = Ip en  $\mu$  g/g  $\times 1/8$

### **2.3.2.3 L'absorbance dans l'ultraviolet**

Le coefficient d'extinction K270 est la mesure de l'absorbance d'un échantillon d'huile à la longueur d'onde de 270 nm et qui est exprimée conventionnellement K270. Cet indice nous donne une mesure d'un état oxydatif évolué.

La détermination de l'absorbance dans l'UV, par la méthode décrite par la norme (NF ISO 3656, Décembre 1991), consiste au mesurage spectrométrique du coefficient d'extinction dans un domaine de longueur d'onde dans l'UV, de l'absorbance de l'échantillon en solution dans le triméthyl-2, 2, 4 pentane. Puis calcul de l'absorbance à une concentration de 1g pour 100 ml.

L'absorbance d'une solution d'un corps gras à concentration de 1 g pour 100 ml (1%), mesurée en utilisant un parcours optique de 1 cm, à une longueur d'onde  $\lambda$ , est donnée par la formule suivante :

$$E_{1cm(\lambda)}^{1\%} = \frac{A(\lambda)}{C}$$

Où :

$A(\lambda)$  est l'absorbance à longueur d'onde  $\lambda$  ;

C est la concentration, en gramme par 100 ml, de l'échantillon pour essai dans la solution d'essai ;

$\lambda$  est généralement au voisinage de 232 nm et 268 nm.

## **2.4 Détermination des critères de pureté**

---

Les principales analyses considérées comme critères de pureté sont :

### **2.4.1 Composition en acides gras**



La composition en acides gras de l'huile d'olive est assez simple : six acides sont majoritaires (palmitique, palmitoléique, stéarique, oléique, linoléique et linolénique), les autres acides sont présents en quantité mineure, parfois tellement basse que leur détection est difficile (myristique, margarique, marganoléique, arachidique, béhénique et lignocérique). Pour déterminer la composition en acides gras dans une huile, il est nécessaire de procéder à une méthylation pour obtenir leur libération de leur liaison glycéridique..

Les esters méthyliques se forment par trans estérification à froid au moyen d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (COI /T.20/Doc.n°24 2001). Les esters méthyliques ont été injectés dans un chromatographe phase gaz dont les conditions d'analyses sont résumées ci-dessous :

- Appareil utilisé : Thermo Finnigan.
- Détecteur : FID
- Colonne : capillaire type FFAP\_Perkin Elmer.30m.
- Gaz vecteur : azote.
- Débit du gaz vecteur : 6 Psi.
- Phase stationnaire : Type FFAP
- Température du four : 190°C.
- Température du détecteur : 230°C.
- Température d'injection : 210°C.
- Température de la colonne : 40-250°C.
- Longueur de la colonne : 30 m.
- Diamètre intérieur : 0.53 mm.
- Film : 1µ m.
- Volume d'injection : 0.5µ l.
- Atténuation : 1
- Temps d'analyse : 30 mn.

a/Calcul de l'indice de Peroxydisabilité

L'indice de Peroxydisabilité est l'aptitude d'une huile à l'oxydation et au rancissement, cet indice est calculé par la formule (Du et al, 2003) :

$$I.P = (\text{mono insaturés\%} \times 0.025) + (\text{di insaturés\%} \times 1) + (\text{tri insaturés\%} \times 2) + (\text{tétra insaturés\%} \times 4) + (\text{hexa insaturés\%} \times 8).$$

#### 2.4.2 Composition en tocophérols

La chromatographie liquide à haute performance a été utilisée pour le dosage des tocophérols suivant la méthode UICPA (1987)

Les conditions du chromatographe employé sont les suivantes :

- Appareil utilisé : Waters 2487
- Détecteur : UV.VIS (Double longueur d'onde).

- Pompe : Waters 1525 (Pompe binaire).
- Colonne : RP 18.
- Phase mobile : Méthanol (98%) , H<sub>2</sub>O (2%).
- Débit : 1.5 ml/mn
- Pression de la pompe : 132 bars
- Longueur d'onde de détection : 290 nm
- Boucle d'injection : 20 µ l.
- Température d'injection: Ambiante.
- Logiciel: Breese

# RÉSULTATS ET DISCUSSION

## 1 Teneurs en huile des variétés d'olive Chemlal, Azeradj et Limli

L'extraction d'huile a été réalisée par voie chimique en utilisant l'hexane après dessiccation des olives des variétés Chemlal, Azeradj et Limli. Ces variétés ont les teneurs en eau suivantes :  $49.82\% \pm 1.38$ ,  $48.02\% \pm 1.27$ ,  $49.1\% \pm 0.42$ . Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle (35-55%) cité par Uceda et al., 1999.

La teneur en huile de la variété Chemlal est de  $36.59\% \pm 1.23$ . Cette valeur est inférieure à celle rapportée par Tamendjari (2006), qui a mentionné des teneurs en huile de la variété Chemlal variant entre 39.75 et 43.30 (% MS). Ces variations des teneurs en huile seraient dues à la faible pluviométrie qui retarderait le développement du fruit en calibre et en poids. Les deux variétés Azeradj et Limli ont respectivement des teneurs en huile de  $39.95\% \pm 5.72$  et de  $34.33\% \pm 2.2$  (Tableau 6).

Tous et Roméo (1999) et Abaza et al (2002) ont rapporté que les variétés d'olive sont classées en fonction de leur teneur en huile : teneur élevée (46%), teneur moyenne (de 38 à 46%) et teneur faible ( $\leq 38\%$ ). Cette classification, nous permet de conclure que la variété Azeradj a une teneur moyenne en huile et les deux variétés Chemlal et Limli ont une faible teneur.

| Variétés | Teneur en humidité (%) | Teneur en huile sur matière sèche (% MS) | Teneur en huile (% MS) selon la bibliographie |
|----------|------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Chemlal  | $49.82 \pm 1.38$       | $36.59 \pm 1.23$                         | 39.75-43.30                                   |
| Azeradj  | $48.02 \pm 1.27$       | $39.95 \pm 5.72$                         | 38.00                                         |
| Limli    | $49.1 \pm 0.42$        | $34.33 \pm 2.2$                          | —                                             |

Tableau 6: Teneurs en huile des variétés d'olive Chemlal, Azeradj et Limli.

### 1.1 Effet du Poids et du calibre des olives sur la teneur en huile

La variété Azeradj qui a le poids et le calibre les plus importants  $3.59 \text{ g} \pm 0.2$  pour un calibre  $1.70 \text{ cm} \pm 0.22$  ; a la teneur en huile la plus élevée  $39.95\% \pm 5.72$ . La variété Chemlal avec un poids et calibre :  $1.51 \text{ g} \pm 0.15$  et  $1.33 \text{ cm} \pm 0.2$  a une teneur de  $36.59\% \pm 1.23$ . La variété Limli (poids =  $1.4 \text{ g} \pm 0.1$  et calibre =  $1.24 \text{ cm} \pm 0.3$ ) a la teneur la plus faible en huile. On constate que la teneur en huile des trois variétés est proportionnelle au poids et au calibre des olives. Cette observation est en accord avec celle de Frias Ruiz et al (1991).

## **1.2 Effet de la maturité des olives sur la teneur en huile**

---

Les indices de maturité des trois variétés (Chemlal, Azeradj et Limli), déterminés au cours des deux campagnes ont respectivement les valeurs suivantes :

5.5-4.66-4.58 pour la première campagne et 3.07-2.87-3.02 pour la deuxième. L'indice de maturité a diminué pour les trois variétés au cours de cette campagne sachant que le prélèvement s'est effectué à une même date pour les deux campagnes ; par conséquent on a observé une élévation de la teneur en huile. Sachant qu'il existe une corrélation entre l'indice de maturité et la teneur en huile ; on peut expliquer ces résultats par le mauvais développement du fruit au cours de la première campagne et la carence en eau des olives qui a engendré une maturité précoce des fruits. Il convient donc de conclure qu'une bonne teneur en huile est le résultat d'un fruit bien développé (poids et calibre) et récolté à maturité optimale.

## **2 Caractéristiques chimiques de l'huile extraite à froid**

Les caractéristiques chimiques de l'huile de la variété Chemlal extraite à froid sont présentées dans le tableau 7. Cette huile est classée dans la catégorie d'huile d'olive extra vierge, elle a une acidité de  $0.301 \pm 0.032$  (% en ac.oléique) et un indice de peroxyde de  $6.033 \pm 0.586$  (meq O<sub>2</sub>/Kg d'huile).

| Paramètres                                             | Huile extraite à 30°C |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|
| Acidité (% en ac.oléique)                              | 0.30±0.03             |
| Indice de peroxyde<br>(meq O <sub>2</sub> /Kg d'huile) | 6.03±0.58             |
| Absorbance à 232 nm                                    | 1.86±0.01             |
| Absorbance à 270 nm                                    | 0.18±0.01             |
| ΔK                                                     | 0.0056±0.01           |
| Acides gras :                                          |                       |
| C16 :0                                                 | 9.88±0.13             |
| C16 :1                                                 | 0.83±0.04             |
| C17 :0                                                 | 0.06±0.0              |
| C17 :1                                                 | 0.06±0.01             |
| C18 :0                                                 | 3.53±0.05             |
| C18 :1                                                 | 67.62±0.13            |
| C18 :2                                                 | 15.83±0.16            |
| C18 :3                                                 | 1.27±0.02             |
| C20 :0                                                 | 0.44±0.01             |
| C20 :1                                                 | 0.45±0.01             |
| Tocophérols :                                          |                       |
| α tocophérol (ppm)                                     | 98.09±0.35            |
| γ tocophérol (ppm)                                     | 11.91±0.02            |
| Note organoleptique                                    | 6.9                   |

Tableau 7 : Caractéristiques analytiques d'une huile d'olive extraite à froid.

### 3 Effet des paramètres agronomiques et technologiques sur le rendement d'huile d'olive par l'oléodoseur

Levi et Léon (1965) ont développé la technique d'extraction d'huile par un oléodoseur à l'échelle du laboratoire, en étudiant l'effet du broyage, malaxage, centrifugation et décantation sur le rendement d'huile d'olive.

#### 3.1 Effet de paramètres agronomiques (variété et lieu de culture) sur le rendement en huile.

##### 3.1.1 Effet variétal

Le rendement le plus important en huile est celui de la variété Azeradj 27.23% ±1.17. Les olives de la variété Chemlal ont un rendement de 16.1%±1.21. La variété est donc susceptible de conditionner le rendement en huile. Ce qui a été rapporté également par Ingles (1994).

L'efficacité de l'oléodoseur qui est exprimée par le rapport :

$$E_x = \frac{R}{R_0} \times 100$$

pour la variété Azeradj est de 68.20%. Pour les variétés : Chemlal et Limli l'efficacité de pressage est respectivement de 46.90 % et 27.1% (Tableau 8). L'efficacité de l'oléodoseur dépend de la teneur initiale en huile. Ces résultats sont en accord avec ceux d'Abaza et al (2002).

|                                | Chemlal   | Azeradj    | Limli    |
|--------------------------------|-----------|------------|----------|
| Rendement d'huile (% MS)       | 16.1±1.21 | 27.23±1.17 | 9.9±0.28 |
| Efficacité de l'oléodoseur (%) | 46.90     | 68.20      | 27.1     |

*Tableau 8 : Taux d'extraction d'huile des variétés Chemlal, Azeradj et Limli effectué par l'oléodoseur*

### 3.1.2 Effet du lieu de culture

Les valeurs du calibre, poids et rendement en huile de la variété Chemlal ayant deux provenances différentes sont présentées sur le tableau 9. Ces résultats indiquent que la variété Chemlal cultivée à Tazmalt qui est caractérisé par un calibre de 1.23 cm±0.04, un poids de 1.5g±0.19, a un rendement de 14.98%±0.03.

Cependant pour la même variété cultivée à Ifigha, on note une nette diminution des valeurs de calibre, poids et rendement (1.14 cm±0.05, 1.40 g±0.24 et 6.41%±0.05).

| Echantillon  | Chemlal Tazmalt | Chemlal Ifigha |
|--------------|-----------------|----------------|
| Calibre (cm) | 1.23±0.04       | 1.14±0.05      |
| Poids (g)    | 1.5±0.19        | 1.4±0.24       |
| Rendement(%) | 14.98±0.03      | 6.41±0.05      |

*Tableau 9: Calibre, poids et rendement des olives de la variété Chemlal provenant de deux lieux différents.*

Le rendement de la variété Chemlal provenant des plaines de Tazmalt (Bejaïa) est nettement supérieur à celui obtenu de la même variété provenant des hauteurs d'Ifigha de Tizi-Ouzou. Le calibre et le poids des olives de la variété Chemlal provenant du site de culture de Bejaia sont supérieurs à ceux de Tizi Ouzou. Ces résultats indiquent que le rendement d'huile d'une variété donnée d'olive est influencé par le lieu de culture. Nos résultats sont similaires à ceux rapportés par Ben Temime S et al (2000), qui ont signalé que la composition de l'huile d'olive de la variété Chétoui est fortement influencée par l'origine géographique.

### 3.2 Effet de la température, de la durée de malaxage et de l'état des olives sur le rendement d'huile par l'oléodoseur

Les effets de la température et la durée de malaxage ainsi que l'état des olives sur le rendement d'huile ont été réalisés sur la variété Chemlal.

#### 3.2.1 Effet de la température de malaxage

Le malaxage de la pâte d'olive est réalisé à 30, 40, 50 et 60°C. Les valeurs des rendements d'huile en fonction de la température de malaxage sont présentées sur le tableau 10.

| Température de malaxage<br>(°C) | Rendement sur MS(%) |
|---------------------------------|---------------------|
| 30                              | 5.60±1.67           |
| 40                              | 10.66±0.57          |
| 50                              | 10.66±0.57          |
| 60                              | 12.33±1.15          |

Tableau 10: Variation du rendement suivant la température de malaxage.

##### 3.2.1.1 Extraction d'huile à 30°C

Le malaxage de la pâte d'olives, effectué à 30°C a donné un faible rendement en huile de  $5.6 \pm 1.67\%$ . Le rendement est faible à cause de l'émulsion (eau +huile) qui est difficile à déstabiliser. Au cours de l'extraction à 30°C on a constaté que le broyage des olives donne une pâte fluide contenant des fragments de noyaux. Le malaxage a donné une phase huileuse miscible dans la pâte. Au cours du malaxage la couleur violâtre de la pâte d'olives est conservée. Le rendement d'huile obtenu à 30°C par la centrifugeuse est faible. L'huile extraite est trouble et fortement émulsionnée. La fraction huile-margines renferme des grignons. Après décantation l'huile reste très trouble, émulsionnée et de couleur violacée. Les margines centrifugés ont donné une grande quantité de « solides fins ». Toutes ces caractéristiques permettent de classer cette pâte d'olive parmi les pâtes dites « pâtes difficiles ». Les mêmes observations ont été rapportés par Hermoso Fernandez et al (1991). Le terme « pâtes difficiles » est utilisé pour qualifier les pâtes d'olives qui présentent des difficultés au cours du procédé d'extraction d'huile.

### 3.2.1.2 Taux d'extractions à 40, 50 et 60°C

En augmentant la température à 40°C, le rendement en huile est de  $10.66 \pm 0.57\%$ . Le malaxage à une température de 50°C, a donné un rendement identique à celui obtenu à 40°C, ce qui nous conduit à observer qu'une légère élévation de température n'a pas d'effet notable sur le rendement en huile. Une faible incidence sur le rendement en huile par l'action des différences de température de l'ordre de 10°C ; a été rapporté également par Cortesi et al (2000). Le rendement obtenu à une température de malaxage de 60°C est de  $12.33 \pm 1.15\%$ , ainsi il a pratiquement doublé par rapport à celui obtenu à 30°C (Figure 14). La température élevée lors du malaxage réduit la viscosité et facilite la formation de la phase huileuse, ce qui a un effet positif sur le rendement en huile. Cette même constatation est rapportée par Morales Ordonez et Lopez Caballero, 1999 ;

Hermoso Fernandez et al ; 1991.

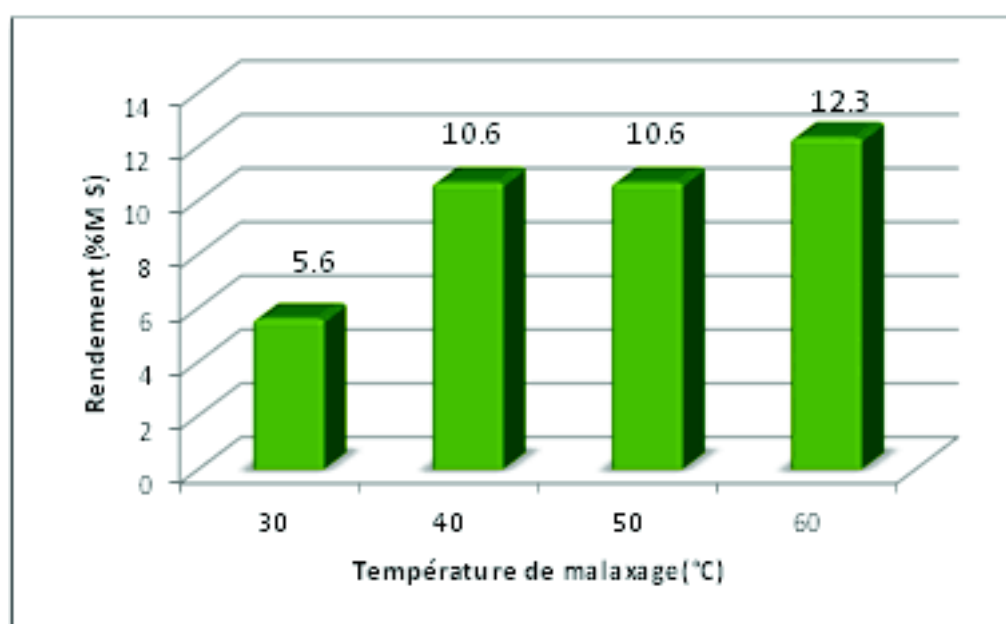


Figure 14: Effet de la température de malaxage sur le rendement en huile d'olive.

### 3.2.2 Effet de la durée de malaxage.

Les valeurs des rendements de la variété Chemlal en fonction des durées de malaxage sont présentées sur le tableau 11.

Tableau 11: Rendements en huile avec variation de la durée de malaxage.

| Durée de malaxage (mn) | Rendement sur MS(%) |
|------------------------|---------------------|
| 30                     | $13 \pm 2.82$       |
| 120                    | $13 \pm 2.0$        |

A une température de 60°C, et une durée de 30 mn, le rendement est de  $13\% \pm 2.82$ . En prolongeant cette durée à 120 mn, on constate que le rendement ne varie pas ( $13\% \pm 2.0$ ) (Figure 15). Des résultats similaires ont été obtenus par Cortesi et al (2000) qui ont rapporté que les divers temps de malaxage n'ont pas d'effet sur le rendement en huile.



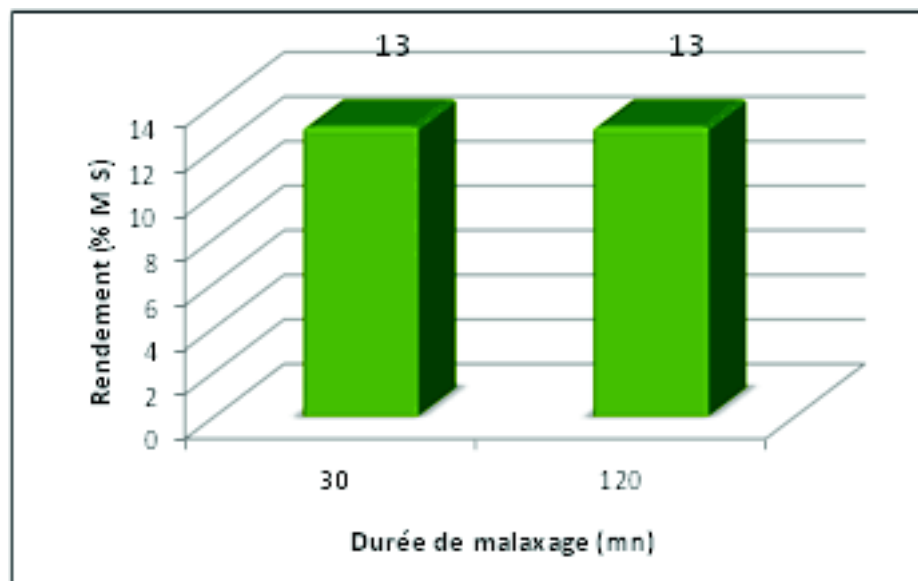


Figure 15: Effet de la durée de malaxage sur le rendement en huile.

### 3.2. 3 Effet du séchage et du chômeage des olives.

#### 3.2.3.1 Olives séchées

Plusieurs oléifacteurs de certaines régions telles que Jijel et Bouira ont constaté que l'huile extraite des olives séchées est appréciée par le consommateur (ITAF, 2007).

Les valeurs des rendements d'huile des olives séchées sont présentées sur la figure 16. Le rendement d'huile moyen des olives séchées ( $20\% \pm 2.5$ ) est nettement supérieur à celui des olives non déshydratés ( $13\% \pm 2.82$ ). Ces olives peuvent être contaminées par les moisissures. Touriva (2001) a détecté la présence sur ces olives de spores de souches d'*Aspergillus flavus* et d'*Aspergillus ochraceus*, ces deux moisissures ont une activité lypolytique (Belaiche, 2001).

#### 3.2.3.2 Olives à état chômé

Le stockage des olives dans des sacs en jute pendant trois semaines augmente le rendement pour les trois variétés ( $24\% \pm 3.0$  pour la variété Chemlal,  $32\% \pm 3.5$  pour la variété Azeradj et  $15\% \pm 2.5$  pour la variété Limli) (Figure 16).

Cette augmentation du rendement d'extraction en huile serait attribuée à l'action d'enzymes d'*Aspergillus* qui ont permis de digérer les parois cellulaires pour libérer le contenu lipidique du réseau cellulaire et spécialement à l'aide d'hydrolases. Ce résultat est affirmé par Fulbrook (1983) qui a démontré qu'il était possible d'accroître le rendement d'extraction d'huile de colza et de soja à l'échelle de laboratoire à l'aide d'hydrolases.

Par ailleurs Hermoso Fernandez et al ont parlé de l'intérêt de l'utilisation des enzymes comme adjuvants technologiques lors de l'extraction de l'huile à partir des pâtes difficiles, ces enzymes agissent sur les membranes cellulaires et lipoprotéiques des olives. Les traitements enzymatiques augmentent le rendement d'extraction de l'huile et diminuent l'huile résiduelle des grignons et des margines.

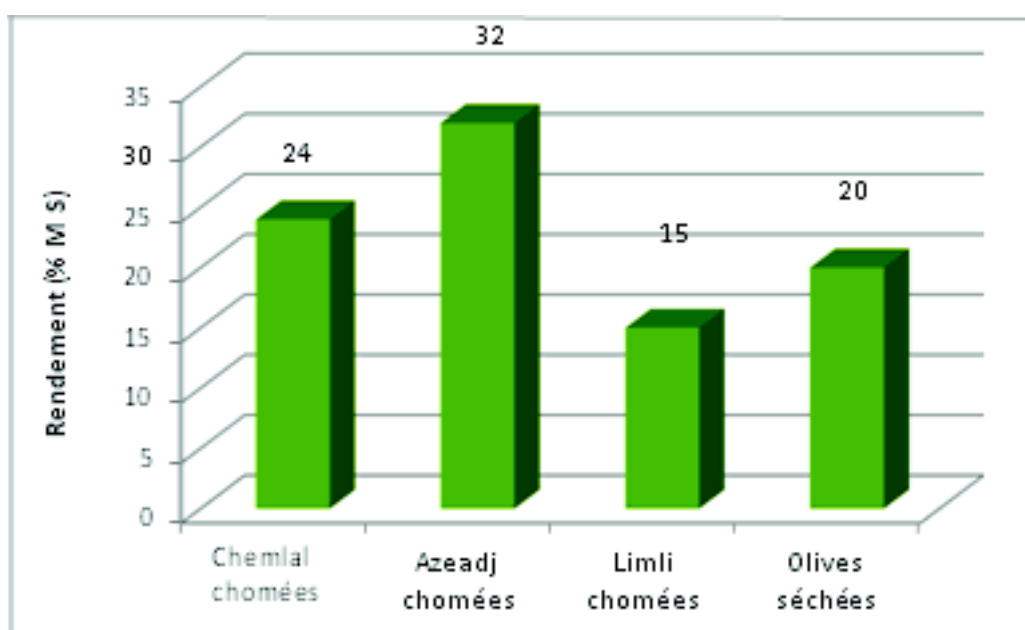


Figure 16: Variation du rendement en huile suivant l'état des olives.

### 3.3 Teneur en huile résiduelle des sous produits lors des extractions à 30 et à 60°C

Les résultats des teneurs en huile résiduelle, extraite par l'hexane, des grignons et des margines sont présentés dans le tableau 12. Ces résultats indiquent que les grignons et les margines récupérés des olives traitées à froid renferment des teneurs en huile résiduelle élevées (10.78% dans les grignons et 35.93% dans les margines). Cette teneur diminue à 8.6 % dans la phase solide et 6.39% dans la phase liquide au cours de l'extraction de l'huile d'olive à chaud (60°C). Nos résultats sont en accord avec ce qui a été décrit par Hermoso Fernandez et al (1991) ; comme conséquence de comportement des « pâtes difficiles » : les margines et les grignons ont un contenu en matière grasse anormalement élevé. Pour optimiser le rendement, il est nécessaire d'effectuer une deuxième extraction soit par voie mécanique ou par voie chimique afin de récupérer le maximum d'huile.

Tableau 12: Extraction de la matière grasse des grignons et margines.

| Echantillon        | Grignons d'olives | Margines         |
|--------------------|-------------------|------------------|
| Extraction à froid | H=49.20_MG=10.78  | H=63.95_MG=35.93 |
| Extraction à chaud | H=50.55_MG=8.60   | H=53.1_MG=6.39   |

## 4 Qualité de l'huile d'olive

Pour apprécier la qualité de l'huile d'olive, il est primordial de déterminer les valeurs de l'acidité, de l'indice de peroxyde, l'absorbance à 232 et 270 nm et d'effectuer l'analyse sensorielle en utilisant les normes COI et Codex.

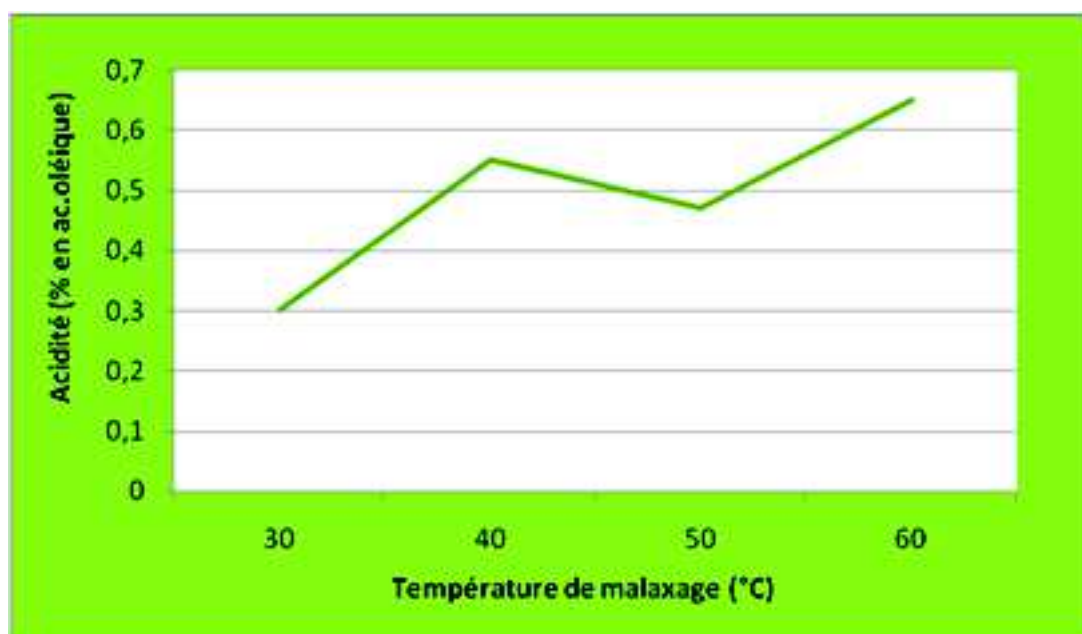
## 4.1 Effet des paramètres technologiques sur les caractéristiques physico-chimique des huiles

### 4.1.1 Effet de variation de la température de malaxage

L'acidité libre des lipides renseigne principalement sur l'altération des triglycérides suite à une hydrolyse chimique ou enzymatique. Les résultats consignés dans le tableau 13 indiquent que l'acidité augmente au fur et à mesure que la température s'élève. ; L'acidité fluctue légèrement aux températures 40 et 50°C. Comparée à celle de l'huile tirée d'un malaxage à 30°C, l'acidité de l'huile issue d'un malaxage de 60°C à une valeur double (Figure 17). Notons que toutefois toutes ces valeurs répondent à la norme d'une huile d'olive extra vierge.

**Tableau 13: Résultats des analyses chimiques des échantillons issus des extractions avec variation des facteurs technologiques.**

| Echantillon            | Acidité (% en ac.oléique) | Indice de peroxyde (meq d'O <sub>2</sub> / Kg d'huile) | Absorbance à 232 nm | Absorbance à 270 nm |
|------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| malaxage à 30°C        | 0.30±0.03                 | 6.03±0.58                                              | 1.86±0.01           | 0.18±0.01           |
| malaxage à 40°C        | 0.55±0.03                 | 9.82±0.20                                              | 1.89±0.04           | 0.18±0.02           |
| malaxage à 50°C        | 0.47±0.01                 | 10.92±0.9                                              | 1.92±0.00           | 0.19±0.01           |
| malaxage à 60°C        | 0.65±0.03                 | 11.93±0.51                                             | 2.78±0.02           | 0.22±0.00           |
| malaxage 120mn         | 0.48±0.02                 | 7.74±0.23                                              | 1.91±0.04           | 0.17±0.00           |
| Olives Chemlal chômées | 2.46±0.03                 | 12.69±0.54                                             | 3.04±0.02           | 0.24±0.02           |
| Olives Azeradj chômées | 0.53±0.04                 | 11.69±0.33                                             | 2.82±0.04           | 0.14±0.02           |
| Olives Limli chômées   | 1.70±0.28                 | 8.87±0.09                                              | 3.46±0.01           | 0.35±0.01           |
| Olives séchées         | 5.89±0.07                 | 17.94±0.47                                             | 2.87±0.00           | 0.31±0.01           |



*Figure 17: Valeurs de l'acidité de l'huile suivant la température de malaxage.*

Les valeurs de l'indice de peroxyde ne dépassent pas la limite fixée par le COI qui est de 20 meq d'O<sub>2</sub>/kg. L'indice de peroxyde qui est relié directement à l'auto oxydation évolue de façon similaire à l'acidité (Figure 18), car l'oxygène en s'attaquant aux triglycerols, provoque leur dégradation, entraînant la libération d'acides gras libres. Nos résultats rejoignent ceux des auteurs : Sifi et al (2001) ; Barranco et al (2001); Hermoso et al (1991).

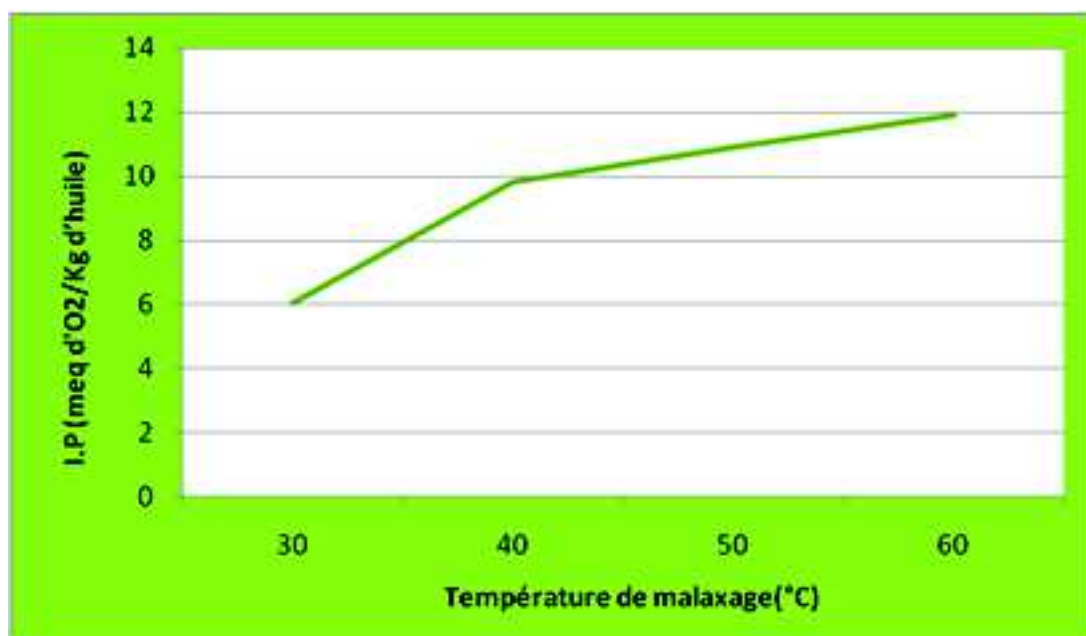


Figure 18: Valeurs des indices de peroxyde des huiles extraites à différentes températures de malaxage

L'évolution de l'extinction spécifique à 232 nm nous renseigne sur l'accumulation de produits primaires d'oxydation. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 13. L'huile extraite à une température de malaxage de 60°C, présente une valeur de l'extinction à 232 nm de  $2.78 \pm 0.02$ , dépassant la norme établie par le COI ( $\leq 2.60$ ) pour la catégorie d'huile d'olive vierge, ce qui décline l'huile vers la catégorie huile d'olive vierge courante. Les valeurs de l'extinction spécifique à 270 nm présentent une certaine stabilité. Les produits d'oxydation détectables à 270 nm (chétotriènes et chétodiènes) qui résultent d'une décomposition des peroxydes ne sont pas encore formés puisque les valeurs des extinctions des huiles obtenues aux températures : 30, 40, 50 et 60 répondent à la norme ( $\leq 0.22$ ). Néanmoins, une corrélation est à noter entre la température de malaxage et les valeurs des deux absorbances (Figure 19).

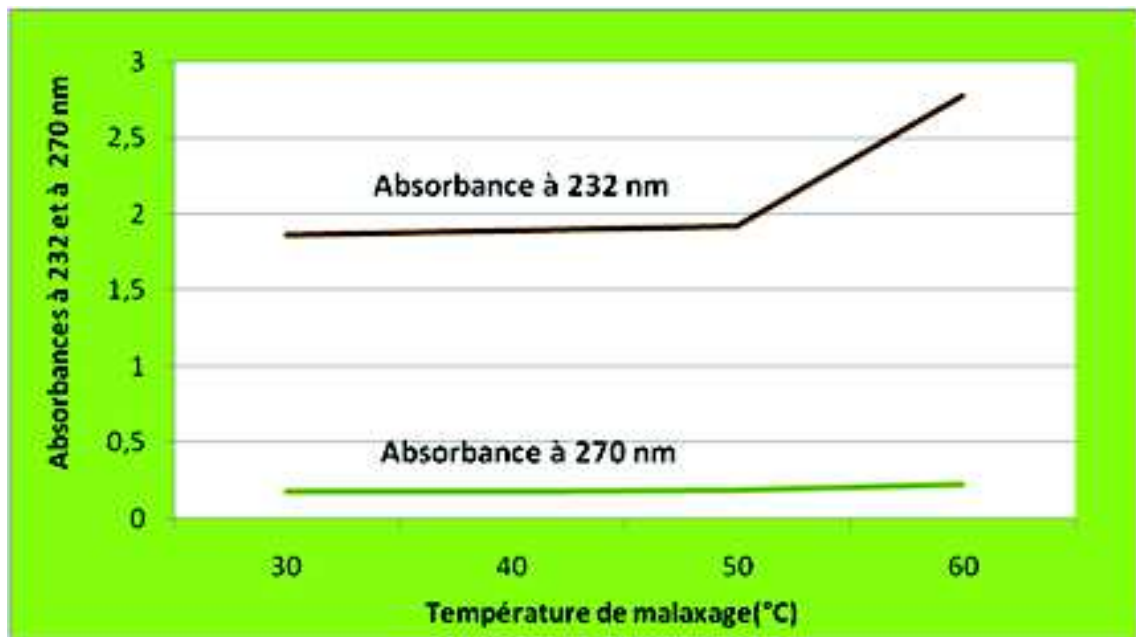


Figure 19: Valeurs des absorbances à 232 et à 270 nm suivant les températures de malaxage

#### 4.1.2 Effet de la durée de malaxage.

L'huile obtenue d'une pâte d'olives malaxée durant 120 mn, présente des valeurs des indices chimiques de qualité conformes à la norme COI, pour une huile d'olive extra vierge. Ces résultats permettent de conclure que les durées de malaxage supérieures à 60 mn, a priori n'ont pas d'effet sur la qualité de l'huile produite. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Cortesi et al (2000). Cependant ces observations sont controversées par les travaux de Barranco et al (2001) qui ont rapporté qu'une durée de malaxage excessivement prolongée influe sur la qualité et la stabilité de l'huile.

#### 4.1.3 Effet du chômage et séchage des olives

Le stockage des olives destinés à l'extraction (presse discontinue ou en continu) dans de mauvaises conditions entraîne le chômage de ce produit et un développement important de microorganismes. L'huile d'olive extraite des olives chômées est caractérisée par des valeurs des critères de qualité très élevées (Tableau 13 et figures 20,21). Notons que l'huile de la variété Azeradj a un degré d'acidité assez bas (0.53 % en ac.oléique). Ceci peut s'expliquer par une meilleure résistance aux microorganismes durant le stockage dû à l'état de maturité des olives triturés ; par conséquent leur richesse en composés phénoliques.

L'huile des olives séchées a une acidité très élevée (5.89 % en ac.oléique  $\pm 0.07$ ). Cette acidité importante aurait pour cause les mauvaises conditions de stockage. Ces olives ont un aspect similaire à celui des olives ramassées du sol qui sont caractérisées par une déformation du péricarpe et la présence de moisissures. Nos résultats sont en accord avec ceux de Barranco et al (2001) qui ont défini la présence d'acides gras libres comme étant une anomalie qui peut être provoquée par des fermentations, résultant d'un mauvais état des olives (fruits touchés, fruits ramassés du sol, mauvaise conservation).

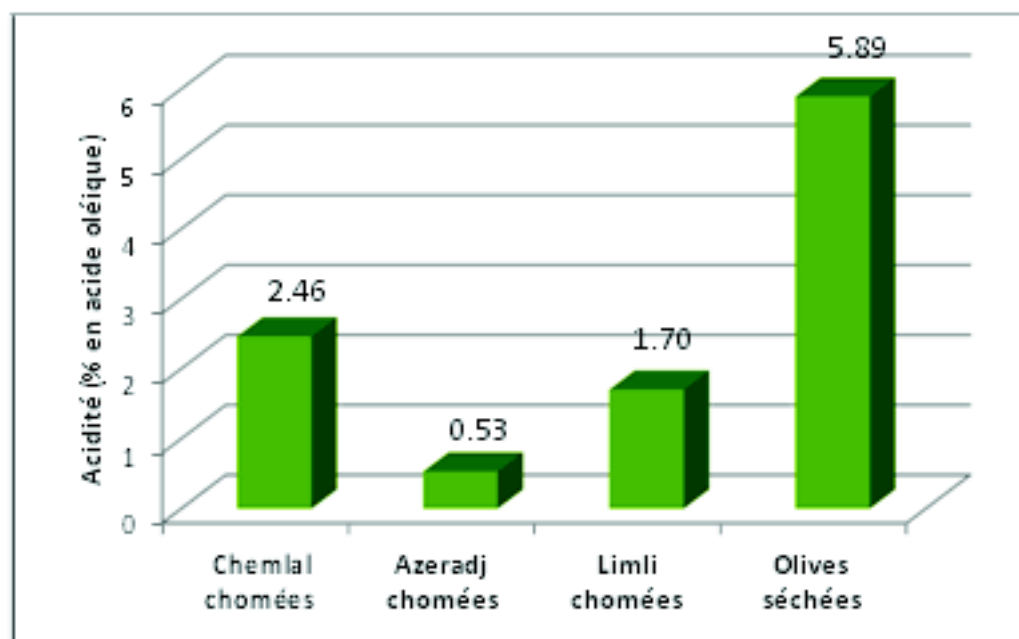


Figure 20: Valeurs de l'acidité suivant l'état des olives

Les valeurs des indices de peroxyde sont présentées dans le tableau 13 et la figure 21. L'indice de peroxyde de l'huile atteint une valeur de  $17.94 \pm 0.47$  meq d'O<sub>2</sub>/Kg. Cette valeur limite révèle que le séchage favorise une oxydation importante des lipides, néanmoins ces valeurs restent inférieures à 20 meq d'O<sub>2</sub>/Kg d'huile (limite fixée par la norme COI). Ces résultats rejoignent ceux de Barranco et al (2001).

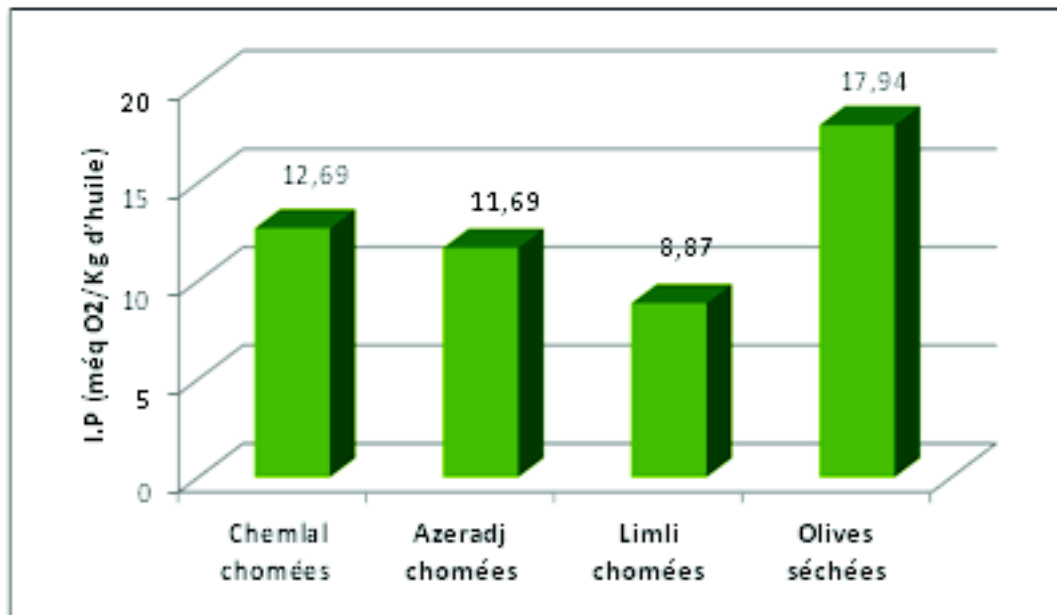


Figure 21: Valeurs de l'indice de peroxyde selon l'état des olives

## 4.2 Effet des paramètres agronomiques sur les caractéristiques physico- chimiques des huiles.

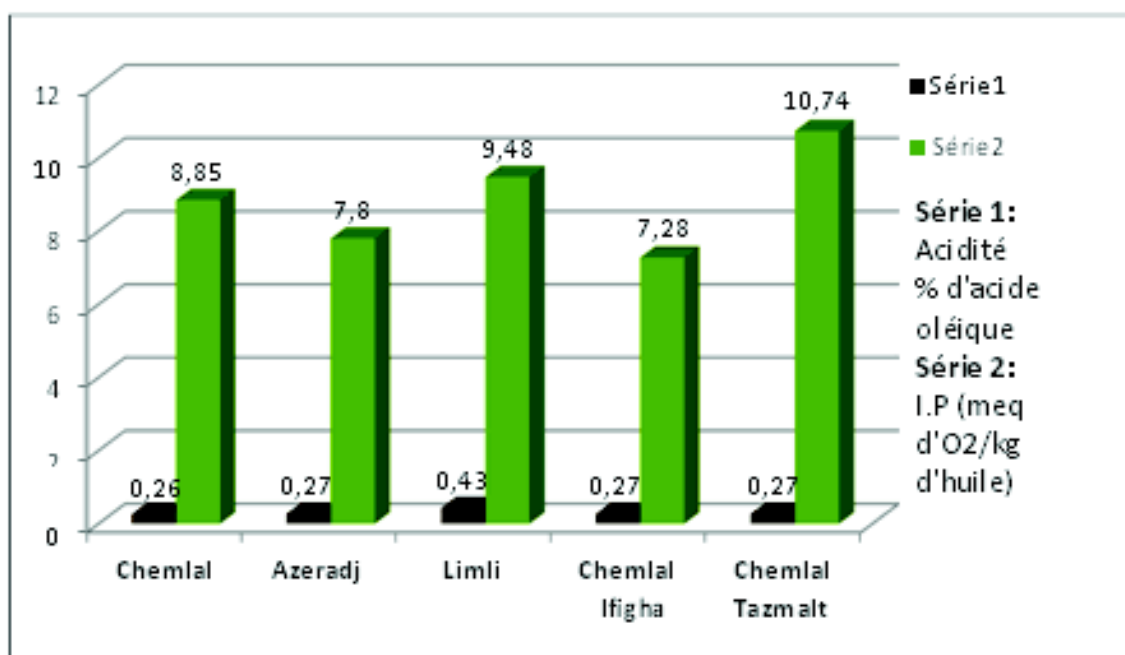
Les résultats relatifs aux critères de qualité des huiles des variétés d'olives : Chemlal, Azeradj et Limli sont regroupés sur le tableau 14.

| Echantillon                                 |                       | Acidité<br>(% en acide<br>oléique) | Indice de<br>peroxyde<br>(meq<br>d'O <sub>2</sub> /Kg) | Absorbance à<br>232 nm | Absorbance à 270<br>nm |
|---------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| variétés étudiées                           | Azeradj               | 0.27±0.01                          | 7.8±0.35                                               | 1.31±0.00              | 0.15±0.01              |
|                                             | Limli                 | 0.43±0.02                          | 9.48±0.35                                              | 1.67±0.02              | 0.14±0.01              |
|                                             | Chemlal               | 0.26±0.03                          | 8.85±0.45                                              | 1.36±0.03              | 0.18±0.03              |
| variétés espagnoles (1)                     | Picual                | 0.30                               | 4.39                                                   | 1.541                  | 0.134                  |
|                                             | Lecchin de<br>Sevilla | 0.33                               | 4.77                                                   | 1.794                  | 0.125                  |
|                                             | Picudo                | 0.24                               | 3.97                                                   | 1.639                  | 0.127                  |
|                                             | Hojiblanca            | 0.36                               | 4.05                                                   | 1.513                  | 0.105                  |
| Lieux étudiés                               | Chemlal<br>Ifigha     | 0.27±0.01                          | 7.28±0.16                                              | 1.94±0.00              | 0.16±0.01              |
|                                             | Chemlal<br>Tazmalt    | 0.27±0.00                          | 10.74±0.68                                             | 1.65±0.02              | 0.18±0.02              |
| Lieux de culture dans l'île de<br>Crète (2) | Khania Réthymnon      | 0.54                               | 6.77                                                   | 1.42                   | 0.13                   |
|                                             | Iraklion Messara      | 0.53                               | 7.03                                                   | 1.52                   | 0.13                   |
|                                             | Sitia                 | 0.64                               | 7.54                                                   | 1.53                   | 0.14                   |
|                                             |                       | 0.62                               | 7.37                                                   | 1.45                   | 0.10                   |
|                                             |                       | 0.52                               | 7.91                                                   | 1.43                   | 0.11                   |

Tableau 14: Résultats des analyses chimiques des échantillons issus des extractions avec variation de facteurs agronomiques.

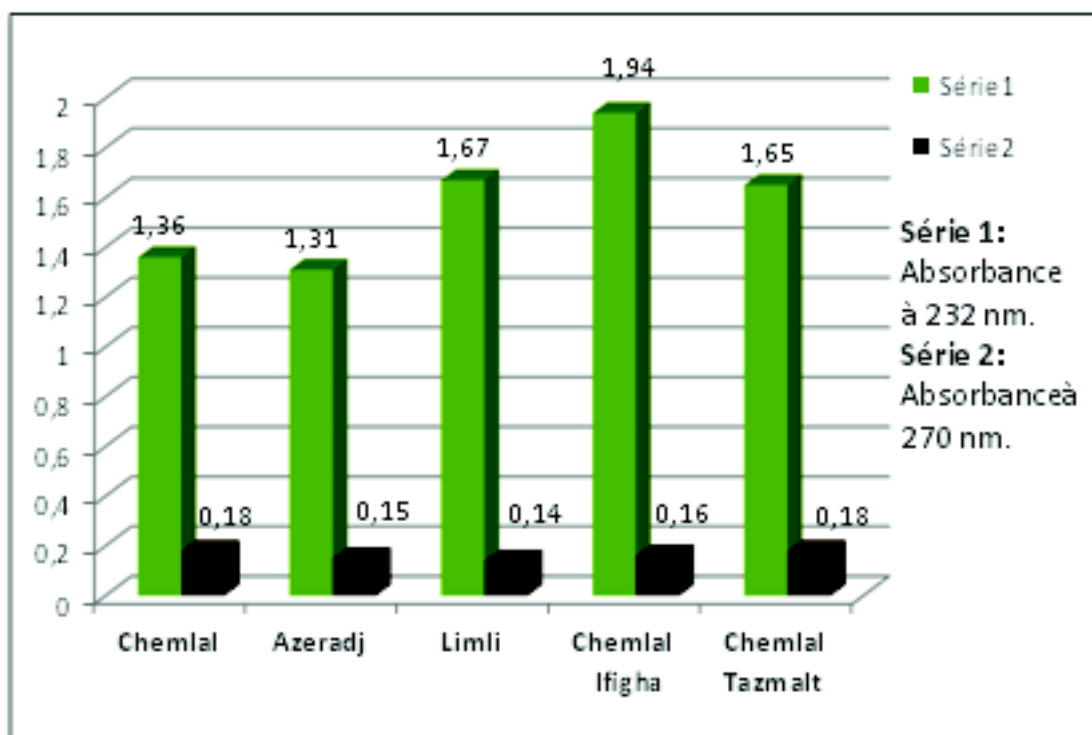
(1) : Barranco et al., 2001- (2) : Koutsaftakis et al., 2000).

Les valeurs de l'acidité, l'indice de peroxyde (Figure 22) et les absorbances à 232 et 270 nm (Figure 23) permettent de classer les huiles des trois variétés d'olives : Chemlal, Azeradj et Limli dans la catégorie d'huile extra vierge.



*Figure 22: Valeurs de l'acidité et de l'indice de peroxyde en fonction de la variété et du lieu de culture*

De ces résultats ressort que toute variété peut nous fournir une huile de la catégorie extra vierge. Il en est de même pour le lieu de culture, on peut avoir des huiles de la meilleure catégorie, si la matière première est saine et les conditions opératoires de la récolte à l'extraction sont réalisées d'une manière adéquate. Ces résultats rejoignent ceux de plusieurs auteurs notamment Pereira et al (2004), Koutsafakis et al (2000); Barranco et al (2001) ; Morales Ordonez et Lopez Caballero (1999).





*Figure 23 : Evolution des valeurs de l'absorbance à 232 et 270 nm en fonction de la variété et du lieu de culture.*

### 4.3 Effet des paramètres technologiques sur la qualité organoleptique des huiles d'olives

Les résultats du test de dégustation montrent l'appartenance des huiles issues des olives ayant subi un malaxage à différentes températures : 30, 40 et 50°C à la meilleure catégorie : l'extra vierge. Concernant l'effet de la température, le seuil entraînant un déclassement de l'huile de la variété Chemlal de la catégorie « extra vierge » à la catégorie « vierge » avec apparition du défaut rance (médiane du défaut : 2.5), est représenté par la température 60°C. On note aussi une diminution de l'intensité des attributs positifs (fruité, amer et piquant). La diminution de l'attribut positif amer sous l'effet de la température peut être reliée à l'évolution des composés phénoliques. L'évolution de la note organoleptique reflète l'évolution négative des indices chimiques de qualité.

Le défaut principal ayant caractérisé l'huile provenant d'une extraction à malaxage prolongé à 120 mn, est « le métallique ». Il apparaît clairement que le contact prolongé de la pâte d'olives avec les parois du malaxeur détériore la qualité organoleptique de l'huile produite. Hermoso Fernandez et al (1991) ont cité que le malaxage prolongé peut produire une diminution du contenu en polyphénols et la perte d'arômes caractéristiques d'une bonne huile d'olive.

Les olives chômées des variétés étudiées produisent des huiles de la catégorie courante. Pour la variété Chemlal le défaut « chômé » avec la ponctuation 5.5 est le défaut principal, suivi par les deux défauts : rance et vineux qui ont respectivement les notes : 3.5 et 3 ; les mêmes défauts apparaissent pour les variétés Limli et Azeradj (Tableau 16). Ces défauts ont une moindre intensité pour la variété Azeradj, ce qui est probablement dû à sa richesse en composés phénoliques. Ces derniers composants jouent le rôle d'antioxydants. L'hydroxytyrosol étant le composé phénolique possédant le meilleur pouvoir anti oxygène (Sifi et al., 2001). Nos résultats sont en concordance avec les conclusions de Garcia et al (1996) qui estiment que le stockage des olives (en particulier les mauvaises conditions) est le principal agent d'altération de la qualité organoleptique de l'huile d'olive.

Un autre attribut négatif apparaît pour l'huile produite à partir d'olives séchées, il s'agit du défaut « moisi » dont l'intensité est de 4.3, avec déclassement de l'huile vers la catégorie courante. Les olives ridées après un séchage prolongé à l'air libre accusent la formation de moisissures ce qui serait à l'origine de cette sensation chez les dégustateurs.

### 4.4 Effet des paramètres agronomiques sur la qualité organoleptique des huiles d'olives.

Les résultats présentés dans le tableau 15 indiquent que la note organoleptique est nettement différente d'une variété à une autre, ainsi l'huile de la variété Chemlal se caractérise par un goût fruité ; la note attribuée à cet échantillon est la même que celle attribuée à l'échantillon témoin 7/9. Cet échantillon présente un profil organoleptique très équilibré, les attributs positifs : fruité, piquant (2/9) et amer (1.5/9) sont en parfaite harmonie.

L'huile de la variété Azeradj est un échantillon qui a obtenu la note 6.8/9 ; cet échantillon est moins harmonieux que l'échantillon précédent car le piquant et l'amer sont assez prononcés (Piquant 3-amer 3).

L'huile tirée des olives de la variété Limli se caractérise par un fruité mûr (4.8/9) moins intense que le fruité des huiles des variétés Chemlal et Limli. Le piquant et l'amertume sont presque absents (Piquant 1.5 ; amer 0).

L'analyse sensorielle est fortement influencée par le cultivar. Ce résultat est en accord avec Cimato (1990) qui a identifié les polyphénols et les stérols comme composants responsables de la caractérisation de l'huile d'olive et a noté leurs variations considérables qui sont étroitement liées au cultivar.

Les deux échantillons issus de la variété Chemlal provenant de deux lieux différents : Ifigha et Tazmalt présentent une notable différence dans leurs caractéristiques sensorielles ; le premier a un fruité mûr (5.8/9), un piquant et amertume (1 et 1.5/9) moins forts comparé au deuxième dont l'intensité du fruité est plus prononcée (fruité vert 6.5/9) ; les deux autres attributs positifs (amer et piquant) sont également plus forts (Amer 3 ; piquant 2.5).

Ces résultats corroborent ceux de Cimato et al (1991) qui font ressortir le lieu de culture comme étant un paramètre ayant une influence claire sur la fraction insaponifiable, ce qui se traduit par des huiles à différents caractères sensoriels. Les résultats obtenus font ressortir l'appartenance des huiles analysés à la meilleure catégorie dénommée « extra vierge ».

| Echantillon                     | Note organoleptique<br>(/9) | Médiane des défauts (/9)          |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Olives malaxées à 30°C          | 6.5                         | -                                 |
| Olives malaxées à 40°C          | 6.0                         | -                                 |
| Olives malaxées à 50°C          | 6.0                         | -                                 |
| Olives malaxées à 60°C          | 4.3                         | Rance 2.5                         |
| Olives malaxées durant<br>120mn | 4.0                         | Métallique 2.0                    |
| Olives Chemlal chômées          | -                           | Chômé 5.5-Rance 3.5-Vineux<br>3.0 |
| Olives Azeradj chômées          | -                           | Chômé 3.5-Vineux 2                |
| Olives Limli chômées            | -                           | Chômé 5.0-Rance 3.5-Vineux<br>2   |
| Olives séchées                  | -                           | Moisi 4.3                         |
| Olives fraîches Chemlal         | 7                           | -                                 |
| Olives fraîches Azeradj         | 6.8                         | -                                 |
| Olives fraîches Limli           | 4.8                         | -                                 |
| Olives Chemlal Ifigha           | 5.8                         | -                                 |
| Olives Chemlal Tazmalt          | 6.5                         | -                                 |

Tableau 15: Notes organoleptiques attribuées aux différents échantillons

## 4.5 Les critères de pureté

### 4.5.1 Composition en acides gras

Des résultats des tableaux 16,17 et 18, il ressort que qualitativement, la composition en acides gras est similaire pour les différents échantillons. La fraction des acides gras saturés est représentée par l'acide palmitique (C16), l'acide héptadécanoïque (C17,) l'acide stéarique (C18) et l'acide arachidique (C20). La fraction d'acides gras insaturés de l'huile est majoritaire. Elle est représentée par l'acide oléique (C18 :1), suivi de l'acide linoléique (C18 :2), l'acide linolénique (C18 :3), l'acide palmitoléique (C18 :1), l'acide gadoléique (C20 :1) et l'acide heptadécénoïque (C17 :1). Sur le plan quantitatif, les résultats montrent une nette prédominance de l'acide oléique et l'acide linoléique.

Les rôles des acides gras insaturés dans la prévention de certains troubles du métabolisme et de maladies cardiovasculaires ne sont pas à démontrer, ce qui confère à

cette huile une haute valeur nutritionnelle. En se basant sur les résultats de la composition en AG insaturés, il est possible de conclure que l'huile d'olive est classée parmi les huiles végétales de type oléo-linoléique.

Les trois variétés : Chemlal, Azeradj et Limli ont des profils en acides gras distincts ; cependant il n'y a pas de différence notable pour les deux échantillons de la variété Chemlal provenant des deux lieux Ifigha et Tazmalt (Tableau 16, figures 24 et 25). Ces résultats concordent avec ceux de Barranco et al (2001), Cimato et al(1991); Cortesi et al ; Tous et Romero (1994) ; Uceda et al (1994) qui ont rapporté que le lieu de culture à en général une faible incidence, sur la composition en acides gras des huiles provenant d'une même variété. Selon Tous et Romero (1994), il existe toutefois quelques cultivars qui subissent avec plus d'intensité l'effet du milieu de culture, on parle alors de variétés peu plastiques comme la variété espagnole Arbequina. Averna et Cucurachi cités par A.Cimato (1990) avaient relevé de fortes fluctuations en ce qui concerne la teneur en acide oléique, et surtout linoléique dans des huiles issues de différents cultivars. D'après les valeurs de l'IP des différentes variétés, il ressort que la variété Azeradj est la plus riche en acides gras insaturés, cette variété a donc une meilleure résistance à l'oxydation.

| Acides gras<br>(% m/m)     | Variétés et lieux étudiés |            |            |                 |                | Variétés et lieux ou altitude |          |             |         |           |
|----------------------------|---------------------------|------------|------------|-----------------|----------------|-------------------------------|----------|-------------|---------|-----------|
|                            | Chemlal                   | Azeradj    | Limli      | Chemlal Tazmalt | Chemlal Ifigha | Picual*                       |          | Arbequina** |         |           |
|                            |                           |            |            |                 |                | □ 200 m                       | □ 1000 m | Camp        | Montant | Garrigues |
| C16 :0                     | 9.27±0.61                 | 11.44±0.5  | 16.08±0.12 | 9.74±0.06       | 10.84±0.12     | 11.55                         | 10.97    | 13.92       | 11.32   | 13.05     |
| C16 :1                     | 0.79±0.02                 | -          | -          | 0.83±0.04       | 0.82±0.07      | 1.00                          | 0.91     | 1.65        | 1.12    | 1.15      |
| C17 :0                     | 0.05±0.00                 | -          | -          | 0.05±0.01       | 0.07±0.01      | -                             | -        | -           | -       | -         |
| C17 :1                     | 0.06±0.03                 | -          | -          | 0.06±0.01       | 0.11±0.02      | -                             | -        | -           | -       | -         |
| C18 :0                     | 3.6±0.05                  | 3.63±0.07  | 2.08±0.05  | 3.56±0.07       | 2.9±0.04       | 4.33                          | 3.20     | 1.71        | 2.17    | 2.40      |
| C18 :1                     | 68.69±0.15                | 76.97±0.18 | 65.1±0.3   | 68.13±0.22      | 69.15±0.33     | 76.07                         | 78.38    | 69.88       | 74.33   | 72.53     |
| C18 :2                     | 15.29±0.04                | 6.66±0.06  | 14.59±0.18 | 15.51±0.06      | 14.53±0.12     | 5.72                          | 5.20     | 10.79       | 9.55    | 9.56      |
| C18 :3                     | 1.14±0.06                 | 0.47±0.03  | 0.6±0.01   | 1.21±0.02       | 0.9±0.03       | -                             | -        | -           | -       | -         |
| C20 :0                     | 0.43±0.01                 | 0.52±0.03  | 0.36±0.05  | 0.44±0.03       | 0.33±0.05      | -                             | -        | -           | -       | -         |
| C20 :1                     | 0.44±0.01                 | 0.31±0.00  | 0.27±0.03  | 0.44±0.02       | 0.33±0.02      | -                             | -        | -           | -       | -         |
| AGI/AGS                    | 6.47                      | 5.41       | 4.35       | 6.25            | 6.07           | -                             | -        | -           | -       | -         |
| Indice de peroxydisabilité | 19.32                     | 9.53       | 17.42      | 19.66           | 18.09          | -                             | -        | -           | -       | -         |

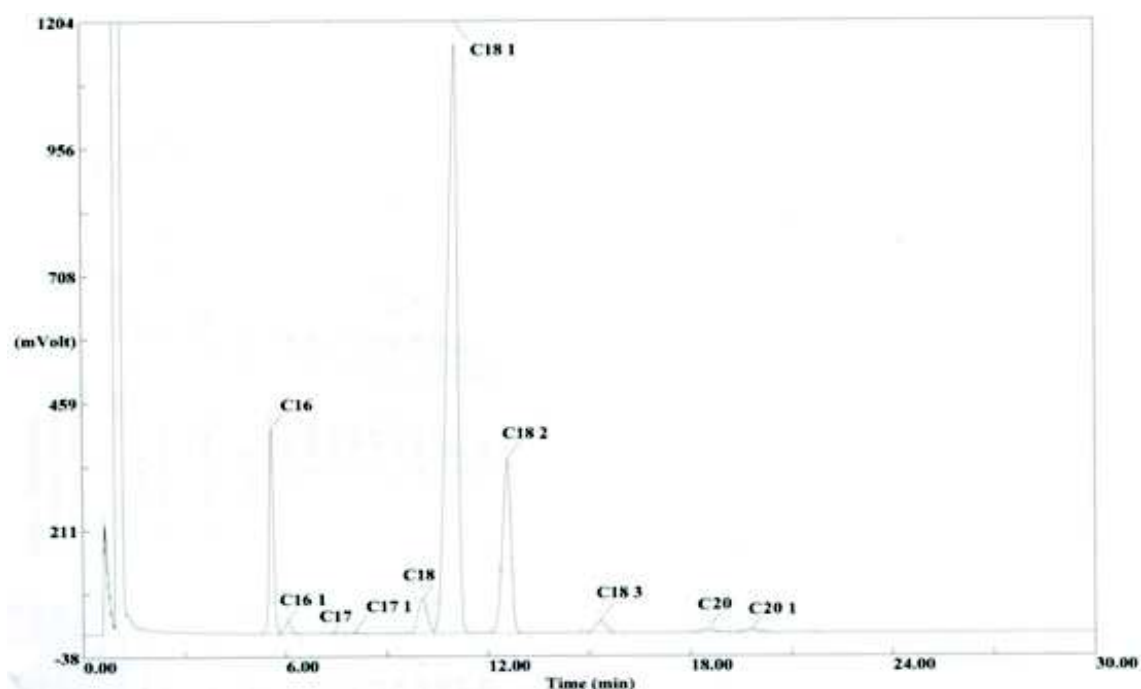
*Tableau 16: Composition en acides gras des échantillons de différentes variétés et lieux de culture.*

\*(Uceda et al., 1977), \*\* (Tous et al., 1991).

L'examen du profil en acides gras des échantillons ayant été soumis aux essais technologiques (température, durée de malaxage, état des olives), fait apparaître que les diverses variables n'ont pas d'influence sur la composition de l'huile en acides gras (Tableau 17), les mêmes résultats ont été obtenus par Cortesi et al (2000).

**Tableau 17: Composition en acides gras (en % m/m d'esters méthyliques) des échantillons obtenus à différentes températures et durées de malaxage.**

| Acides gras(%)             | Malaxés à 30°C | Malaxés à 60°C | Malaxage durant 120 mn |
|----------------------------|----------------|----------------|------------------------|
| C16 :0                     | 9.88±0.13      | 9.84±0.11      | 9.56±0.09              |
| C16 :1                     | 0.83±0.04      | 0.84±0.08      | 0.84±0.06              |
| C17 :0                     | 0.06±0.0       | 0.05±0.0       | 0.05±0.02              |
| C17 :1                     | 0.06±0.01      | 0.06±0.02      | 0.06±0.01              |
| C18 :0                     | 3.53±0.05      | 3.52±0.03      | 3.46±0.04              |
| C18 :1                     | 67.62±0.13     | 68.26±0.22     | 68.98±0.18             |
| C18 :2                     | 15.83±0.16     | 15.31±0.18     | 14.91±0.12             |
| C18 :3                     | 1.27±0.02      | 1.23±0.02      | 1.25±0.03              |
| C20 :0                     | 0.44±0.02      | 0.42±0.01      | 0.43±0.03              |
| C20 :1                     | 0.45±0.01      | 0.44±0.01      | 0.43±0.02              |
| AGI/AGS                    | 6.18           | 6.22           | 6.4                    |
| Indice de peroxydisabilité | 20.09          | 19.51          | 19.16                  |



*Figure 24 : Chromatogramme des esters méthyliques de l'huile de la variété Chemlal du lieu de culture Ifigha*

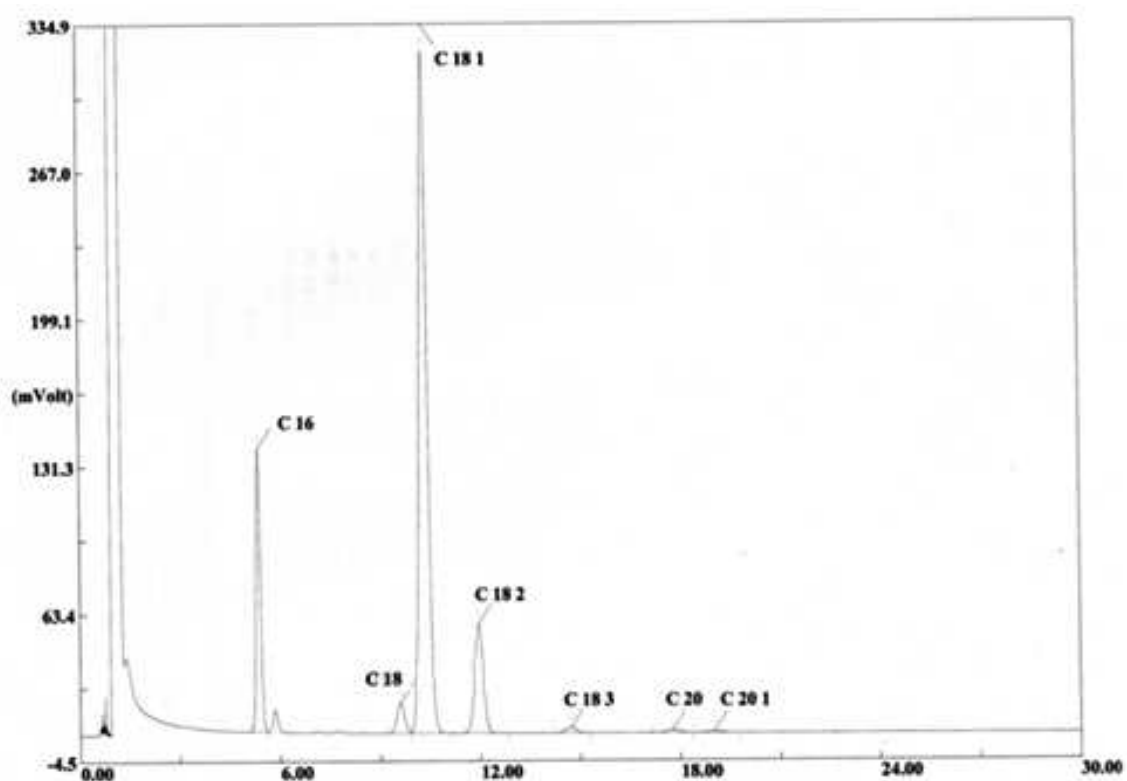


Figure 25 : Chromatogramme des esters méthyliques de l'huile de la variété Chemlal du lieu de culture Tazmalt

| Acides gras<br>(% m/m d'esters<br>méthyliques) | Chemlal<br>chômées | Azeradj<br>chômées | Limli<br>chômées | Olives<br>séchées |
|------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| C16                                            | 9.73±0.06          | 11.57±0.08         | 15.14±0.1        | 9.80±0.05         |
| C16 :1                                         | traces             | traces             | traces           | 0.85±0.06         |
| C17                                            | traces             | traces             | traces           | 0.06±0.01         |
| C17 :1                                         | traces             | traces             | traces           | 0.06±0.01         |
| C18                                            | 2.23±0.03          | 3.66±0.02          | 2.84±0.03        | 3.48±0.01         |
| C18 :1                                         | 65.03±0.18         | 76.09±0.1          | 68.85±0.2        | 67.11±0.15        |
| C18 :2                                         | 14.72±0.02         | 7.29±0.04          | 11.69±0.02       | 16.43±0.06        |
| C18 :3                                         | 0.62±0.05          | 0.51±0.03          | 0.71±0.05        | 1.30±0.02         |
| C20                                            | 0.39±0.01          | 0.57±0.03          | 0.47±0.03        | 0.43±0.05         |
| C20 :1                                         | 0.26±0.00          | 0.29±0.01          | 0.28±0.01        | 0.45±0.02         |
| AGI/AGS                                        | 4.16               | 5.32               | 4.42             | 6.25              |
| Indice de<br>peroxydisabilité                  | 17.59              | 10.22              | 14.84            | 20.72             |

Tableau 18: Composition en acides gras des échantillons obtenus des olives chômées et des olives séchées.

#### 4.5.2 Teneur en tocophérols

Le dosage des tocophérols a été effectué par chromatographie liquide à haute performance. L'huile d'olive renferme l' $\alpha$  et le  $\gamma$  tocophérol avec une prédominance pour l' $\alpha$  tocophérol (environ 95%). La perte de ces composés entraînerait une perte de la vitamine E, par conséquent une diminution de la résistance à l'oxydation.

La teneur en  $\alpha$ -tocophérol et  $\gamma$ -tocophérol de l'huile contenue dans des olives malaxées à 30°C, est respectivement 88.09 ppm et 11.91 ppm, cette teneur est de 85.5 ppm d' $\alpha$ -tocophérol et de 4.65 ppm de  $\gamma$ -tocophérol pour l'huile extraite à 60°C (Tableau 19). Nos résultats sont comparables à ceux de Cortesi et al (2000) qui ont démontré que les teneurs des tocophérols ne sont nullement influencées par les différentes techniques et phases d'extraction mais exclusivement par le cultivar, et par l'effet année de production. A l'examen de ce tableau, on peut observer l'évolution des tocophérols lors de l'obtention d'huile à attribut négatif chômé, les différentes variétés ont accusé des pertes d'importance variable selon le cultivar.

L'influence des facteurs agronomiques sur le taux des tocophérols est soulignée par la variété (Figures 26 et 27). Le milieu de culture à une moindre importance puisque les teneurs des deux formes  $\alpha$  et  $\gamma$  varient dans de faibles limites au sein de la même variété. Ces résultats sont en accord avec ceux de Barranco et al (2001) qui ont noté, suite à une étude réalisée sur le pourcentage de variabilité dû à différents facteurs que la teneur des tocophérols est fortement influencée par la variété (79.0%).

| Echantillon          | $\alpha$ tocophérol<br>(ppm) | $\Delta$ tocophérol | $\gamma$ tocophérol |
|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|
| Huile d'olive témoin | 76.80 $\pm$ 0.40             | 4.57 $\pm$ 0.05     | 4.98 $\pm$ 0.03     |
| Chemlal à 30°C       | 98.09 $\pm$ 0.35             | n.i                 | 11.91 $\pm$ 0.02    |
| Malaxage à 60°C      | 95.5 $\pm$ 0.23              | n.i                 | 4.65 $\pm$ 0.00     |
| Malaxage 80 mn       | 97.6 $\pm$ 0.45              | n.i                 | 3.46 $\pm$ 0.05     |
| Chemlal chômées      | 90.84 $\pm$ 0.22             | n.i                 | 9.16 $\pm$ 0.02     |
| Azeradj chômées      | 83.28 $\pm$ 0.45             | 7.49 $\pm$ 0.02     | 5.32 $\pm$ 0.05     |
| Limli chômées        | 51.55 $\pm$ 0.33             | 24.94 $\pm$ 0.05    | 19.08 $\pm$ 0.05    |
| Chemlal Tazmalt      | 94.57 $\pm$ 0.05             | n.i                 | 5.43 $\pm$ 0.03     |
| Azeradj              | 100 $\pm$ 0.07               | n.i                 | n.i                 |
| Limli                | 93.22 $\pm$ 0.18             | n.i                 | 6.12 $\pm$ 0.02     |
| Chemlal Ifigha       | 96.52 $\pm$ 0.42             | n.i                 | 5.40 $\pm$ 0.01     |

Tableau 19: Composition en tocophérols des différents échantillons.



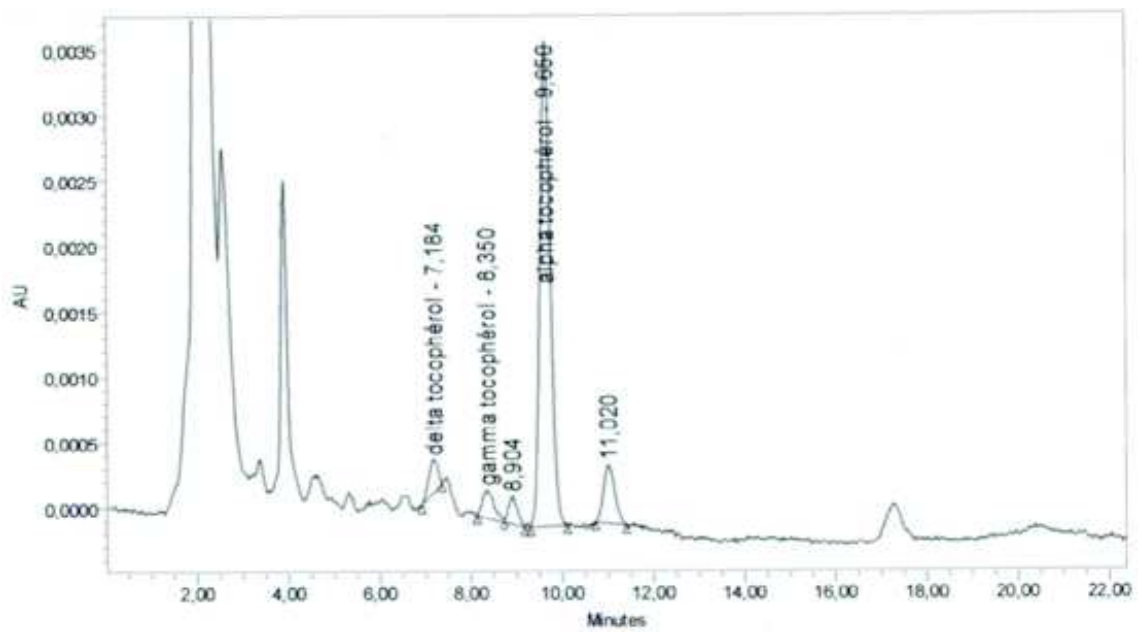


Figure 26: Chromatogramme des tocophérols de l'huile de la variété Chemlal

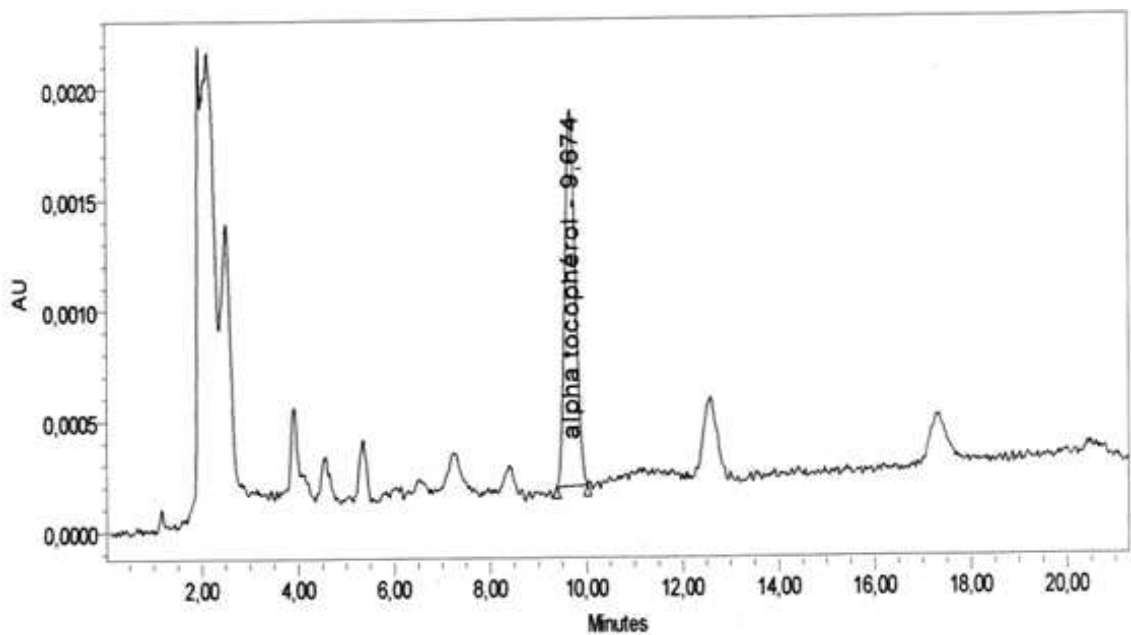


Figure 27: Chromatogramme des tocophérols de l'huile de la variété Azeradj

## **CONCLUSION**

La modernisation du secteur oléicole en Algérie par l'introduction de la chaîne continue, a permis d'apporter des améliorations aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif. Les essais réalisés ont contribué à mettre en lumière le rôle important dévolu aux facteurs agronomiques et technologiques qui ne sont pas indifférents dans la détermination de certains changements, tant au niveau des rendements qu'au niveau de certains composants.

Dans le premier volet du travail portant sur le rendement en huile, il apparaît que les deux facteurs agronomiques étudiés : la variété et le lieu de culture, ont une influence notable sur le rendement en huile. La variété Azeradj est la plus riche en huile. Les olives de la variété Chemlal de la région Tazmalt ont un rendement en huile supérieur à ceux de la même variété provenant de la région Ifigha. La nécessité d'un bon choix du lieu de l'oliveraie et de la sélection des variétés adaptées à ce milieu sont donc deux conditions qui s'imposent pour l'oléiculteur puisque ces deux facteurs sont difficilement réversibles.

L'extraction effectuée à 60°C de température de malaxage, voit le rendement doubler de valeur par rapport à l'extraction effectuée à 30°C et la teneur en huile des grignons et margines est à son minimum. Ce qui peut être attribuée à l'augmentation de la perméabilité des parois des cellules lipidiques sous l'effet du traitement thermique, ainsi qu'à la diminution de la viscosité de l'huile qui tend à s'écouler facilement.

Le prolongement de la durée de malaxage n'apporte aucune amélioration du rendement ; il serait donc indiqué de respecter la durée optimale de 30 mn, qui est d'usage dans la majorité de nos huileries.

Le chômage et le séchage des olives augmentent sensiblement le rendement en huile ce qui serait probablement dû à la présence de moisissures qui ont une activité lyopolitique.

Le deuxième volet traite la qualité des échantillons des huiles obtenues. Quel que soit la variété et le lieu de culture une huile d'olive de la meilleure qualité peut être obtenue si on respecte les conditions de la chaîne de trituration. Aux températures : 40 et 50°C, la qualité de l'huile n'est pas fortement altérée par le traitement thermique et les indicateurs de qualité mesurés restent en général dans les limites prescrites par la norme malgré une notable élévation. Les huiles obtenues lors de ces deux extractions appartiennent à la catégorie extra vierge. Au-delà la qualité physicochimique et organoleptique de l'huile est altérée et l'huile extraite à 60°C de température de malaxage est déclassée vers la catégorie d'huile d'olive vierge courante.

L'huile obtenue d'un malaxage prolongé à 120 mn appartient à la catégorie d'huile vierge bien que ces critères chimiques de qualité répondent à la classification d'une huile d'olive extra vierge, ce déclasserment est dû à une dépréciation de la qualité organoleptique par l'apparition du défaut « métallique ».

Les huiles dérivant des olives chômées et séchées regroupent les critères physico-chimiques d'une huile d'olive courante, les défauts principaux ayant apparu lors de l'analyse sensorielle sont : le chôme et le moisi.

---

L'étude du profil en acides gras et de la teneur en tocophérols des échantillons ayant été soumis aux traitements technologiques (température de malaxage, durée de malaxage) indique que ces traitements n'ont pas d'effet notable sur ces deux composants. Cependant le stockage des olives induit une baisse de la teneur en tocophérols des huiles des trois variétés d'olives. Le lieu de culture n'affecte pas la teneur des deux composants alors que la variété est responsable des caractéristiques initiales de l'huile d'olive.

Nous estimons que l'amélioration de la production et de la qualité des huiles d'olive doivent être considérée comme objectif. Une politique de qualité commence avec les pratiques agronomiques et se poursuit à l'échelle industrielle. Pour cela diverses mesures doivent être prises :

- Il est très important pour la santé de l'olivieraie, de choisir des variétés qui s'adaptent le mieux aux conditions de climat et de sol de la zone de plantation.
- Le mode de récolte et le transport des fruits vers l'huilerie sont des éléments d'une importance capitale.
  - Le degré de maturité des olives, au moment de la récolte affecte aussi bien la qualité que le rendement d'extraction des huiles. L'époque optimale de récolte doit être déterminée, pour chaque variété d'olive et par région oléicole.
  - Au cours de la récolte, il faut éviter de provoquer des dégâts sur les fruits.
  - Veiller à séparer les olives qui se trouvent sur le sol de celles fraîchement cueillies.
  - Le moyen le plus approprié pour le transport des olives vers l'unité de trituration est représenté par les caisses à claire voie permettant la circulation de l'air.
- Les mauvaises conditions de stockage (mode et durée) sont des causes d'altérations. La durée de stockage des olives avant transformation doit être aussi réduite que possible, et dans tous les cas inférieure à 3 jours.
- L'opération de malaxage s'avère nécessaire et doit être réalisée pendant 30 mn et à des températures supérieures à la température ambiante mais ne dépassant pas 30°C.

Pour les cultivars à huile, la recherche de la qualité est parfaitement compatible avec l'augmentation des rendements. Les systèmes modernes de conduite et les techniques culturales rationnelles s'articulent parfaitement avec la production de qualité.

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Ait Yacine Z., Serhrouchni M. and Hilali S.(2002).Evolution de la composition acidique de l'huile d'olive à différents stades de maturité des olives. Cas du périmètre du Tadla- Maroc.Olivae 94 :51.
- Alba J. (1994).Nuevas tecnologias para la obtencion de aceite de oliva.En Olivicultura Editorial Agro Latino,S.L.Barcelona.p 85-95.
- Alba J.,Hidalgo F.,Marinez F.,Ruiz M.A.,Moyano M.J .(1994).Impacto ecologico y ambiental originado por el nuevo proceso de elaboracion de aceite de oliva.P 25-34.
- Alba J.,Munoz E.,Marinez M.(1982).Obtencion del aceite de oliva :Empleo de productos que facilitan su extraccion.Alimentaria,138 :p 25
- Amouretti M.C et Comet G.(2000). Le Livre de l'olivier. Edité par Edisud.p 88-89-108
- Angerosa F.,Lanza B.,Marsilio V.(1996).Biogenesis of Fusty defect in Virgin Olives Oils.Grasas y Aceites.47,142-150.
- Balatsouras G.(1997).Perspectives des avantages nutritionnels de l'huile d'olive. In Encyclopédie mondiale de l'olivier. Ed Plaza et Janes,Barcelone p 352.
- Barranco D.,Fernandez-Escobar R.,Rallo L (2001).El cultivo del olivo.p.38-51-551-562-573-597-599,602-611.
- Barsacq J.C.(1997).Le secteur de l'huile d'olive au sein de l'union européenne :situation et rôle de la communauté. Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 4, Numéro 5, 340-5.
- Belaiche. (2001).Effets de la contamination par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus ochraceus* sur la qualité des olives. Industries alimentaires et agricoles vol. 118, no1-2, 27-29 p.
- Ben Temime S et al .(2000) .
- Benyahia N et Zein K. (2003).Analyses des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Contribution spéciale de Sustainable Business Associates (Suisse) à SESEC II.28-29 janvier 2003, Lausanne, Suisse.
- Breton C., Médail F ., Pinatel C., Bervillé A.(2006). De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen. Cahiers Agricultures vol. 15, n° 4.
- Cabrini L.,Barzani V.,Cipollone M.,Fiorentino B.,Zambnin L .(2001).Antioxydants and total peroxyd Radical-Trapping Ability of olive and seed oils.Journal of Agricultural and food chemistry,49,6026-6032.
- Calabrese G.(2002). Effets de l'huile d'olive vierge extra sur la santé.Olivae, 93 :29-30.
- Carpio Duenas A et Jiménez Herrera B (2001).Características organolepticas y analisis sensorial del aceite de oliva p 22-26 .Ed.Junta de Andalucia.

- Caselli S.,Modi G.,Nizzi Griffi F. et Fiorine P.(1993).Variabilité de la composition en acides gras ,en stérols et en alcools de l'huile d'olive de cultivars de la Toscane.Olivae.47 :46-51.
- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement CIRAD.(2004).Dossier sur le cotonnier et le coton.
- Chemonics International, Inc .(2006). Guide de bonnes pratiques de fabrication des huiles d'olive .Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes. Royaume du Maroc 17-19-21.
- Cimato A.(1990). Article la qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques Olivae N° 31 avril 1990).
- Cimato A.,Moldi G.,Mattei A.,Niccolai M.,Allessandri S .(1991).La caraterizzazione dell olioextravergine « Tipico Toscano ».Consorzio regionale olivo extra vergine di oliva.
- Civantos L.,Conteras R.,Grana R.(1992).Obtencion del aceite de oliva virgen.Editorial agricola Espanola.Madrid.
- Communauté européenne (C.E). (2005). L'oléiculture dans la communauté européenne. E.108/Doc. N° 4 .p 19.
- Conseil oléicole international (C.O.I) (1998).L'olivier, l'huile, l'olive .p.11-12-27-28-53-58.
- Conseil oléicole international (C.O.I) (2003).Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.COI/T.15/NC n°3/Rev.1
- Cortesi N.,Fiorino P et Ponzetti A.(2000).La composition de l'huile d'olive :rapport entre cultivar et systèmes d'extraction.Olivae 81 :36-39.
- Cortesi N.,Rovellini P et Fedeli E.(2000). Cultivars, technologie et qualité des huiles d'olive.Olivae 81 :30-31-32 p.
- Crovetti A. (1997).La défense phytosanitaire : développement de méthodologies et sauvegarde de la production et de l'environnement .In Encyclopédie mondiale de l'olivier.Ed :Plaza et Jans,Baercelona,255-239.
- Daoudi L. (1994).Etude de caractères végétatifs et fructifères de quelques variétés d'olives locales et étrangères cultivées à la station expérimentale d'arboriculture fruitière de Sidi-Aich (Bejaïa).Thèse de magister, INA Alger.
- Di Giovacchino L.(1991).L'extraction de l'huile d'olive par le système de la pression, de la centrifugation et de la percolation :incidence des techniques d'extraction sur les rendements en huile.Olivae 36 :15-40.
- Di Giovacchino L.(2005).Les eaux de végétation des olives :caractéristiques et utilisation rationnelle.Olivae 104 :55 p.
- Du C., Sato A., Watanabe S.W.U.C.Z.,Ikemoto A., Ando K., Kikugawa K., Fujii Y et Okuyama, H. (2003). Cholesterol synthesis in mice suppressed but Lipofuscin formation is not affected by long-chain feeding of n-3 fatty acid-crushed oils compared with lard n-6 fatty acid-enriched oils. Biol. Pharm Buff 26, 766-770.

- El-Antari A., El-Moudni A., Ajana H. (2003). Evolution comparative de la qualité et de la composition acide de l'huile d'olive chez quelques variétés méditerranéennes cultivées au Maroc. *Olivae* 95 :26-31.
- Frias Ruiz L., Garcia Ortiz Rodriguez A., Hermoso Fernandez M., Jimenez Marquez A., Llaveró Del Pozo M., Morales Bernardino J., Ruano Ayuso T., Uceda Ojeda M. (1991). *Analistas de laboratorio de almazara*. p 17-18-24-57-61.
- Fulbrook (1983). In Koiche M. (2001). Extraction de l'huile d'amandes d'abricot par voies physiques et biologique.
- Gaouar N. (1996). Apport de la biologie des populations de la mouche d'olive *Bactrocera oleae* à l'optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen. Thèse de doctorat d'état, Tlemcen 105.
- Garcia J.M., Gutierrez F., Barrera M.J., Albi M.A. (1996). Storage of mill olives on an industrial scale. *J. Agric. Food Chem.* 44 :590-593.
- Gilles G. (2003). Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités nutritionnelles et organoleptiques. Synthèse bibliographique. Université Montpellier.
- Gouveia J.B (1997). Cours international sur l'huile d'olive. p 48.
- Hermoso Fernandez M., Uceda Ojeda M., Garcia-Ortiz Rodriguez A., Morales Bernardino J., Frias Ruiz L., Fernandez Garcia A. (1991). Elaboracion de aceite de oliva de calidad. Direccion general de investigacion. Tecnologia y formacion agroalimentaria y pesquera. Junta de Andalucia. p 60-62, 120, 176
- Hermoso Fernandez M., Gonzalez Delgado J., Uceda Ojeda M., Garcia-Ortiz Rodriguez A., Morales Bernardino J., Frias Ruiz L., Fernandez Garcia A. (1995). Elaboracion de aceite de oliva de calidad. Obtencion por el sistema de dos fases. Junta de Andalucia. Consejeria de Agricultura y Pesca. p 31
- Inglese P. (1994). L'influence de la variété sur les caractéristiques qualitatives de l'huile d'olive. *Olivae* 54 : 42 p.
- Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAF). (2004). Inventaire des variétés populations d'oliviers et leurs répartitions géographiques
- Institut national de l'arboriculture fruitière et de la vigne. ITAF. (2006). Délimitation des zones potentielles de production de l'huile d'olive de qualité. Rapport wilaya de Bejaia.
- Institut national de l'arboriculture fruitière et de la vigne. ITAF. (2007). Rapport interne : Enquête nationale sur les huileries.
- Jacotot B. (1997). Intérêt nutritionnel de la consommation de l'huile d'olive. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. Volume 4, Numéro 5, 373-4, Septembre - Octobre 1997.
- Jacotot B et Richard J.L. (1989). L'huile d'olive. *Revue Française des Corps gras* 129 :45-48.
- Jacotot B. (2001). Intérêt nutritionnel de l'huile d'olive. *Olivae* 86 :27-29.
- Koutsaftakis A., Kotsifaki F et Stefnaudaki. (2000). La caractérisation des huiles d'olive vierges extra crétoises obtenues à partir de la variété Koroneiki. Influence du site d'origine sur plusieurs paramètres chimiques. *Olivae* :21 p.
- Kubo A, Lunde CS, Kubo I. (1995). Antimicrobial activity of the olive oil flavor compounds.



- Lazzeri Y. (2009). Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne. L'olivier en Méditerranée, Conférence Centre Culturel Français de Tlemcen.
- Lopez-Villalta M.C. (1999). Contrôle des parasites et des maladies de l'olivier. Ed: Conseil oléicole international 25-61-62-65-81-180-181-187-312 .
- Martel J et Alba J.(1981).Influencia del método de obtencion de aceites de oliva por centrifugacion de las pastas sobre su contenido en alcoholes grasos superiores .Grasas y Aceites.p 233-237.
- Mendil M et Sebai A. (2006).L'olivier en Algérie. Aperçu sur le patrimoine génétique autochtone. ITAF
- Michaelakis. (1990).Influence des ravageurs et des maladies sur la quantité et la qualité de l'huile d'olive.Olivae 30,38-40 p.
- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural MADR. (2011).Indicateurs d'évolution de la filière oléicole.
- Montelleone E.,Caporale G.,Carlucci A et Pagiliarini E.(1998).Optimisation of extra virgin olive oil quality.J.Sci.Food Agric.77 :31-37.
- Morales Ordonez J et Lopez Caballero F.(1999).Mejora de la calidad del aceite de oliva.19.
- Pereira J.A.,Alves M.R.,Casal S.,Oliveira M.B.P.P. (2004).Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Cobrancosa,Madural and Verdeal transmontana.Ital J.Food Sci.16 (3):355-365.
- Perez AG, Luaces P, Rios JJ, Garcia JM, Sanz C. (2003). Modification of volatile compound profile of virgin olive oil due to hot-water treatment of olive fruit. J. Agric. Food. Chem.22: 6544-9.
- Perrin J.L.(1992).Les composés mineurs et les anti oxygènes naturels de l'olive et de son huile. Revue Française des corps gras.39 :25-32.
- Poullont D et Warlop F. (2002).Stratégie de lutte contre les adultes de la mouche d'olive : Essai d'insecticides biologiques en laboratoire .Phytoma, la défense des végétaux 555 :38-40.
- Rahmani M et Saad L. (1998).Photo oxydation des huiles d'olives : Influence de la composition chimique. Revue Française des Corps Gras, 36,9/10,355-360.
- Rancero A.V.(1978). Les polyphénols de l'huile d'olive et leur influence sur les caractéristiques de l'huile. Revue Française des Corps gras.1 :21-26.
- Richard E.R.Phil A.P.judy S.L.and Steven S.G.(2003).Olive fruit fly population measured in central and southern California .California Agriculture,57,4,122-127.
- Roehlly Y.(2000).La fabrication de l'huile d'olive. Ed :Ecole supérieure d'agronomie tropicale de Montpellier.
- Rojas Gandul B et Minguez-Mosquera .(2001).Changes in chloroplast pigments of olives varieties during fruit ripening.J.Agric.Food Chem.49:832.
- Rojas Gandul B et Minguez-Mosquera. (1996).Rapid method of quantification of chlorophylls and caroténoid in virgin olive oil by high performance liquid chromatography.J.Agric.Food.Chem.40:60-63.

- Servili M, Baldioli M., Marioti F et Montedero G.F. (2003). Phenolic composition of olive fruit and virgin olive oil : Distribution in the constitutive parts of fruit and evolution during the oil mechanical extraction process ISHS Acta Horticulturae, 474: International Symposium on olive Growing.
- Sifi S., Ben Hamida J et Amamou T. (2001). Impact du système de trituration des olives sur la qualité de l'huile obtenue. *Olivae* 87 : 37 p.
- Tamendjari A. (2006). Impact de l'attaque du ravageur *Bactrocera oleae* sur la qualité de l'huile d'olive de variétés locales (algériennes). p 62-72.
- Thabet B et Laajimi A. (2006). L'huile d'olive : un produit méditerranéen à valoriser davantage - Les notes d'alerte du Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes. CIHEAM. N°14.
- Tous et Roméo. In Sanchez Casas J, De Miguel Gordillo C, Marin Exposito J. (1999). La qualité de l'huile d'olive provenant de variétés en Estrémadure en fonction de la composition et la maturation de l'olive. *Olivae* 79 : 38-40.
- Tous J et Romero A. (1994). Aceites catalanes. Denominaciones de origen . En *olivicultura* Fundacion « La Caixa » . .
- Tuck K L et Hayball P J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 636-44.
- Uceda et al., (1977)., Tous et al. (1991) In *El cultivo del olivo*. p 598.
- Uceda et Hermoso, Données sans publication.
- Uceda M., Hermoso M., Frias L. (1994). Factores que influyen en la calidad del aceite de olive. Simposio Científico-Técnico. Expoliva-89, Jaen.
- Visioli F et Galli C. (2002). Antioxydant and other biological activities of phenols from olives and olive oil . *Medicinal Research Reviews*. 22: 65-75.

#### **Sites web**

- Abaza L., Msallem M., Daoud D., Zarrouk M. (2002). Caractérisation des huiles de sept variétés tunisiennes : site John Libbey, éditions médicales et scientifiques). *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. Volume 9, Numéro 2, 174-9. *Agric. Food. Chem.* 27: 7980-8.
- AFIDOL. (2008). Spécial Huile d'olive. Observatoire économique [www.afidol.org](http://www.afidol.org) .
- Conseil Oléicole International C.O.I. (2006). [www.internationaloliveoil.org](http://www.internationaloliveoil.org) Conseil Oléicole International C.O.I. (2011). [www.internationaloliveoil.org](http://www.internationaloliveoil.org) Conseil Oléicole International C.O.I. (2008). [www.internationaloliveoil.org](http://www.internationaloliveoil.org)
- Touriva B. (2001). Effets de la contamination par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus ochraceus* sur la qualité des olives. *Industries alimentaires et agricoles*. Vol. 118, no1-2, p [2.www.inist.fr](http://2.www.inist.fr)