

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



# Mémoire de fin d'études



En vue de l'Obtention du Diplôme de master en Sciences Alimentaires  
Spécialité : Culture pérenne

## Thème



Effet des caractéristiques chimiques du sol sur  
la qualité d'huile d'olive de la variété chemlal  
dans les régions Maatkas et Makouda

A photograph showing the process of olive oil production, including olives, a basket, and a bottle of oil.

**Présenté par :**

Melle MOHAMEDI Nedjma

Melle RAHMANI Dalila

**Devant le jury composé de :**

Présidente : Mme LOUNI Dalila

Maitre assistante de classe A UMMTO

Promotrice : Mme HEDJAL CHABHAB Mariem

Maitre de conférence classe A

Co- promotrice : Mme BOURBIA MOUAS Sofi

Maitre de conférence classe A UMMTO

Examinatrice : Melle BELKALEM Lydia

Doctarante à l'UMMTO

**Promotion : 2017/2018**

# *Remerciement*

*Au terme de notre travail ;*

*Nous tenons à exprimer nos remerciement les plus  
sincères et les*

*Plus profonds tout d'abord au bon Dieu le plus  
puissant.*

*Nous remercier Mme HADJEL M et Mme  
BOURBIA S d'avoir accepté de nous encadré,  
pour leurs conseils qui ont été précieux.*

*A Mme LOUNI, et Melle BELKALEM  
d'avoir examiné notre*

*Travail*

*Au terme de ce modeste travail, nous tenons à  
exprimer nos reconnaissances et nos sincères  
gratitudes à tous ceux qui ont contribué de près  
ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

*Ce modeste travail, achevé avec l'aide de dieu le tout*

*Puissant, je le dédie à toutes les personnes que*

*J'aime :*

*Aux êtres les plus chers au monde qui n'ont jamais*

*Cessé de témoigner leurs affections et m'apporter*

*Leurs soutiens et encouragement depuis mon*

*existence, mes chers parents.*

*A mes chers frères*

*A mes adorables bien aimées, mes sœurs*

*A mes cousins et cousines*

*A tous la famille MOHAMEDI.*

*A tous mes amis et amies.*

*A mon binôme et sa famille.*

*A toute la promotion de culture preenne*

*Année 2017/2018*

*Nedjma*

# *Dédicaces*

*Ce modeste travail, achevé avec l'aide de dieu le tout*

*Puissant, je le dédie à toutes les personnes que*

*J'aime :*

*Aux êtres les plus chers au monde qui n'ont jamais*

*Cessé de témoigner leurs affections et m'apporter*

*Leurs soutiens et encouragement depuis mon*

*Existence, mes chers parents.*

*A mes chers frères*

*A mes adorables bien aimées, mes sœurs*

*A mes cousins et cousines*

*A tous la famille RAHMANI*

*A tous mes amis et amies.*

*A mon binôme et sa famille.*

*A toute la promotion de culture preenne*

*Année 2017/2018*

*Dalila*

**A**: Absorbance.

**A(%)** : Acidité libre en pourcentage.

**AFNOR** : Association française de normalisation.

**C**: Concentration.

**CEE** : Communauté Économique Européenne.

**COI** : Conseil oléicole international.

**CPG**: Chromatographie en phase gazeuse.

**C°** : Degré Celsius.

**C%** : Le pourcentage de carbone.

**Doc** : Document.

**DSA** : Direction des services agricoles.

**G** : Gramme.

**H(%)** : Humidité en pourcentage.

**Ii** : Indice d'iode.

**IM** : Indice de maturité.

**I.N.A**: Institut national d'agriculture.

**IP** : Indice de peroxyde.

**ISO**: International Standard Organisation.

**I.T.A.F.V** : Institut Technique D'arboriculture Fruitière Et De la vigne.

**Kg**: Kilogramme.

**K<sub>232</sub>** : Coefficient d'extinction spécifique à 232nm.

**K<sub>270</sub>** : Coefficient d'extinction à 270nm.

**M** : Mètre.

**Max** : Maximum.

**Meq** : Milliéquivalent.

**Mg** : Milligramme.

**Min** : Minimum.

**Min** :Minute.

**MI** : Millilitre.

**Mm** : Millimètre.

**N** : Normalité.

**Na**: Sodium.

**NF** : Norme français.

**Ppm** : Partie Par Million.

**SG** : Sol global.

**SRh** : Sol rhizosphérique.

**UI** : Micro-millilitre.

**UV** : Ultra-violet.

**$\Delta K$** : Variation d'extinction spécifique.

**Figure 01 :** Localisation de la région de Mâatkas dans la wilaya de Tizi- Ouzou (Anonyme, 2018)

**Figure 02 :** Localisation de la région de Makouda dans la Wilaya de TiziOuzou (Anonyme, 2018)

**Figure 03:** Sol rhizosphérique (Originelle, Avril 2018).

**Figure 04 :** Variété chemlal (Originelle, Décembre 2018).

**Figure 05 :** Photographie d'un oléo doseur (Bejaia, 2018).

**Figure 06 :** Balance de précision et pied à coulisse (Laboratoire commun II, 2018).

**Figure 07 :** Différents stades de maturité des olives.

**Figure 08:** Différentes étapes de détermination le taux d'humidité des olives (laboratoire commun I, 2018).

**Figure 09 :** Variation du pH de deux sols différents dans les deux régions d'étude

**Figure 10 :** Variation du taux de matière organique de deux sols différents dans les deux régions d'étude.

**Figure 11 :** Variation du taux de potassium de deux sols différents dans les deux régions d'étude.

**Figure 12 :** Valeurs moyennes de la longueur, la largeur et le poids des fruits des échantillons étudiés.

**Figure 13 :** Moyenne l'indice de maturité de l'huile d'olive de la variété chemlal des deux régions.

**Figure 14 :** Variation de l'indice d'acidité libre des huiles d'olive de la variété chemlal étudiées dans les deux régions d'étude.

**Figure 15 :** Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles d'olive dans deux régions d'étude.

**Figure 16 :** Valeurs moyennes de l'indice d'iode des huiles des deux régions d'étude.

**Figure 17 :** Teneurs en chlorophylle exprimées en ppm des deux huiles d'olive étudiées.

**Figure 18 :** Teneurs en caroténoïdes exprimées en ppm des deux huiles d'olive étudiées.

**Figure 19:** Moyennes des taux en humidité d'huile d'olive de la variété chemlal des échantillons analysés.

**Figure 20 :** Moyennes des taux d'humidité des olives de la variété chemlal des échantillons analysés.

**Figure 21:** Extinction spécifique en l'UV et  $\Delta K$  des échantillons des huiles dans les deux régions d'étude.

**Figure 22:** Valeurs moyennes des taux d'acides gras des échantillons des huiles d'olive de la variété chemlal analysés.

**Figure 23:** valeurs des taux d'acides gras saturés (AGS), acide gras mono insaturés (AGMI) et acide gras polyinsaturés (AGPI) des différentes huiles d'olives analysées.

**Figure 24 :** Relation entre le pH du sol rhizosphérique et l'acide gondoïque.

**Figure 25 :** Relation entre le pH du sol global et l'acide gondoïque.

**Figure 26 :** Relation entre le taux de potassium dans le sol rhizosphérique et l'acide palmitoléique

**Tableau 01:** Conditions opératoires pour l'analyse des esters méthyliques.

**Tableau 02:** Composition en acides gras des échantillons des huiles d'olive analysées.

## Introduction

### Matériels et méthodes

<b>I. Situation géographique des stations étudiées</b> .....	<b>1</b>
<b>I.1.Echantillonnage des sols</b> .....	<b>2</b>
I.1.1.Prélèvement du sol Rhizosphérique .....	3
I.1.2.Prélèvement du sol Globale .....	3
<b>I.2.Analyses des échantillons des sols au laboratoire</b> .....	<b>3</b>
I.2.1. H de sol .....	4
I.2.2. Carbone organique.....	4
I.2.3. Potassium .....	5
<b>I.3. Matériel végétale</b> .....	<b>6</b>
I.3.1.Echantillonnage des olives.....	7
I.3.2.Extraction d’huile d’olive .....	7
<b>I.4.Mesures pomologiques sur fruits</b> .....	<b>8</b>
I.5.Indice de maturité.....	9
<b>I.6. analyses chimiques de l’huile d’olive</b> .....	<b>9</b>
I.6.1. Indice d’acidité.....	9
I.6.2. Indice de peroxyde .....	10
I.6.3. Indice d’iode .....	10
I.6.4.Teneur en chlorophylle et caroténoïde .....	11
<b>I.7.Analyses physiques de l’huile d’olive</b> .....	<b>12</b>
I.7.1. Humidité de l’huile d’olive .....	12

I.7.2. Humidité des olives .....	13
I.7.3. Absorbance en ultra-violet.....	14
I.7.4. Analyse des esters méthyliques des acides gras.....	15
I.8 Analyses statistiques des données .....	17

### Résultats et discussions

<b>II. Analyses chimiques du sol.....</b>	<b>18</b>
II.1. PH du sol .....	18
II.2. Carbone organique .....	19
II.3. Potassium .....	20
<b>III. Mesures pomologiques des fruits.....</b>	<b>21</b>
IV. Indice de maturité.....	21
<b>V. Analyses chimiques de l'huile d'olive.....</b>	<b>22</b>
V.1. Indice d'acidité .....	22
V.2. Indice de peroxyde.....	23
V.3 Indice d'iode.....	24
V.4 Teneur en chlorophylle .....	24
V.5 Teneur en caroténoïde.....	25
<b>VI. Paramètres physiques de l'huile d'olive .....</b>	<b>26</b>
VI.1 Taux d'humidité dans huile d'olive.....	26
VI.2. Humidité des olives .....	26
VI.3. Absorbance dans l'ultra -violet.....	27
VI.4. Détermination de la composition en acide gras dans l'huile d'olive.....	28

**VII. Relation entre les propriétés du sol et les caractéristiques de l'huile d'olive et des olives..... 32**

**VII.1** Relation entre le pH du sol avec les caractéristiques de l'huile et des olives ..... 32

**VII.2.** Relation entre le taux de potassium dans le sol et les caractéristiques de l'huile et des olives.....34

**VII.3** Relation entre le taux de matière organique dans le sol et les caractéristiques de l'huile et des olives.....35

**Conclusion**

L'olivier est l'une des plus anciennes cultures ligneuses. Il est particulièrement répandu dans toute la région méditerranéenne. Il joue un rôle important dans l'économie rurale, le patrimoine local et la protection de l'environnement.

L'olivier compte actuellement plus de 900 millions d'arbres cultivés à travers le monde, mais le bassin méditerranéen reste sa terre de prédilection, avec près de 95% des oliveraies mondiales (LAZZERI, 2009).

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus propice à la culture de l'olivier. Elle se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie, le Maroc et l'Égypte qui sont les plus gros pays producteurs d'olives et d'huile d'olives avec une superficie en constante augmentation.

L'huile d'olive est un produit polyvalent, connu de longue date dans le bassin méditerranéen où de nombreuses générations lui ont trouvé l'usage dans les domaines de la santé et de l'alimentation. Elle est sans doute la meilleure des matières grasses utilisées pour la nutrition humaine, y est aussi symbole sacré de la force, de la lumière et de la vie. Elle représente pour plusieurs pays un enjeu économique et social de première importance. Elle est extraite à partir du fruit frais, mur et de bonne qualité. Pratiquement unique parmi les huiles végétales, elle peut être consommée en l'état en gardant son patrimoine vitaminique, ses acides gras essentiels et d'autres éléments naturels importants qui interviennent directement sur l'harmonie de notre équilibre biologique.

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

D'après les statistiques recueillies de la direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou dans l'année 2017/2018 nous constatons une augmentation en matière d'exploitation des surfaces destinées à la plantation des oliviers, ainsi que la production d'huile d'olive. La direction estimée dans son dernier bilan datant de la semaine écoulée, à quelque 24000 ha la superficie récoltée sur un totale de 36600 ha de terrain dédié à l'oléiculture, près de 300000 q d'olives sur le volume récolté à ce jour ont été triturés, selon Samia Hadjih chargée de la filière oléicole à la DSA. La production et le rendement sont très fluctuants d'une

année à une autre à cause des phénomènes de l'alternance aggravée par l'absence de l'entretien et les mauvaises conditions climatique (Anonyme 01,2016).

Plusieurs facteurs exercent une influence sur la qualité de l'huile d'olive, entre autre la variété, le sol et les conditions climatiques mais aussi de nombreuses conditions reliées au cycle de production, transformation et de commercialisation des olives. L'influence de sol sur la qualité d'huile d'olive est un phénomène complexe. La nature de sol, le PH et la composition chimique, peuvent influencer sur la qualité d'huile.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte dont objectif est de détermine l'impact de certaines pigment de sol sur la qualité de huile d'olive .Nous avons testé les hypothèses suivants par exige :

- L'huile d'olive de deux régions Maatkas et Makouda répondre aux normes du COI.
- Certains pigment du sol influence la qualité d'huile d'olive.

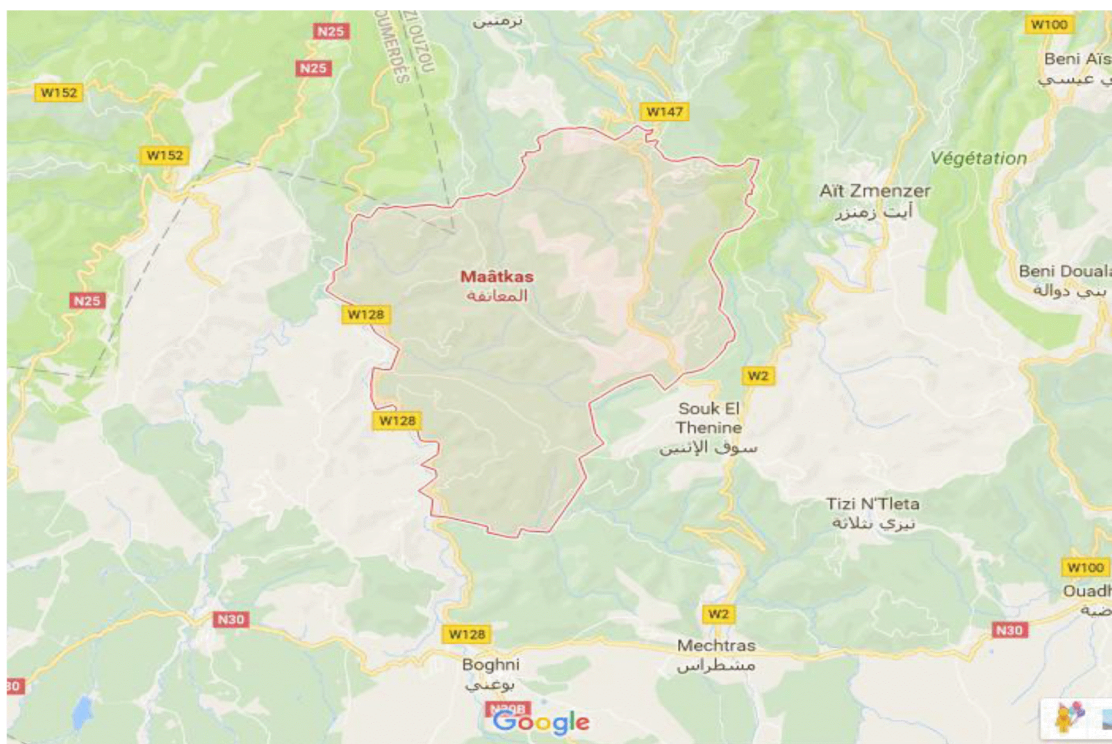
## I-Situation géographiques des stations d'étude

### ❖ Maatkas

Elle est située dans la daïra de Maatkas à 30 km de la ville de Tizi-Ouzou, elle se caractérise par un climat typiquement méditerranéen, chaud et sec en été, pluvieux et humide en hiver. Les précipitations annuelles varient entre 800mm et 1100mm.

La commune de Maatkas est située au sud-ouest de la wilaya de Tizi-Ouzou à une altitude de 543 mètres. Il est délimité géographiquement comme suit ;

- Au nord : par la commune de Tizi-Ouzou et Tirmatine ;
- Au sud : par la commune de Mechtras et Boghni ;
- A l'est : par la commune Beni Zemanzer, Beni Douala, et Tizi N' Tlata ;
- A l'ouest : par la commune d'Ain Zaouia.



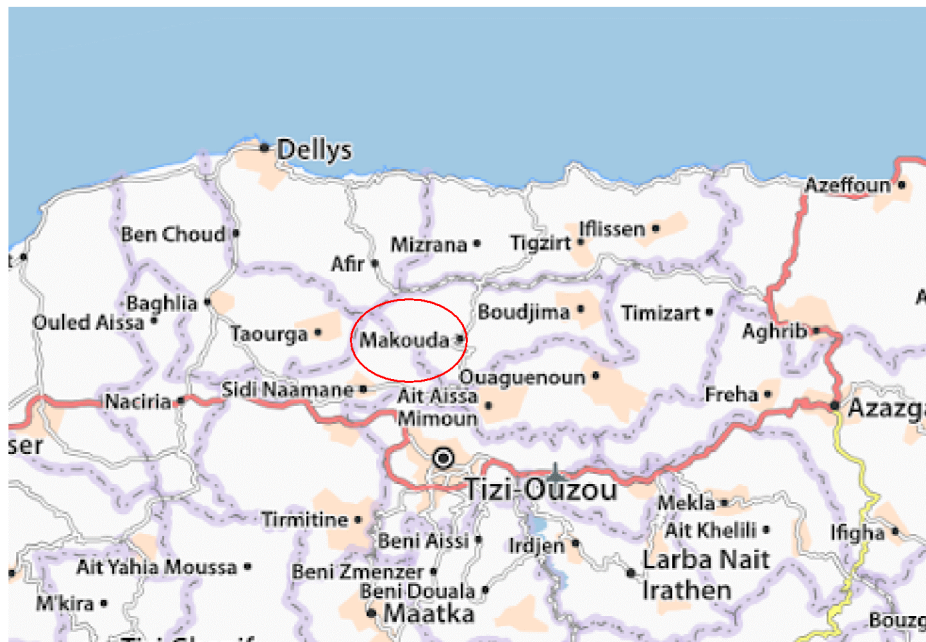
**Figure 01:** Localisation de la région de Mâatkas dans la wilaya de Tizi-Ouzou  
(Anonyme, 2018)

### ❖ Makouda

Elle est située dans la daïra de Makouda à 19 km de la ville de Tizi-Ouzou, à mi-chemin entre Tizi-Ouzou et Tigzirt, elle est caractérisée par un climat typiquement méditerranéen, Chaud et sec en été, pluvieux et humide en hiver. A partir de 500m d'altitude, les précipitations annuelles varient entre 800mm et 1100mm.

Il est délimité géographiquement comme suit ;

- Au nord : par la commune de Mizrana ;
- Au sud : par la commune de Sidi Namane, Ait AisaaMimoune ;
- A l'est : par la commune deBoujima ;
- A l'ouest : par la willaya de Boumerdès.



**Figure 02:** localisation de la région de Makouda dans la Wilaya de Tizi-Ouzou  
(Anonyme, 2018)

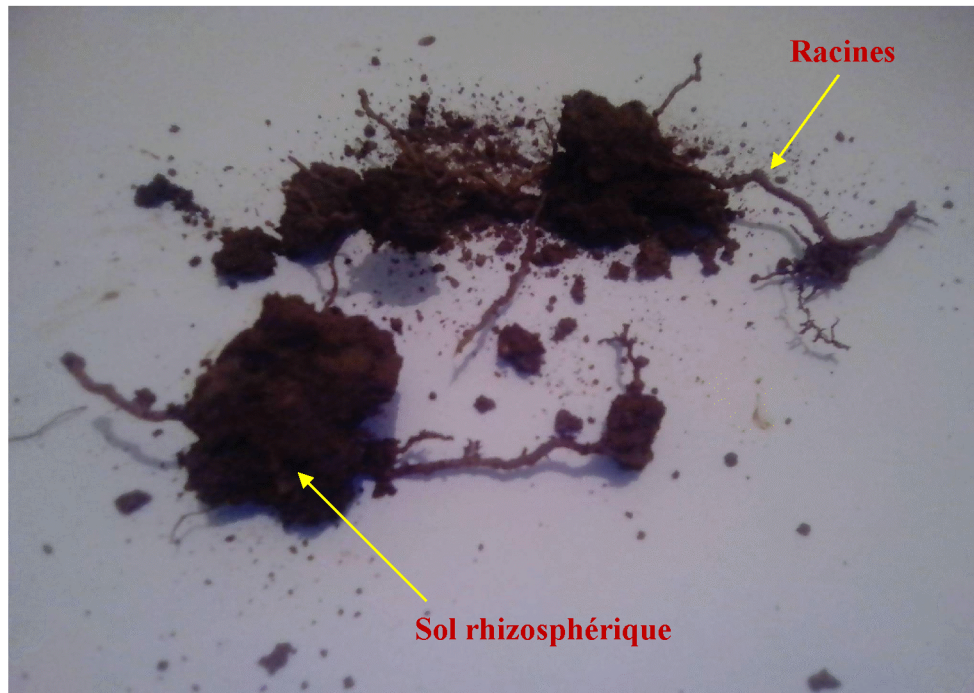
### I-1-Echantillonnage des sols

L'échantillonnage a été effectué dans deux vergers d'oliviers de la variété Chamlel dans les communes de Makouda et Maatkas.

L'échantillonnage est réalisé sur deux types de sol. Le sol Rhizosphérique et le sol global.

**I-1-1-Prélèvement du sol rhizosphérique**

Nous avons prélevé un échantillon de sol dans la région racinaire des oliviers, puis nous avons récupéré les racines et le sol accolé à l'ensemble du système racinaire. Nous avons secoué ensuite les racines pour récupérer le sol Rhizosphérique. Seuls les agrégats de 1cm de diamètre et les racines de 2 à 5mm de diamètres, sont retenus. (Figure 03).



**Figure 03** : Sol rhizosphérique (Originelle, avril 2018).

**I-1-2-Prélèvement du sol Global**

Loin de toute activité racinaire dans les mêmes vergers, nous avons prélevé un deuxième échantillon ; Le sol Global.

Les échantillons des sols Rhizosphériques et Globaux sont séchés à l'air libre pendant une semaine, puis broyés et passés au tamis de 2mm de diamètre. La terre fine récupérée est conservée dans des boîtes fermées dans un endroit sec.

**I-2- Analyses des échantillons de sol au laboratoire**

Les analyses de laboratoire permettent la détermination des propriétés chimiques des sols étudiés.

**I-2-1- pH du sol**

Afin de bien évaluer le degré d'acidité ou d'alcalinité d'un milieu, nous avons besoin d'un moyen de mesure précis qui nous permettra de situer les caractéristiques de nos sols.

Nous avons pesé 20g de terre séchée et tamisée, puis nous l'avons introduite dans le flacon d'agitation et nous y avons ajouté 100 ml d'eau distillée. À l'aide d'un agitateur nous avons agité la solution pendant 2 heures, puis après l'étalonnage du pH mètre avec les solutions d'étalonnage, nous avons mesuré le pH du sol.

**I-2-2-Carbone Organique**

La matière organique d'un sol est constituée de composés organiques simples ou complexes, isolés ou bien associés entre eux dans des ensembles vivants ou non vivants (Morel 1988).

Elle influe sur la fertilité du sol par ses effets physiques. Elle améliore la stabilité structurale la porosité, la perméabilité et l'aération par une meilleure agrégation des particules. Elle augmente la rétention en eau, où elle élève le pouvoir tampon du sol. Elle augmente la capacité d'échange cationique avec une meilleure régulation du stockage et de la fourniture des ions nutritifs aux plantes. Elle constitue une source d'éléments nutritifs (N, P, K...) libérés par la minéralisation.

Les méthodes de détermination du taux de matière organique par le biais du carbone se basent sur le fait que le carbone organique constitue 58% de la matière organique.

Dans une fiole conique de 250ml, nous avons mis 0,5g de terre fine, et nous y avons ajouté 10ml de solution de bichromate de potassium et 15ml de d'acide sulfurique. Puis nous avons mis la solution à ébullition modérée pendant 5mn et laissé refroidir. Ensuite nous les avons transvasés dans un ballon jaugé de 200ml et lavé l'eren Mayer avec 150ml d'eau distillée, puis compléter au volume.

Nous avons prélevé 20ml de la solution et nous l'avons transvasé dans un erlen Meyer de 250ml, puis nous l'avons dilué avec environ 150ml d'eau distillée. Nous y avons ajouté ensuite 3 à 4 gouttes de diphénylamine, puis nous avons ajouté 5ml de fluorure de Sodium (NAF) et titré avec la solution de sel de Mohr. La couleur passe du brun violacé au bleu vert. Soit N le nombre de ml de sels de Mohr versés.

Procéder à un témoin suivant les étapes précédentes mais sans sol. Le taux de matière organique est calculé par les formules suivantes :

$$C\% = \frac{(N - N') \cdot 0,615 \text{ mg} \times 10 \times 100}{P}$$

N : le témoin (= 8)

N' : la lecture des volumes

P : le poids de terre on gramme

La formule de matière organique:

$$MO \% = 1,72 \times C\%$$

### I-2-3- Potassium

Le principe consiste à extraire le potassium soluble et échangeable avec une solution d'acétate d'ammonium.

Nous avons pesé 5g de terre dans des fioles de 200ml, puis nous avons ajoutant 50ml de la solution d'acétate d'ammonium. A l'aide d'un agitateur, nous avons agité la solution pendant 2 heures, puis nous filtré la suspension à l'aide d'un papier filtre dans des fioles jaugée de 50ml, puis nous avons complété au trait de jauge avec l'eau distillée. Nous avons préparé ensuite une dilution de 1/10 en mettant 5ml de la solution extraite dans une fiole de 50ml, et compléter au volume avec l'eau distillée.

Après le passage de la gamme d'étalonnage (Annexe 01), passer l'échantillon au spectrophotomètre à flamme.

Le taux de potassium est donné par la formule suivante :

$$K = \frac{L \times D \times V \times 100}{C \times 1000 \times P} \quad \text{en meq/100g}$$

L : lecture correspondant à l'échantillon ;

C : coefficient d'étalonnage ;

D : inverse de rapport de dilution ;

V : le volume extrait (50 ml) ;

P : prise d'essai (5g).

**I-3- Matériel végétal : L'olivier (variété Chemlal)****❖ Systématique**

CRONQUIST (1981), classe l'olivier comme suit :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae.

Ordre : Scrophulariales.

Famille : Oleaceae.

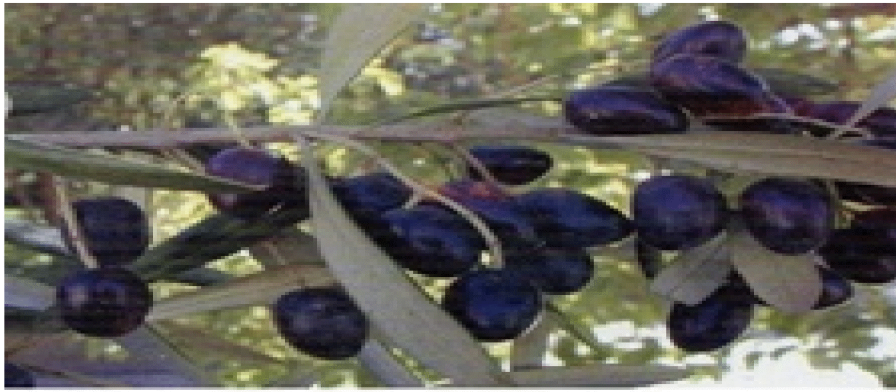
Genre : Olea.

Espèce : Olea europaea(L).1753.

**❖ Description de la variété chemlal**

L'olivier de la variété chemlal est un arbre rustique au feuillage persistant, aux branches noueuses, à l'écorce claire et au port buissonnant. La taille peut atteindre en moyenne jusqu'à 7 mètres de hauteur, et un tronc de 1,50 mètre de diamètre. C'est un arbre à tronc droit souvent fissuré. Les feuilles de cette variété sont opposées, simples, coriaces, de forme elliptique lancéolées, de longueur moyenne, dont la couleur est verte grisâtre avec des marges lisses et un pédoncule court .Le fruit est une drupe charnue de forme allongée, asymétrique dont le sommet est pointu et sa longueur peut atteindre jusqu'à 3.5cm (Loussert et brousse, 1978).

C'est une variété tardive, autostérile. Elle est associée à d'autres variétés qui assurent sa pollinisation comme Azeradj et Sigoise. Elle est Originnaire de la Kabylie, et elle occupe 40% du verger oléicole national. C'est une Variété destinée à la production d'huile dont le rendement varie entre 18 à 22 %.Sa Productivité est élevée et peu alternante.



**Figure 04:** Variété Chemlal (Originelle, décembre 2018)

### **I-3-1-Echantillonnage des olives**

La cueillette des olives a été faite à la main, au hasard autour des arbres sur trois parties des vergers le premier décembre 2018. Ces olives proviennent de 9 arbres choisies pour chaque région. Et nous avons récolté 5 kilogrammes d'olives par partie.

Les échantillons ont été transportés dans des caisses en plastiques aérées, après triage et stockage durant 3 jours avant trituration.

### **I-3-2-Extraction de l'huile d'olive**

Après lavage des olives, l'huile est extraite à froid par centrifugation à l'aide d'un oléo doseur au niveau de l'ITAF de Bejaia (Figure 05). Les échantillons obtenus sont conservés à une température de 4C° dans des flacons, à l'abri de la lumière et de la chaleur.



**Figure 05 :** Photographie d'un oléo doseur (Originelle, 2018)

#### I-4- Mesures pomologiques sur fruits

Quarante fruits de chaque échantillon sont pris au hasard pour mesurer leur largeur, longueur et leur poids. La longueur et la largeur des olives ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse.

Les olives ont été ensuite pesées, une à une, à l'aide d'une balance de précision. Les moyennes des pesées sont calculées pour chaque prélèvement.



**Figure 06 :** Mesure du poids des olives (laboratoire commun I, 2018).

### I-5-Indice de maturité

L'indice de maturité est déterminé sur la base de l'appréciation de la coloration de 100 olives qui sont prélevées au hasard pour chaque échantillon étudié. Ces olives sont réparties en 8 classes allant des olives à épiderme vert intense jusqu'aux olives à épiderme noir et pulpe entièrement foncée.

L'indice de maturité des olives est calculé comme suit :

$$I.M = \frac{A0+B1+C2+D3+E4+F5+G6+H7}{10}$$

Où A, B, C, D, E, F, G et H sont le nombre de fruits des classes 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 respectivement (Annexe 02)



**Figure 07** :Détermination de l'indice de maturité des olives (Laboratoire commun I, 2018)

### I-6-Analyses chimiques de l'huile d'olive

#### I-6-1-Indice d'acidité (IA)

Il est déterminé selon la méthode décrite dans le règlement COI/T.20/Doc. N° 34 relatif aux caractéristiques des huiles d'olives. Le principe de la détermination de l'acidité d'une huile est basé sur celui d'un dosage acido-basique.

Nous avons introduit 5 g d'huile dans 50 ml de solvants organiques (25 ml d'éthanol et 25 ml d'éther éthylique) et 0.15 ml (150 uL) d'un indicateur coloré (phénolphaléine). La solution

vire au rose persistant pour un volume de NaOH correspondant à l'équilibre acido-basique. Un essai témoin (sans matières grasses) a été réalisé dans les mêmes conditions.

L'acidité est exprimée en pourcentage en poids d'acide oléique, elle est égale à :

$$A(\%) = \frac{282.5 \times N \times V \times 100}{P \times 1000}$$

**282.5** : masse molaire de l'acide oléique.

**N**: normalité de la solution titrer NaOH (0.1N).

**V** : volume ml de NaOH titré.

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

### **I-6-2-Indice de peroxyde (IP)**

L'indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme de corps gras. Il est utilisé pour évaluer le degré d'oxydation des huiles. Il est déterminé conformément à la norme AFNOR NF T60-220 de décembre 1968.

Nous avons introduit 2 g d'huile dans une solution de 10 ml de chloroforme, 15 ml d'acide acétique et 1ml d'une solution saturée d'iodure de potassium est ajoutée. Après réaction pendant 5 min à l'obscurité, 75 ml d'eau distillée sont ajoutés et l'iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium 0,01 N en présence d'empois d'amidon comme indicateur. Un essai témoin (sans matières grasses) est réalisé dans les mêmes conditions.

L'indice de peroxyde (IP) est exprimé en meq d'O<sub>2</sub>/Kg de lipide :Il est déterminé selon la formule suivante :

$$IP = \frac{(v - v_0) \times N}{P} \times 1000$$

V<sub>0</sub> : volume (ml) de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.01N) nécessaire pour titrer l'essai à blanc.

V : volume (ml) de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.0 1N) nécessaire pour titrer l'échantillon.

P : prise d'essai (g) de l'échantillon

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

### **I-6-3-Indice d'iode**

L'indice d'iode est la masse d'iode en gramme nécessaire pour saturer les doubles liaisons contenues dans 100 g de matière grasse. Cette méthode est utilisée pour déterminer quantitativement l'insaturation globale d'huile d'olive. La détermination de l'indice d'iode a été effectuée selon la méthode décrite par (Thyrsine en 1980).

0,2 g d'huile est introduite dans un ballon à fond plat à laquelle nous avons ajouté 10 ml d'éthanol pur suivi d'une agitation. Puis nous avons additionné 10ml d'iode 0.2 N et agité afin de bien dissoudre. Nous avons ajouté ensuite 30 ml d'eau distillée et agité pendant 5 min, puis nous avons rincé les parois du ballon avec très peu d'eau distillée contenue dans une pissette. Nous avons titré ensuite le contenu du ballon avec le thiosulfate de Na 0,1 N jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune ensuite nous avons versé 1ml de la solution d'empois d'amidon au mélange dont la couleur vire au bleu violet foncé. La titration s'est poursuivie jusqu'à la disparition de cette coloration bleu violet foncé. En parallèle un essai à blanc (sans matière grasse) a été réalisé.

L'indice d'iode est donné par la formule:

$$I_2 = \frac{(v_1 - v) \times 0.0127}{M} \times 100$$

V<sub>1</sub> : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai à blanc en ml.

V : volume de thiosulfate de sodium utilisé pour la prise d'essai.

M : poids de la prise d'essai.

### **I-6-4- Teneur en chlorophylle et caroténoïde**

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

Le principe de cette méthode consiste à mesurer l'absorbance, à 670 nm pour les chlorophylles et à 470 nm pour les caroténoïdes d'un échantillon d'huile en solution dans le

cyclohexane. La détermination de la teneur en chlorophylle et en caroténoïde a été effectuée conformément à la méthode décrite par Minguez-mosquera et al (1996). Elle consiste à dissoudre 7,5 g d'huile dans 25 ml de cyclohexane. A la fin, nous avons effectué une lecture sur le spectrophotomètre à 670 nm et à 470 nm. Les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes exprimées en mg/kg.

- Peser 7,5g d'huile d'olive le dissoudre dans 25ml de cyclohexane ;
- Mesurer l'absorbance à 670nm et à 470.

Elle est donnée par les formules suivantes:

$$\text{Chlorophylle en (mg/kg)} = \frac{A(670).10^6}{613.100.d}$$

$$\text{Caroténoïdes en (mg/kg)} = \frac{A(470).10^6}{2000.100.d}$$

A : absorbance à la longueur d'onde indiquée.

d : épaisseur de la cuve en cm (1 cm).

## **I-7-Analyses physiques de l'huile d'olive**

### **I-7-1-Humidité de l'huile d'olive**

La teneur en eau et en matières volatiles d'un corps gras est définie comme étant la perte de masse subit par le produit après son chauffage à  $103\pm 2^\circ\text{C}$ , pendant un temps suffisamment court pour éviter l'oxydation, mais suffisamment long pour permettre l'élimination totale de l'eau, et exprimée en pourcentage en masse.

La détermination est décrite par la norme (AFNOR NF 606-201 d'octobre 1984).

Le principe consiste à chauffer une prise d'essai à  $103\pm 2^\circ\text{C}$  dans une étuve isothermique jusqu'à un poids constant. La détermination de la teneur en eau a été effectuée conformément à la norme ISO 662,1996. Nous avons d'abord procédé au séchage d'un bécher dans l'étuve à  $103^\circ$  pendant 30 mn. Après refroidissement

Après refroidissement, nous avons réglé l'étuve à  $103\pm 2^\circ\text{C}$  ; nous avons pesé 5g d'huile que nous avons introduite dans un bécher préalablement taré (m1). Ce dernier, contenant l'huile d'olive, est placé dans une étuve pendant 1 heure à  $103^\circ\text{C}$ . Puis, laisser refroidir dans un dessiccateur et peser (m2). Cette opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

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

$M_0$  : poids à vide d'un bécher.

$M_1$  : poids du bécher et la prise d'essai avant le chauffage à l'étuve.

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

### I-7-2-Humidité des olives

La détermination de la teneur en eau a été effectuée conformément à la norme du COI/OH/Doc.n°1.2011.

Nous avons broyé de l'échantillon d'olives dans un mortier, puis nous avons homogénéisé la pâte broyée sans séparer l'huile. Nous avons introduit 60 à 70 g de pâte dans un récipient préalablement taré, puis placé dans une étuve à circulation d'air chaud à 105°C. Faire refroidir l'échantillon dans un dessiccateur pendant 30 mn puis peser les échantillons chaque heure jusqu'à stabilité du poids, puis contrôler la perte d'humidité au moyen de la formule suivante:

$$H(\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

$m_0$ : masse (g) du récipient vide.

$m_1$ : masse (g) du récipient avec la prise d'essai avant le chauffage à l'étuve.

$m_2$  : masse (g) du récipient avec la prise d'essai après le chauffage à l'étuve.



**Figure 08 :** Différentes étapes de détermination du taux d'humidité des olives (Laboratoire commun I, 2018)

### I-7-3- Absorbance en ultra-violet

Cette méthode consiste à déterminer les absorbances à 232 nm et à 270 nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydroperoxydes et des produits secondaires d'oxydation. L'extinction spécifique est déterminée selon la méthode décrite par le(Règlement (CEE) N° 2568/91).

Nous avons Introduit 0,25 g (au mg près) dans une fiole jaugée de 25 ml, puis compléter avec le solvant spécifié (cyclohexane) et homogénéiser. L'absorbance des échantillons d'huiles est mesurée à deux longueurs d'ondes 232 et 270 nm. Les coefficients d'extinction à 232 et 270 nm sont exprimés par l'équation suivante :

$$A = \frac{A\lambda}{C \times S}$$

A = Extinction spécifique à la longueur d'onde  $\lambda$ .

$A\lambda$  = Densité optique à la longueur d'onde  $\lambda$ .

C = Concentration de la solution. (g/100 g)

S = Epaisseur de la cuve (1 cm).

Après la mesure de l'absorbance à 270nm, nous avons mesuré l'absorbance  $a_{\lambda_{\max}}$ ,  $\lambda_{\max+4}$  et  $\lambda_{\max-4}$ . Ces valeurs d'absorbance sont utilisées pour déterminer la variation de l'extinction spécifique  $\Delta K$ .

#### **Variation de l'extinction spécifique ( $\Delta K$ )**

La variation des valeurs absolues de l'extinction ( $\Delta K$ ) est donnée par la formule suivante:

$$(\Delta K) = I K m - (k \lambda m - 4 + K \lambda m + 4 / 2) I$$

#### **I-7-4-Analyse des esters méthyliques des acides gras**

L'analyse des esters méthyliques des acides gras a été effectuée à (L'I.N.A). Par chromatographie en phase gazeuse (CPG) à l'aide d'un chromatographe Chrompack CP 9002. Les esters méthyliques sont préparés par la méthode de Transestérification à froid au moyen d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium.

Dans une éprouvette à bouchon vissant de 5 ml, nous avons pesé environ 0,1 g de l'échantillon

D'huile. Nous avons ajoutée 2 ml d'heptane ou Hexane et agiter. Ajouter 0,2 ml de la solution méthanolique D'hydroxyde de potassium (2N), nous avons fermé à l'aide d'un bouchon muni d'un joint en PTFE, bien fermer et agiter énergiquement pendant 30 secondes. Laisser reposer jusqu'à ce que la partie supérieure de la solution devienne claire. Nous avons décantée la couche supérieure, qui est celle qui contient les esters méthyliques. La solution d'heptane est prête pour l'injection dans le chromatographe. Il est conseillé de maintenir la solution au réfrigérateur jusqu'au moment

De l'analyse chromatographique. Il n'est pas recommandé de stocker la solution pendant Plus de 12 heures. Les conditions opératoires sont présentées dans le tableau 01.

Tableau 01: Conditions opératoires pour l'analyse des esters méthyliques

<b>Conditions Chromatographiques pour esters méthyliques des huiles d'olive</b>	
Chromatographe	Chrompack CP 9002
Détecteur	FID (250C°)
Injecteur	SPLIT 1/100 (250C°)
Gaz vecteur	Azote
Colonne Capillaire	Cp Sil 8 CB(5%Phenyl+ 95%dimethylpolysiloxane)
Longueur	30 m
Diamètre intérieur	0,32 mm *0.25 UM
Épaisseur	0,25 µm
Injecteur	250°C
Détecteur	280°C
Four	150 C°----- 200 C° (4C°/mn)
Quantité injectée	0.8ul
Vitesse du papier	0.5 cm/ mn

Les acides gras sont identifiés en fonction de leur temps de rétention au niveau de la colonne par comparaison à des acides gras étalons. La détermination de la teneur de chaque acide gras identifié est faite par le calcul des aires des pics correspondant.

**I-8- Analyse statistiques des données**

Le logiciel utilisé pour le traitement des résultats est le Stat Box.

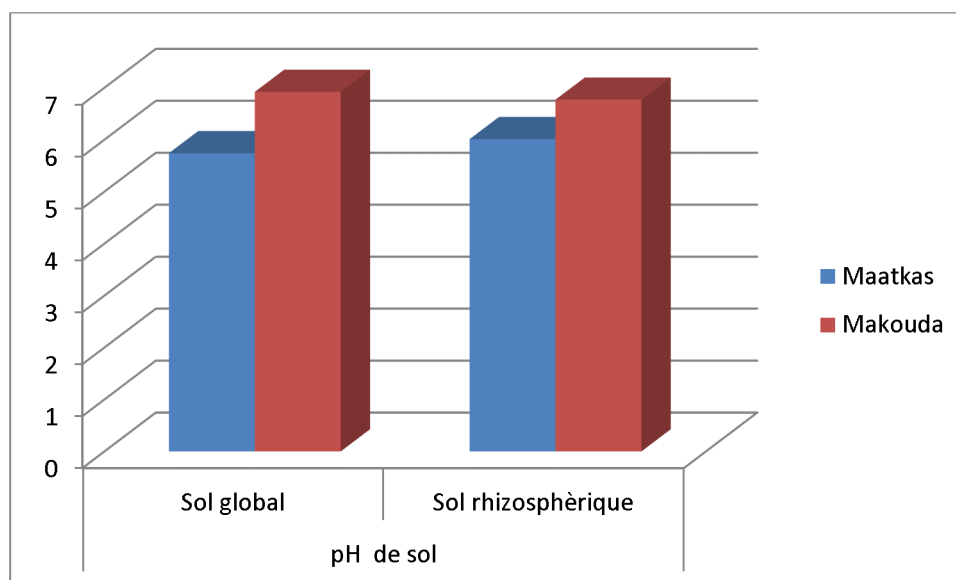
Les analyses de la corrélation entre les caractéristiques chimiques du sol et les indices de qualité de l'huile d'olive sont effectuées avec le logiciel TIBCO STATISTICA 13.3.

## II- Analyses chimiques du sol

Les résultats des analyses chimiques des sols étudiés de deux régions sont présentés comme suit:

### II-1- PH du sol

D'après les résultats, nous constatons que dans la région de Maatkas le sol global et rhizosphérique ils sont acide, par contre dans la région de Makouda le sol est neutre dans les deux sols (rhizosphérique et global).



**Figure 09 :** Variation du pH de deux sols différents dans les deux régions d'étude

Nous observons aussi que la valeur du pH du sol rhizosphérique est supérieure à celle du sol global dans la région de Maatkas. Cela est peut être du au prélèvement racinaire des cations à des quantités élevées de la solution du sol-racine par rapport aux anions, cela provoque un déséquilibre ionique compensé par la libération de protons dans la solution du sol entraînant l'acidification du milieu ce qui explique cette diminution (Chaignon ,2001).

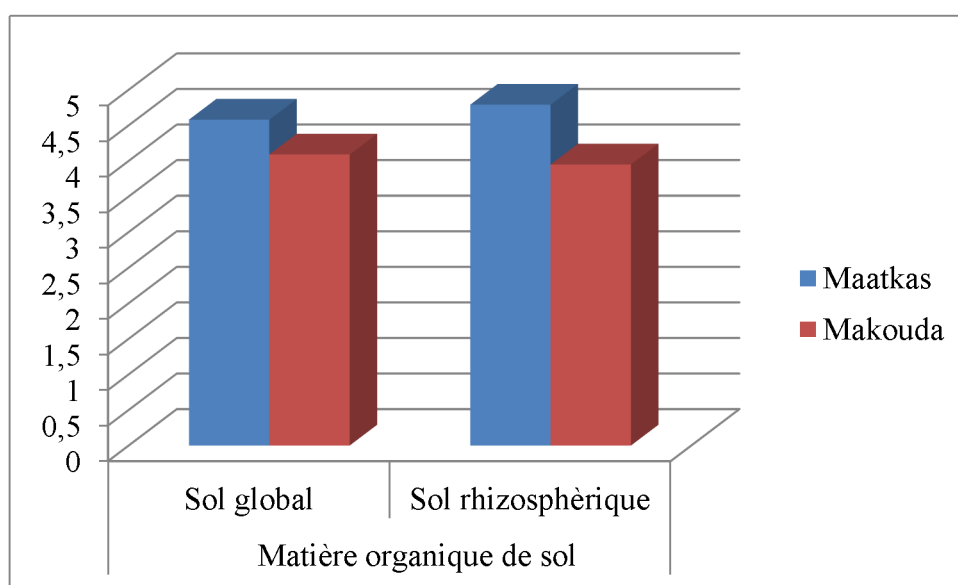
Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu'il Y'a un effet très hautement significatif pour le facteur station ( $P=0.00008$ ) et non significatif pour le facteur type de sol ( $P=0.65475$ ). (Annexe 03).

Le Test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, classe pH

Analysés en deux groupes homogènes : le pH de la région de Maatkas est classé dans le groupe (B) et celui de la région de Makouda dans le groupe (A). (Annexe 04).

## II-2-Carbone organique

D'après les résultats illustrés dans la figure 10, les sols étudiés sont classés dans la catégorie des sols faiblement humifères selon les normes du taux de matière organique dans un sol.



**Figure 10 :** Variation du taux de matière organique de deux sols différents dans les deux régions d'étude

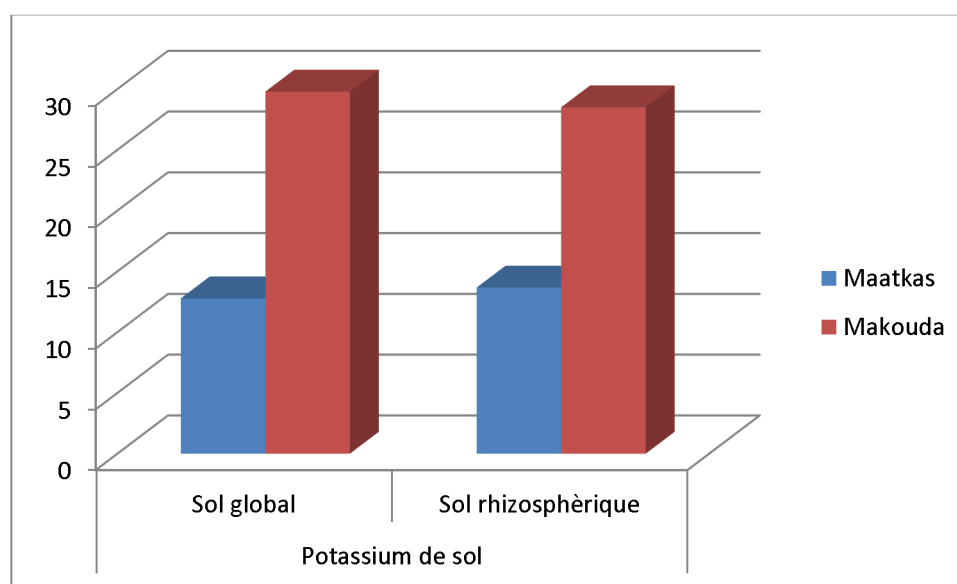
Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur région ( $P=0.11637$ ) et pour le facteur type de sol ( $P=0.92323$ ). (Annexe 05).

Une légère augmentation des taux de matière organique a été observée dans les sols Rhizosphériques par rapport aux sols globaux dans la région de Maatkas. Ce phénomène a été étudié par plusieurs auteurs : Cleyet-Marel et *al.* (2000) signale que la racine libère dans le sol des quantités considérables de composés carbonés qui enrichissent la fraction organique du sol. Par contre dans la région de Makouda le sol rhizosphérique a un taux de matière organique inférieure par rapport au sol global.

### II-3 Potassium

D'après les résultats illustrés dans la figure 11, nous remarquons que le taux de potassium dans des sols de la région de Makouda est très élevé par rapport aux sols de Maatkas. Cela est peut-être dû à la nature du sol ; le sol de la région de Makouda est de nature argileuse, riche en substances colloïdales, et donc à pouvoir tampon potassique élevé qui permet de maintenir constante la richesse de la solution du sol en potassium. Contrairement au sol de la région de Maatkas (sol argilo-limoneux), pauvres en substances colloïdales, donc à pouvoir tampon potassique faible.

Les résultats montrent aussi que la teneur en potassium est élevée dans le sol global de la région de Makouda par rapport au sol rhizosphérique. Cela peut être expliqué par une compétition pour l'absorption du potassium entre les racines des plantes adventives et celle de l'olivier par le phénomène du flux de masse qui entraîne une diminution de la concentration du potassium dans les sols rhizosphériques.

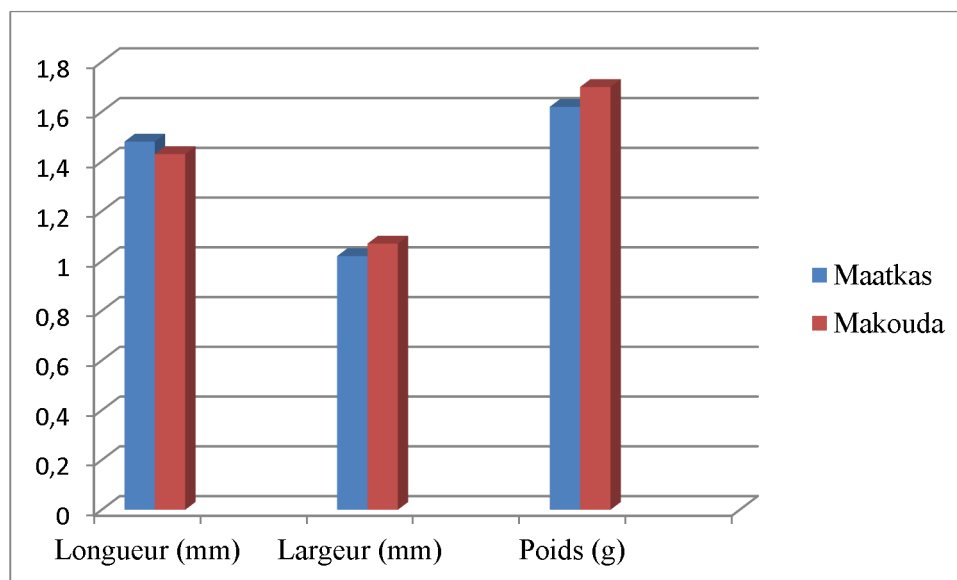


**Figure 11:** Variation du taux de potassium de deux sols différents dans les deux régions d'étude

Les résultats de l'analyse de la variance à deux critères de classification ont montré qu'il y'a un effet hautement significatif pour le facteur région ( $P=0.00648$ ) et non significatif pour le type de sol ( $P=0.96274$ ). (Annexe 06).

Le Test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, classe les valeurs du potassium des sols étudiés en deux groupes homogènes : le taux de potassium de la région de Makouda est classée dans le groupe (A), et celles de la région de Maatkas dans le groupe (B). (Annexe 07).

### III- Mesures pomologiques des fruits



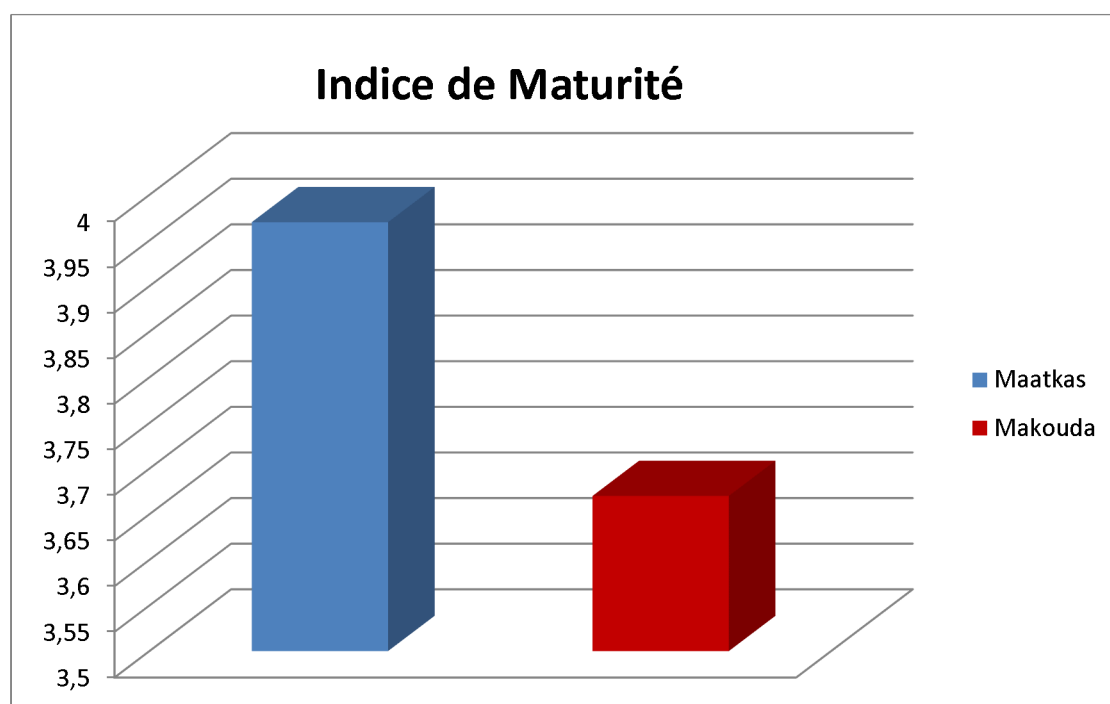
**Figure 12 :** Valeurs moyennes de la longueur, la largeur et le poids des fruits des échantillons d'olives étudiés.

Les résultats enregistrés dans la figure 12, montrent qu'il n'y a pas une grande différence de poids, de largeur et de longueur des fruits pour les deux régions Maatkas et Makouda.

Les valeurs des poids moyens des olives dans les deux régions sont inférieures aux normes du COI pour la variété chemlal. Cela est dû probablement au manque de pluviomètre pendant la période de l'activité physiologique des oliviers (campagne 2017-2018).

### IV- Indice de Maturité

D'après les résultats observés dans la figure 13, les indices de maturités des olives des deux régions rentrent dans les normes fixées par le COI /OH : Doc.n°1(2011). Cependant, une légère différence a été entre les indices de maturité des deux régions ; la région de Maatkas présente des valeurs d'indice de maturités légèrement supérieures à celles de Makouda. Cela est peut expliquer par le fait que le vergé de Maatkas est plus exposé à la lumière que le verger de Makouda.



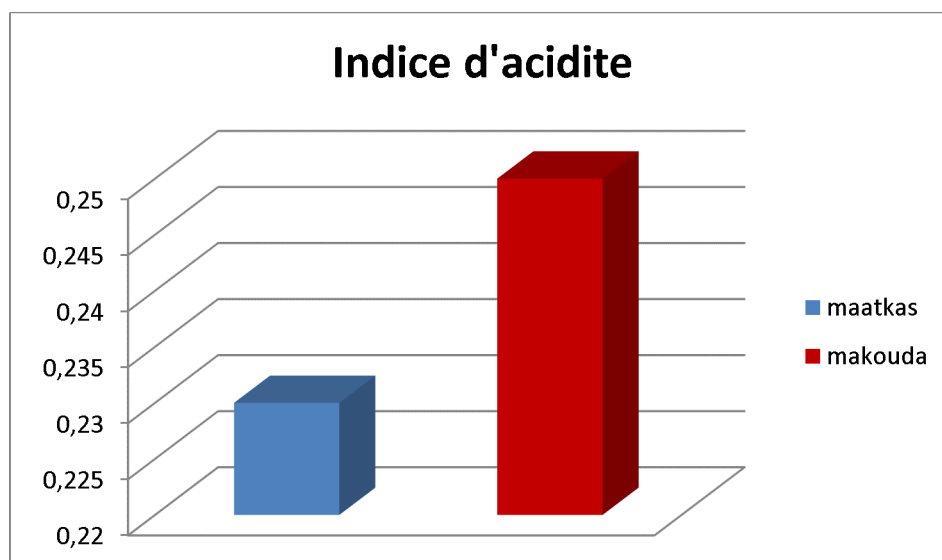
**Figure 13 :** Valeurs moyenne des indices de maturité de l'huile d'olive de la variété chemlal des deux régions.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station ( $P=0.37654$ ) (Annexe 08).

## V- Analyses chimiques de l'huile d'olive

### V-1 Indice d'acidité

D'après les normes du Conseil Oléicole International (2015) sur l'acidité libre. Nous constatons que les valeurs d'acidité libre des huiles d'olives des stations Maatkas et Makouda enregistrées sont conformes aux normes du conseil oléicole international et permet de les classer dans la catégorie des huiles d'olive vierges extra Figure 14.

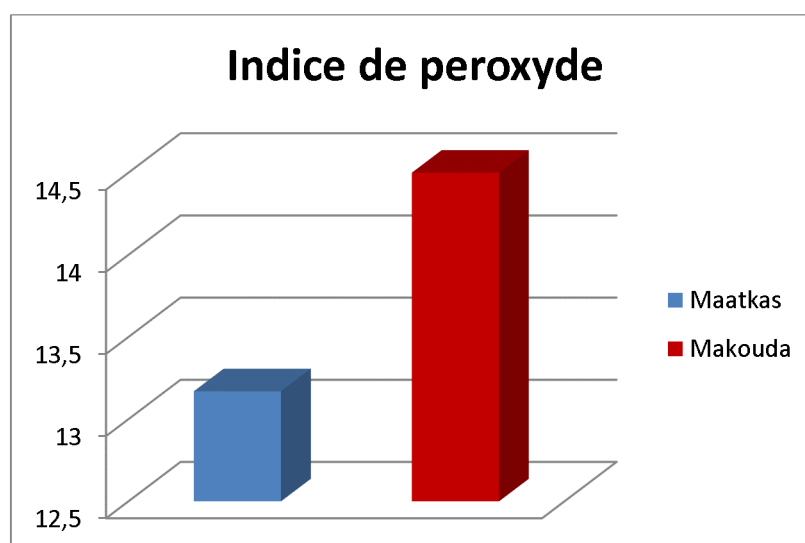


**Figure 14 :** Variation de l'indice d'acidité libre des huiles d'olive de la variété chemlal étudiées dans les deux régions d'étude.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station ( $P= 0.53603$ ). (Annexe 09).

### V-2 Indice de peroxyde

Les résultats consignés dans la figure 15 montrent que les valeurs obtenues répondent aux normes du COI (2015) qui recommande un indice de peroxyde inférieur ou égale à 20 meq d'O<sub>2</sub>/Kg.

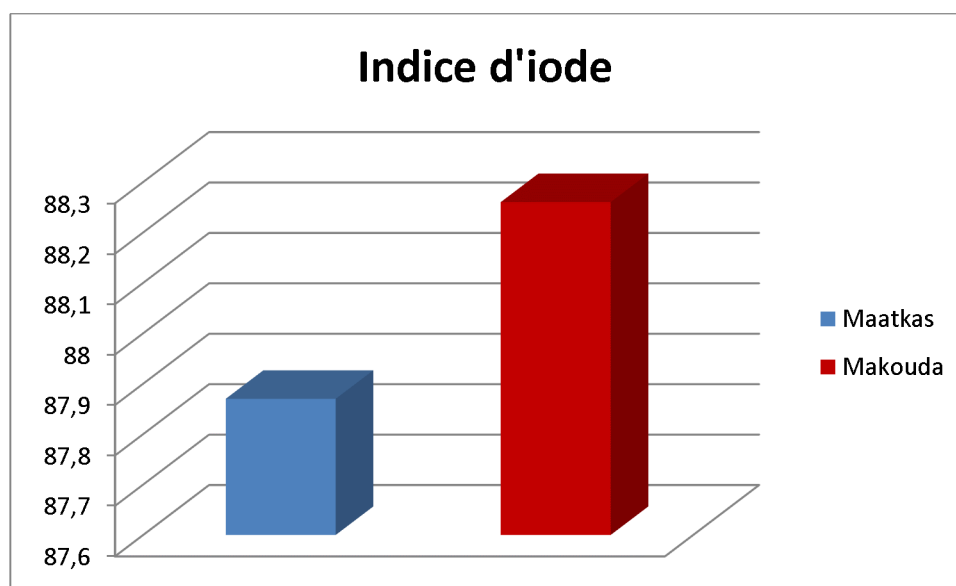


**Figure 15 :** Valeurs moyennes de l'indice de peroxyde des huiles d'olive dans deux régions d'étude.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station ( $P= 0.55767$ ). (Annexe 10).

### V-3- Indice d'iode

Les résultats de la figure 16 montrent que les valeurs d'indice d'iode de deux stations Maatkas et Makouda sont conformes aux normes fixées par le COI (2015) pour l'huile d'olive vierge extra qui prévoit des valeurs comprises entre 75 et 96 g/100g.

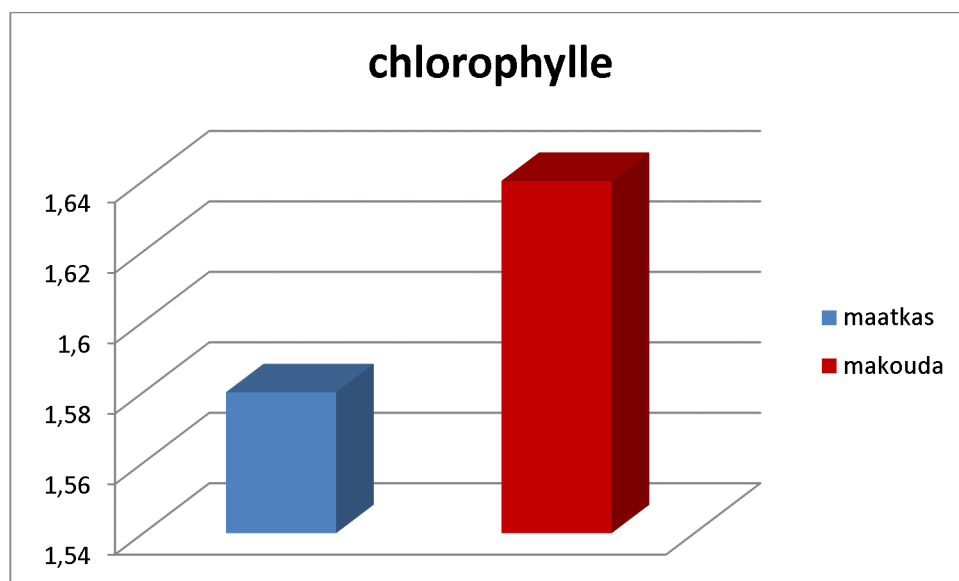


**Figure 16 :** Valeurs moyennes de l'indice d'iode des huiles des deux régions d'étude.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station ( $P= 0.92296$ ). (Annexe 11).

### V-4 La teneur en Chlorophylle

Les teneurs faibles en chlorophylles enregistrées dans les deux régions (Makouda et Maatkas) peuvent être expliquées par la dégradation de la chlorophylle sous l'action des chlorophyllases en phéophytines qui confère à l'huile sa couleur jaune (figure 17). Des études ont démontré que ces chlorophylles pigments majoritaires dans les olives, se dégradent rapidement au cours de la maturité des olives (Benrachou, 2013).

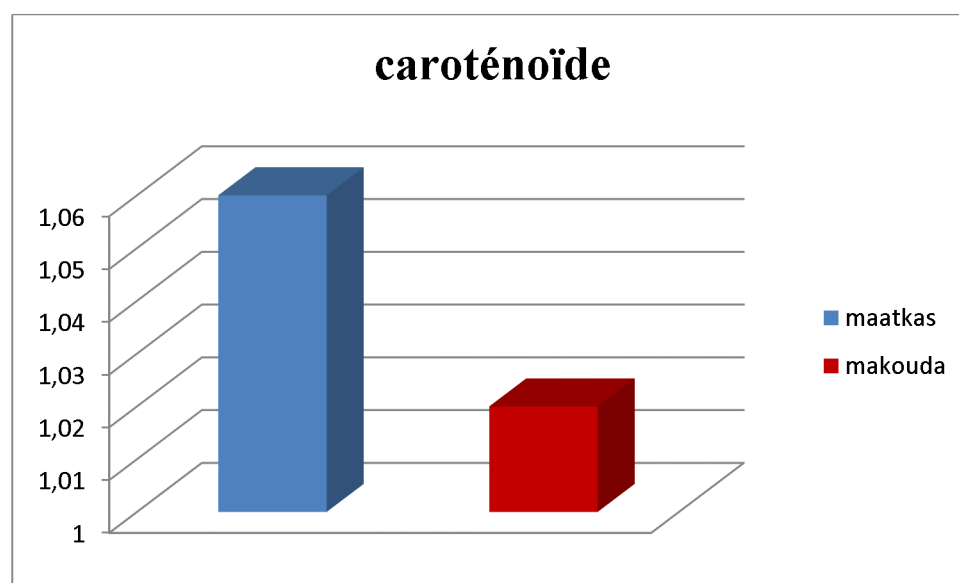


**Figure 17 :** Teneurs en chlorophylle exprimées en ppm des deux huiles d'olive étudiées.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station ( $P= 0.92296$ ). (Annexe 12).

#### V-5 Teneurs en caroténoïdes

Les teneurs en caroténoïdes dans les deux régions montrent qu'ils sont conformes aux normes fixées par le COI (2015).



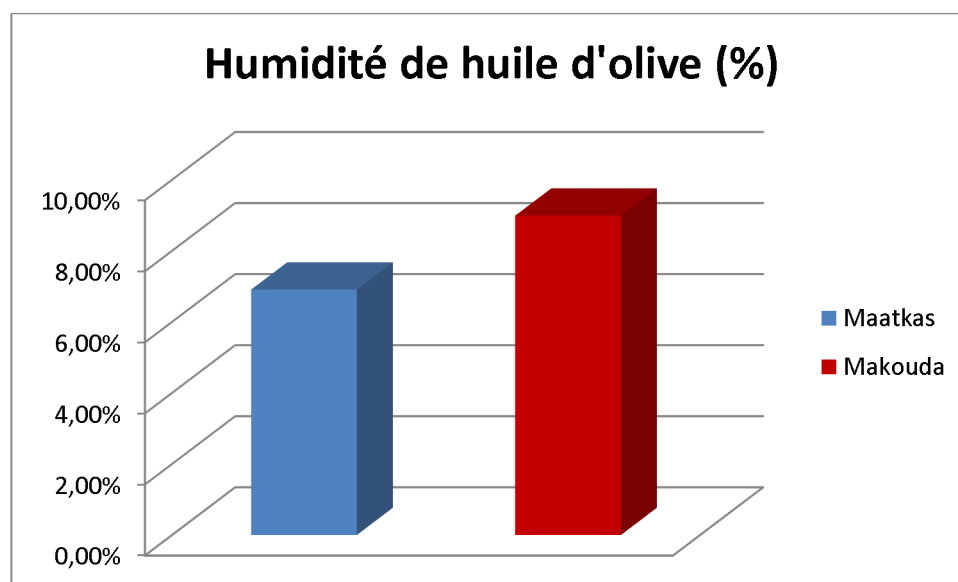
**Figure 18 :** Teneurs en caroténoïdes exprimées en ppm des deux huiles d'olive étudiées.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station ( $P= 0.86274$ ). (Annexe13).

## VI- Analyses physiques de l'huile d'olive

### VI-1 Taux d'humidité dans l'huile d'olive

D'après les résultats les taux d'humidité de huile d'olive des deux régions dépassent les normes établies par le COI (2015) et les teneurs sont plus élevées dans la région de Makouda par rapport à la région de Maatkas. Ces différences sont peut-être dues au système de décantation qui n'élimine pas complètement l'eau de végétation dans l'huile d'olive.

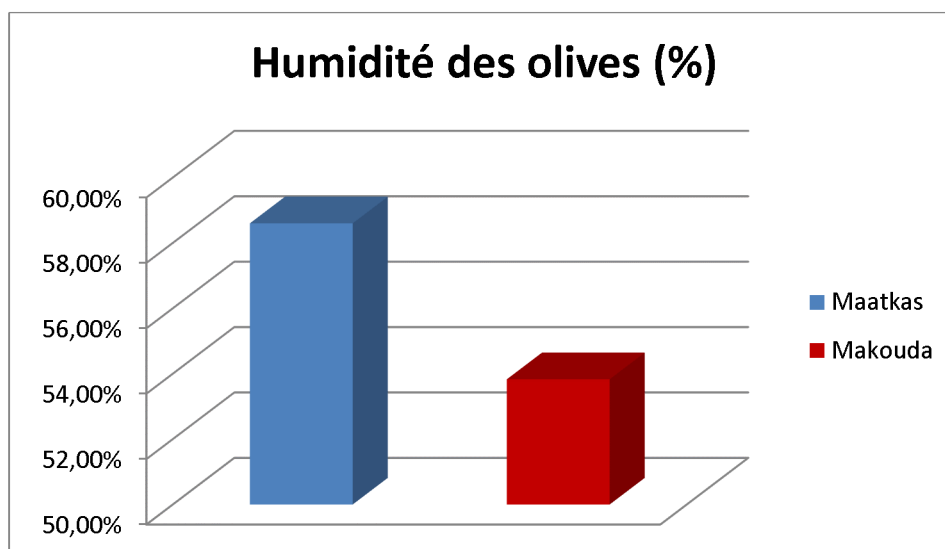


**Figure 19:** Moyennes des taux en humidité d'huile d'olive de la variété chemlal des échantillons analysés.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station et humidité d'huile d'olive ( $P= 0,83007$ ). (Annexe14).

### VI-2 Humidité des olives

L'ensemble des résultats montrant que les valeurs des taux d'humidité des olives sont conformes aux normes fixées par le COI (2015).

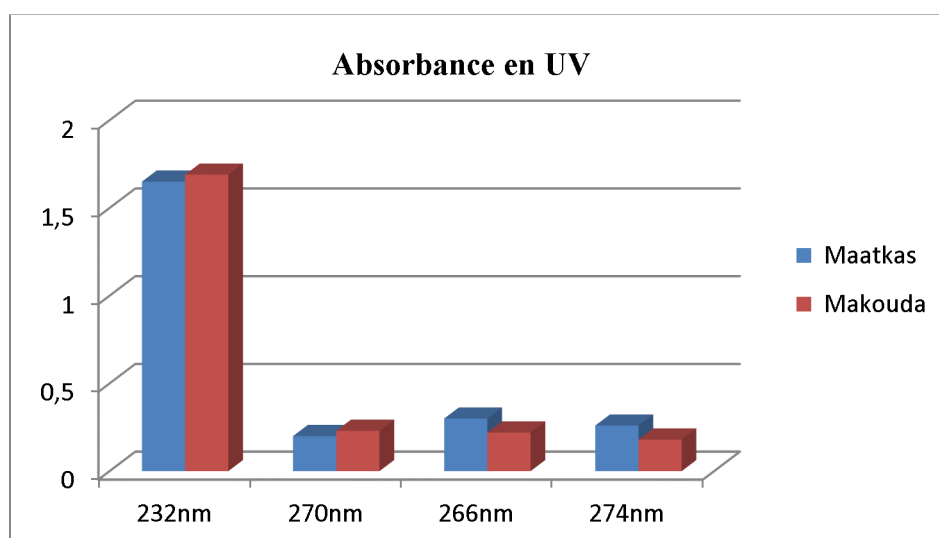


**Figure 20 :** Moyennes des taux d'humidité des olives de la variété chemlal des échantillons analysés.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur station et humidité des olives ( $P= 0,76048$ ). (Annexe15).

### VI-3 Absorbance dans l'ultra-violet

Les résultats montrent que les huiles d'olive de deux régions étudiées ont des valeurs d'absorbance spécifique en UV conformes aux normes accordées par COI (2015).



**Figure 21:** Extinction spécifique en l'UV et  $\Delta K$  des échantillons des huiles dans les deux régions d'étude.

Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n'y a pas d'effet significatif pour le facteur région et l'absorbance à 270 nm ( $P= 0.90454$ ). (Annexe16). Les résultats de l'analyse de la variance à un seul critère de classification ont montré qu'il n pas d'effet significatif pour le facteur station et l'absorbance à 232nm ( $P=0.70035$ ). (Annexe17).

#### **VI-4 Détermination de la Composition en acides gras des huiles d'olive**

Les résultats de l'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux, par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G) sur colonne capillaire, des huiles d'olive analysées sont présentés dans le tableau 02.

L'analyse des esters méthyliques des acides gras totaux, par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G), nous a permis d'identifier 10 composés d'acides gras dans chaque huile d'olive analysée.

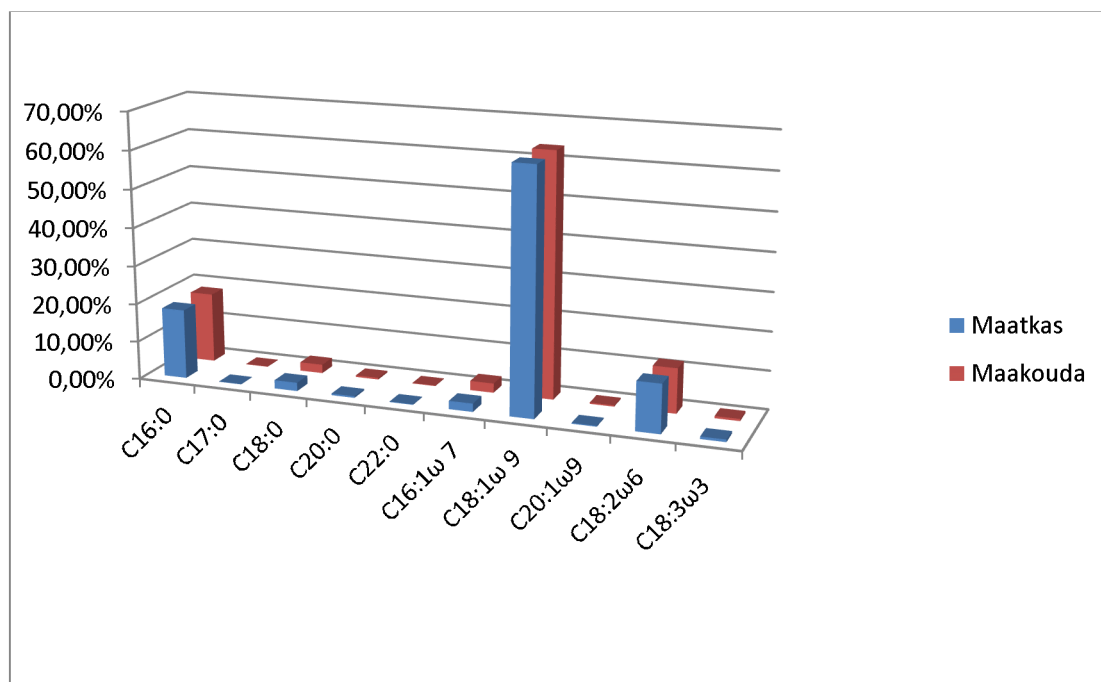
Tableau 02: Composition en acides gras des échantillons des huiles d'olive analysées

Acide gras	Dénomination	Maatkas	Makouda	Normes de COI huile d'olive extra vierge
Acide gras saturés	Acide palmitique C16:0	18,17%	18,28%	7,5-20%
	Acide margarique C17:0	0,09%	0,09%	≤0,3%
	Acide stéarique C18:0	2,20%	0,43%	0,5-5%
	Acide arachidique C20:0	0,42%	0,43%	≤0,6%
	Acide behénique C22:0	0,14%	0,13%	≤0,20%
	Totale	21,02%	21,20%	-
Acide gras mono insaturés	Acide palmitoléique C16:1 $\omega$ 7	2,16%	2,45%	≤0,60%
	Acide oléique C18:1 $\omega$ 9	63,12%	63,49%	55-83%
	Acide gondoïque C20:1 $\omega$ 9	0,36%	0,33%	≤0,4%
	Totale	65,64%	66,2%	-
Acides gras polyinsaturés	Acide linoléique C18:2 $\omega$ 6	12,63%	11,68%	3,5-21%
	Acidelinénique C18:3 $\omega$ 3	0,65%	0,56%	≤1%
	Totale	13,18%	12,24%	-

D'après les résultats obtenus, nous constatons que toutes les huiles d'olive analysées, présentent des taux d'acides gras conformes aux normes de C.O.I, 2015.

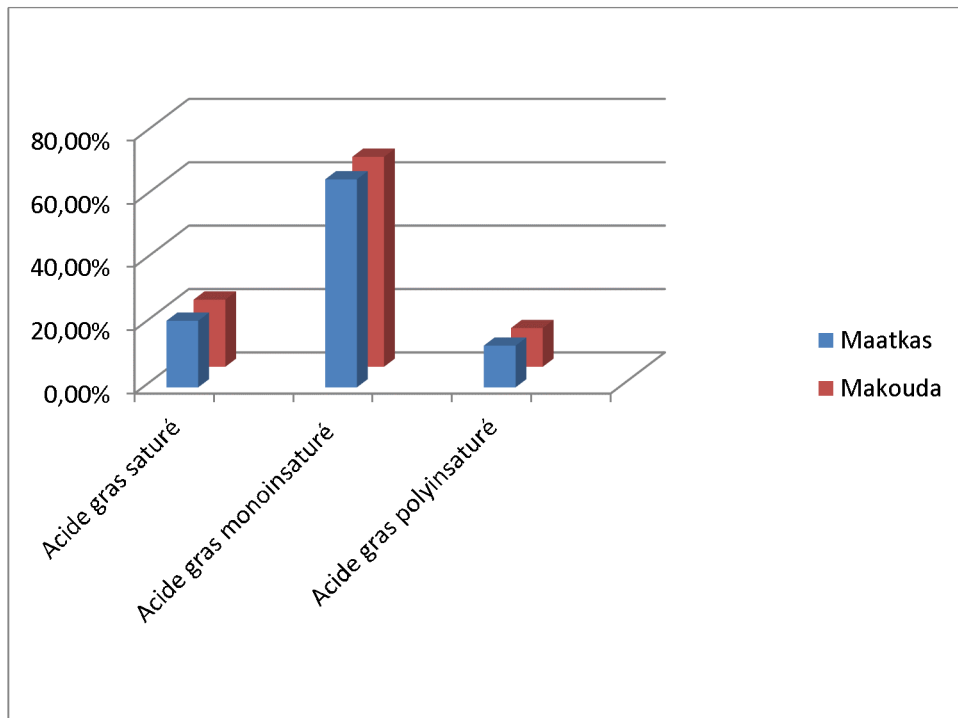
Les valeurs des taux des huiles en acide gras totaux des deux régions (Maatkas et Maakouda) ne sont pas significatives.

L'acide oléique est majoritaire avec des taux qui varient entre (63,12 et 63,49) %, suivi de l'acide palmitique (18,17 et 18,28%) et de l'acide linoléique 12,63 et 11,6%.



**Figure 22:** Valeurs moyennes des taux d'acides gras des échantillons des huiles d'olive de la variété chemlal analysés.

Les acides gras mono insaturés sont les plus représentés dans l'ensemble des huiles d'olives analysées, avec des taux de l'ordre de 65,64 et 66,27%. Le taux acides gras saturés et polyinsaturés sont présentés respectivement de l'ordre de 21,01 à 21,20 % et de 13,18 à 12,24%.



**Figure 23:** Valeurs des taux d'acides gras saturés (AGS), acide gras mono insaturés (AGMI) et acide gras polyinsaturés (AGPI) des différentes huiles d'olives analysées.

VII- Relation entre les propriétés du sol et les caractéristiques de l'huile d'olive et des olives

VII-1 Relation entre le pH du sol avec les caractéristiques de l'huile et des olives :

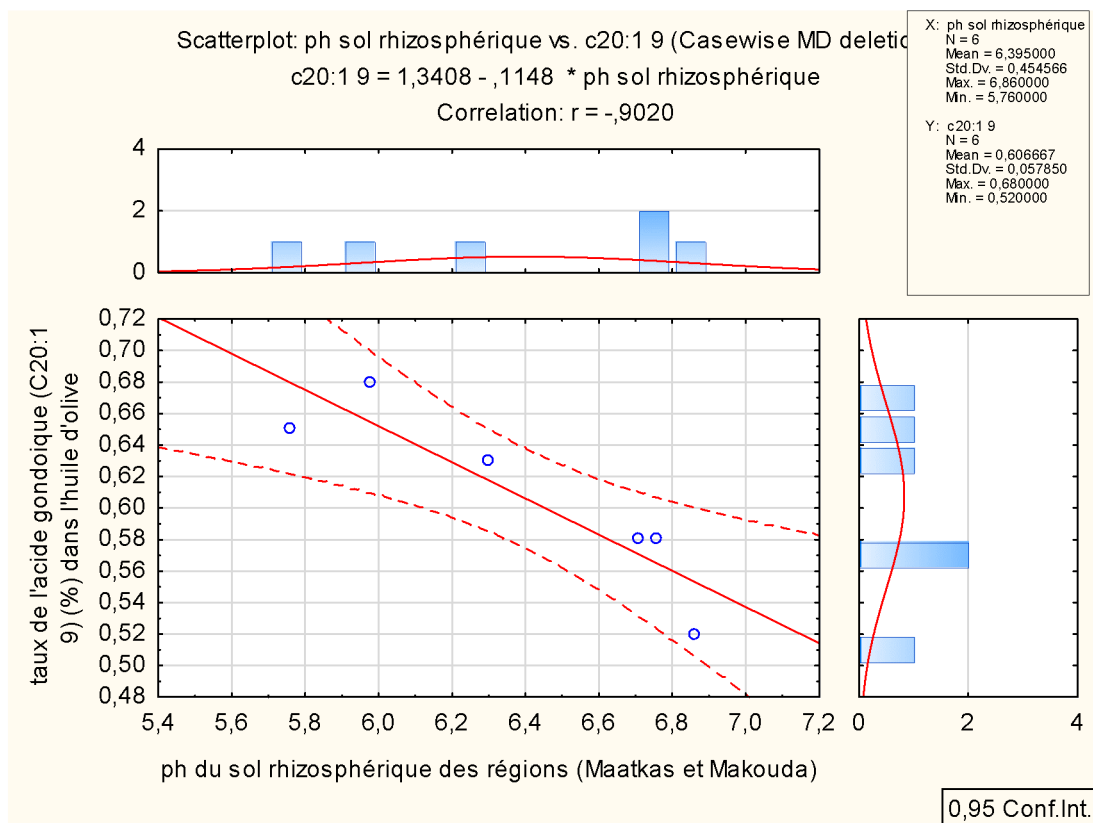
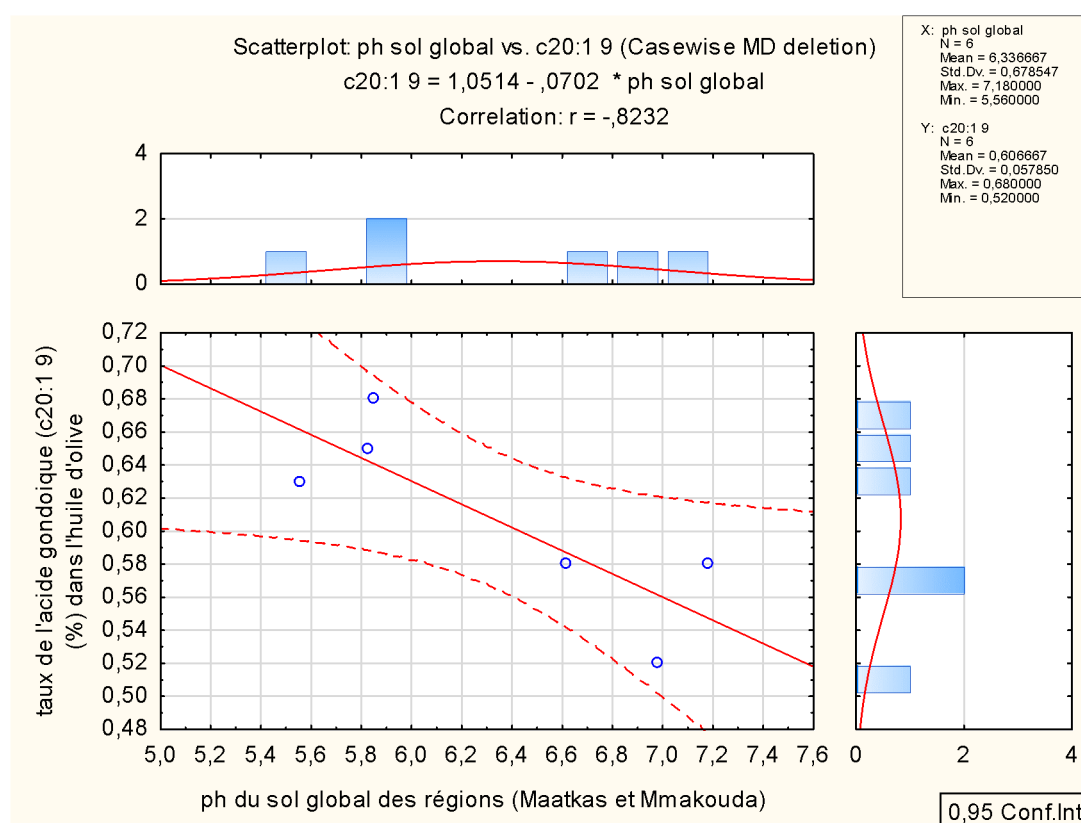


Figure 24 : Relation entre le pH du sol rhizosphérique et l'acide gondoïque.

Relation entre le pH du sol rhizosphérique des régions (Maatkas et Makouda) et le taux de l'acide gondoïque (C20 :1  $\varphi$  9) dans l'huile d'olive. ( $R_t = 0.7545$  pour  $N=6$  et  $\alpha = 5\%$ ).



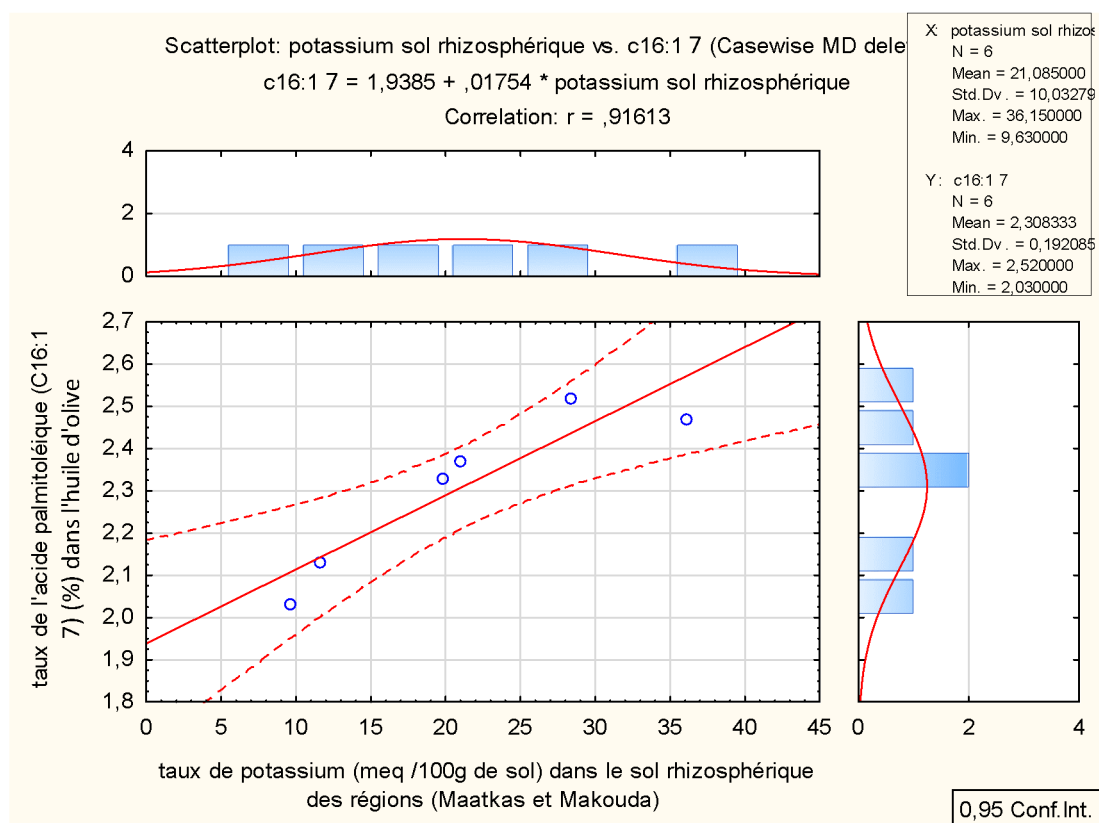
**Figure 25 :** Relation entre le pH du sol global et l'acide gondoïque.

Relation entre le pH du sol global des régions (Maatkas et Makouda) et le taux de l'acide gondoïque (C20 :1  $\omega$  9) dans l'huile d'olive. ( $R_t = 0.7545$  pour  $N=6$  et  $\alpha = 5\%$ ).

Les résultats montrent qu'il y'a une corrélation négative entre le pH des sols rhizosphérique et global avec le taux d'acide gondoïque dans l'huile d'olive dans les deux régions ; L'augmentation du pH dans le sol induit une diminution du taux d'acide gondoïque dans l'huile d'olive; qui doit être riche en cet acide pour assurer la bonne santé des consommateurs, c'est pour cette raison qu'il faut apporter de la matière organique autour de l'arbre ,pour acidifier le sol et augmenter ainsi le taux d'acide gondoïque dans l'huile d'olive dans les deux régions .

Les résultats des analyses statistiques ne révèlent aucune corrélation entre l'indice d'acidité, de peroxyde, d'iode, le taux de chlorophylles et caroténoïdes, les absorbances à 232 et 270 nm, l'humidité de l'huile et des olives, la largeur, la longueur et le poids des olives, ainsi que le taux d'acides gras dans l'huile d'olive excepté l'acide gondoïque.

### VII-2 Relation entre le taux de potassium dans le sol et les caractéristiques de l'huile et des olives :



**Figure (26) :** Relation entre le taux de potassium dans le sol rhizosphérique et l'acide palmitoléique

Relation entre le taux de potassium du sol rhizosphérique des régions (Maatkas et Makouda) et le taux de l'acide palmitoléique (C16 :1  $\varphi$  7) dans l'huile d'olive. ( $R_t = 0.7545$  pour  $N=6$  et  $\alpha = 5\%$ ).

D'après les résultats des analyses statistiques, il y'a une corrélation positive entre le taux de potassium dans le sol rhizosphérique et le taux d'acide palmitoléique dans l'huile d'olive dans les deux régions ; plus le sol s'enrichie en potassium, plus l'huile d'olive est riche en acide palmitoléique, par conséquent ,il faut apporter d'avantage du potassium dans le sol afin d'augmenter le taux d'acide palmitoléique dans l'huile d'olive dans les deux régions.

Les résultats statistiques révèlent aussi qu'il n'a aucune corrélation entre le taux de potassium dans le sol et les autres caractéristiques de l'huile et des olives (indice d'acidité, de peroxyde, d'iode, le taux de chlorophylles et caroténoïdes, les absorbances à 232 et 270 nm, l'humidité de l'huile et des olives, la largeur, la longueur et le poids des olives, ainsi que le taux d'acides gras dans l'huile d'olive excepté l'acide palmitoléique.

**VII-3- Relation entre le taux de matière organique dans le sol et les caractéristiques de l'huile et des olives**

Le taux de matière organique n'influence pas les caractéristiques de l'huile et des olives d'après les résultats des analyses statistiques. En effet, il n'y a pas de corrélation entre le taux de matière organique et les caractéristiques de l'huile et des olives dans les deux régions.

Au terme de notre travail sur l'effet des caractéristiques chimiques de sol sur la qualité d'huile d'olive produite dans la région de Maatkas et Makouda durant la campagne 2017 / 2018 nous pouvons tirer certains conclusion :

Les résultats de cette étude ont permis de donner une première appréciation de la qualité de l'huile d'olive de la variété chemlal et de l'effet de quelques paramètres chimiques du sol sur sa qualité.

Les échantillons étudié montre que les indices de maturités des olives des deux régions rentrent dans les normes fixées par le COI.

La détermination de l'acidité des échantillons de huile d'olive de la région Maatkas et Makouda, a permis de classer ces dernières dans la catégorie des huiles d'olives vierge extra.

Les huiles d'olive extraites à partir des échantillons étudiés ont enregistré des valeurs d'indice de peroxyde conformes aux normes du COI.

L'analyse de l'indice d'iode montre que les valeurs des résultats enregistrés, sont conformes a la norme établie par le COI (75 à 95 g /100g d'olive)

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse révèle que nos huiles sont riches en acide gras insaturés. Les acides gras mono insaturés sont les plus représentés, L'acide oléique est majoritaire, suivi de l'acide palmitique et de l'acide linoléique.

Les valeurs enregistrées des absorbances des huiles d'olive à 270 nm et 232 nm rentrent dans les normes établies par le COI.

La chlorophylle et les caroténoïdes ont un rôle important sur le plan couleur et par conséquent sur la valeur nutritionnelle de l'huile. Les huiles analysées ont montré des teneurs en chlorophylles et caroténoïdes conformes aux normes fixées par le COI.

Les taux en humidité d'huile d'olive des échantillons étudié dans les deux régions sont supérieure à la norme établies par le COI.

Pour les analyses du sol, les valeurs enregistrées du pH du sol indiquent que le sol de Maatkas est acide et le sol de Makouda est neutre.

Les résultats du taux de carbone organique dans les sols analysés révèlent quant à eux, que les sols des régions de Maatkas et Makouda sont faiblement humifères.

Pour le potassium des sols analysés, nos résultats montrent que le sol de la région de Makouda est riche en potassium par rapport au sol de Maatkas dont les résultats présentent des valeurs faibles.

D'après les résultats des analyse statistiques on déduire que les paramètres chimiques du sol a un effet sur la qualité de l'huile d'olive :

## Conclusion

---

Une corrélation négative entre le pH des sols rhizosphérique et global avec le taux d'acide gondoïque dans l'huile d'olive a été enregistrée dans nos résultats, l'augmentation du pH dans le sol induit une diminution du taux d'acide gondoïque dans l'huile d'olive.

D'après nos résultats, il y'a une corrélation positive entre le taux de potassium dans le sol rhizosphérique et le taux d'acide palmitoléique dans l'huile d'olive dans les deux régions ; plus le sol s'enrichie en potassium, plus l'huile d'olive est riche en acide palmitoléique.

Par conséquence, la qualité de l'huile d'olive est reliée à la qualité du sol, en effet l'augmentation du taux d'acide palmitoléique (C16:1 $\omega$ 7) et l'acide gondoïque (C20:1 $\omega$ 9) qui sont essentielles pour la sante des consommateurs, nécessite l'enrichissement du sol en matière organique et en potassium.

**CEE 2568/91** Communauté économique européenne. Règlement (CEE) N°2568/91 de la commission du 11 juillet 1991. Relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes d'analyse y afférentes : 27-30.

**Chaignon V.2001** : biodisponibilité du cuivre dans la rhizosphère des différentes plantes cultivées. Cas des sols viticoles contaminés par les fongicides. Thèse présentée pour l'obtention du grade de docteur de l'université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille. 165P.

**Cleyet-Marel J.C. et Hinsinger P.2000** : le sol milieu vivant, un territoire qui reste à découvrir et à valoriser. OCL. Vol.n°60P :490-493.

**COI, (2015)** conseil oléicole international .norme commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive

**COI/OH/Doc.n°1,2011** : Guide pour la détermination des caractéristiques des olives a huile

**Lazzeri Y, (2009)** .Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne.

L'olivier en méditerranée. Conférence centre culturel Français de Tlemcen – Algérie.

**Loussert R., Brousse G. (1978)**. L'olivier ; Ed. G.P. Maisonneuve et Larose. Paris, 462 p.

MINGUEZ-MOSQUERA M-I et ROJAS B, (1996). Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various spanish olive varieties. J . Sci Food Agric.N°, PP : 31-39.

**Benrachou N. (2013)**. Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de doctorat, option : biochimie appliquée. p 45

**Annexe (01) : Préparation de la gamme d'étalonnage**

Le dosage du potassium au spectrophotomètre à flamme nécessite d'étalonner l'appareil de mesure la gamme d'étalonnage est préparé de la façon suivante :

Solution mère à 1000 ppm : introduire 1,907g de KCl dans une fiole jaugée de 1000ml, bien agiter et compléter au volume.

Solution fille à 100 ppm : prendre 10ml de la solution mère, les introduire dans une fiole de 100ml, compléter au volume.

Solution d'étalonnage : prendre des fioles de 100ml et introduire les volumes suivants :

<b>Solution N° de la solution fille à 100 ppm</b>	<b>Nombre de ml à prendre en ppm</b>	<b>Concentrations obtenus</b>
1	0,5	0,5
2	1	1
3	2	2
4	4	4
5	8	8
6	12	12
7	16	16
8	20	20

- Compléter au trait de jauge avec la solution d'acétate d'ammonium ou avec de l'eau distillée.
- Passer la gamme d'étalonnage au spectrophotomètre et noter la lecture obtenue pour chaque concentration.

**(Annexe 02) : Détermination de l'indice de maturité**

Classe 0 : peau vert intense

Classe 1 : peau vert jaunâtre

Classe 2 : peau verte avec des taches rougeâtres sur moins de la moitié du fruit : début de la véraison

Classe 3 : peau rougeâtre ou violette sur plus de la moitié du fruit : fin de la véraison

Classe 4 : peau noire et pulpe blanche

Classe 5 : peau noire et pulpe violette sans atteindre le centre de la pulpe

Classe 6 : peau noire et pulpe violette sans atteindre le noyau

Classe 7 : peau noire et pulpe violette sur toute la pulpe jusqu'au noyau

**Annexe 03 : Analyse de la variance du pH sol**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,346	11	0,304				
VAR.FACTEUR 1	2,833	1	2,833	60,799	0,00008		
VAR.FACTEUR 2	0,01	1	0,01	0,219	0,65475		
VAR.INTER F1*2	0,13	1	0,13	2,795	0,13057		
VAR.RESIDUELLE 1	0,373	8	0,047			0,216	3,39%

**Annexe 04 : TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5% pour le pH du sol**

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2.0	makouda	6,852	A
1.0	Maatkas	5,88	B

**Annexe 05 : Analyse de la variance de matière organique du sol**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4,977	11	0,452				
VAR.FACTEUR 1	1,347	1	1,347	3,05	0,11637		
VAR.FACTEUR 2	0,004	1	0,004	0,009	0,92323		
VAR.INTER F1*2	0,094	1	0,094	0,212	0,65988		
VAR.RESIDUELLE 1	3,533	8	0,442			0,665	15,26%

**Annexe 06 : Analyse de la variance de potassium du sol**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1219,568	11	110,87				
VAR.FACTEUR 1	760,341	1	760,341	13,353	0,00648		
VAR.FACTEUR 2	0,124	1	0,124	0,002	0,96274		
VAR.INTER F1*2	3,565	1	3,565	0,063	0,80321		
VAR.RESIDUELLE 1	455,539	8	56,942			7,546	35,62%

**Annexe 07 : TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5% pour le potassium du sol**

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2.0	makouda	29,147	A
1.0	Maatkas	13,227	B

**Annexe 08 : Analyse de la variance de l'indice de maturité**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,707	5	0,141				
VAR.FACTEUR 1	0,141	1	0,141	0,997	0,37654		
VAR.RESIDUELLE 1	0,566	4	0,142			0,376	9,85%

**Annexe 09 : Analyse de la variance de l'indice d'acidité**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,009	5	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,001	1	0,001	0,466	0,53603		
VAR.RESIDUELLE 1	0,008	4	0,002			0,045	18,71%

**Annexe 10 : Analyse de la variance de l'indice de peroxyde**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	28,333	5	5,667				
VAR.FACTEUR 1	2,667	1	2,667	0,416	0,55767		
VAR.RESIDUELLE 1	25,667	4	6,417			2,533	18,31%

**Annexe 11 : Analyse de la variance de l'indice d'iode**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	93,262	5	18,652				
VAR.FACTEUR 1	0,228	1	0,228	0,01	0,92296		
VAR.RESIDUELLE 1	93,034	4	23,258			4,823	5,48%

**Annexe 12 : Analyse de la variance de chlorophylle**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,29	5	0,058				
VAR.FACTEUR 1	0,005	1	0,005	0,076	0,79041		
VAR.RESIDUELLE I	0,284	4	0,071			0,267	16,60%

**Annexe 13 : Analyse de la variance de caroténoïde**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,24	5	0,048				
VAR.FACTEUR 1	0,002	1	0,002	0,031	0,86274		
VAR.RESIDUELLE I	0,238	4	0,06			0,244	23,44%

**Annexe 14 : Analyse de la variance d'humidité d'huile**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	542,747	5	108,549				
VAR.FACTEUR 1	6,469	1	6,469	0,048	0,83007		
VAR.RESIDUELLE I	536,278	4	134,07			11,579	145,68%

**Annexe 15 : Analyse de la variance d'humidité des olives**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V
VAR.TOTALE	1373,507	5	274,702				
VAR.FACTEUR 1	34,177	1	34,177	0,102	0,76048		
VAR.RESIDUELLE I	1339,331	4	334,833			18,298	32,55%

**Annexe 16 : Analyse de la variance dans l'ultra-violet à k270nm**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,087	5	0,017				
VAR.FACTEUR 1	0	1	0	0,015	0,90454		
VAR.RESIDUELLE I	0,087	4	0,022			0,147	74,44%

**Annexe 17 : Analyse de la variance dans l'ultra-violet à k232nm**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2,461	5	0,492				
VAR.FACTEUR 1	0,1	1	0,1	0,169	0,70035		
VAR.RESIDUELLE I	2,361	4	0,59			0,768	50,55%

## Résumé

Les propriétés chimiques du sol ont une importance à l'interface de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales en relation avec l'olivier. En effet, l'incorporation des éléments minéraux dans le sol permettent d'améliorer la fertilité du sol. Nous avons une bonne connaissance de l'influence certains facteurs sur la qualité et le rendement en huile d'olive notamment la période de récolte, le mode d'extraction, l'entretien du verger, ..etc. En revanche, il reste à déterminer comment d'autres facteurs comme le facteur pédologique module l'effet des propriétés chimiques du sol sur la qualité de l'huile d'olive dans les régions de Matas et Makouda.

L'objectif de ce travail est de déterminer l'effet des propriétés chimiques du sol en interaction avec le facteur région et le type du sol (rhizosphérique et global) et sur les caractéristiques de l'huile d'olive.

Dans un premier temps, nous avons déterminé, en conditions contrôlées, l'effet de la région sur les paramètres physico-chimiques l'huile. Les résultats ont révélé que les huiles d'olives analysées sont de bonne qualité puisque les valeurs des indices de qualité rentrent dans les normes fixées par le Conseil Oléicole International.

Dans un second temps, nous avons étudié l'influence du type de sol sur sa composition en potassium, matière organique. Les résultats ont montré le sol de Maatkas est acide et le sol de Makouda est neutre.

Les résultats du taux de carbone organique dans les sols analysés révèlent quant à eux, que les sols des régions de Maatkas et Makouda sont faiblement humifères.

Pour le potassium des sols analysés, nos résultats montrent que le sol de la région de Makouda est riche en potassium par rapport au sol de Maatkas dont les résultats présentent des valeurs faibles.

Parallèlement, nous avons étudié la relation entre les propriétés chimiques du sol et les caractéristiques de l'huile d'olive. nous avons confirmé l'effet important de l'apport du potassium et de la matière organique sur l'augmentation du taux d'acide palmitoléique (C16:1 $\omega$ 7) et de l'acide gondoïque (C20:1 $\omega$ 9) dans l'huile d'olive ; Des acides essentiels pour la santé des consommateurs.

**Mots clés :** Qualité de l'huile d'olive, analyse physico-chimiques, sol rhizosphérique, sol global, corrélation, région.