

## **Caractérisation et détermination de la composition en acides gras, en stérols et en tocophérols de l'huile végétale extraite des graines d'oignon rouge de Doukkala**

**Mohammed AIBOUDI\*, Ghizlane FEKAR et Lahboub BOUYAZZA**

*Laboratoire de Chimie Appliquée et Environnement, Université Hassan I<sup>er</sup>,  
Faculté des Sciences et Techniques BP 577 Settat 26000, Maroc*

\* Correspondance, courriel : [aiboudimed@yahoo.com](mailto:aiboudimed@yahoo.com)

### **Résumé**

La caractérisation physico-chimique et la détermination de la composition en acide gras, en stérols et en tocophérols de l'huile végétale extraite des graines de l'oignon rouge *Allium cepa* L., qui appartient à la variété d'oignon rouge de Doukkala, récoltées à Agdana située à l'ouest de la région de chaouia pendant le mois de juillet 2012. L'analyse de la composition des acides gras, de l'huile des graines obtenue par extraction au moyen de l'hexane, déterminée par chromatographie en phase gazeuse (CPG), montre une prédominance de l'acide linoléique (46,9 %) et de l'acide oléique (37,2 %). L'analyse des stérols par CPG révèle que l'huile des graines de l'oignon contient 96,4 mg/kg de stérols dont 64,2 % de  $\beta$ -sitostérol et 16,2 % de Campesterol. L'analyse des tocophérols de cette huile par HPLC donne un taux de 370.64 mg/kg de tocophérols avec une prédominance de  $\alpha$ -tocophérol (35,4 %).

**Mots-clés :** *huile végétale, oignon rouge, acides gras, stérols, tocophérols, acide linoléique,  $\beta$ -sitostérol.*

### **Abstract**

#### **Characterization and determination of the composition in fatty acids, sterols and tocopherols of vegetable oil extracted from red onion of Doukkala**

Physico-chemical characterization and determination of the composition in fatty acids, sterols and tocopherols of vegetable oil extracted from the seeds of red onion *Allium cepa* L., which belongs to a variety of red onion of Doukkala, harvested at Agdana located on the West of the region of chaouia in the month of July 2012. The analysis of the composition of the fatty acid, of oil seed obtained by extraction with hexane, determined by gas chromatography (CPG), shows a predominance of Linoleic acid (46.9 %) and oleic acid (37.2 %). Analysis of sterols by CPG reveals that seeds oil contains 96.4 mg/Kg of sterols including 64.2 % of  $\beta$ -sitosterol and 16.2 % of Campesterol. The analysis of tocopherols of this oil by HPLC gives a rate of 370.64 mg/kg of tocopherols with a predominance of  $\alpha$ -tocopherol (35.4 %).

**Keywords :** *vegetable oil, red onion, fatty acids, sterols, tocopherols, linoleic acid,  $\beta$ -sitostérol.*

## 1. Introduction

L'oignon rouge de Doukkala est une espèce herbacée, vivace par son bulbe unique, cultivée comme une plante annuelle ou bisannuelle. C'est une plante qui atteint une hauteur de 50 à 100 cm. Ces feuilles de couleur verte sont cylindriques, et creuses. Sa tige florale dressée est également creuse et présente un renflement vers sa base. Son bulbe est relativement gros, de forme sphérique, parfois plus ou moins aplati. Ses fleurs petites (de 4 à 5 mm de large), de couleur blanche, sont regroupées en une ombelle sphérique, en position terminale sur la tige. Les fleurs ont une symétrie trimère, à trois sépales, trois pétales et six étamines. L'ovaire unique est divisé en trois loges. Le fruit est une capsule s'ouvrant par trois valves, libérant chacune généralement deux graines. Cette plante possède un bulbe qui lui permet de se reproduire. L'oignon est consommé depuis longtemps par les humains. Au Maroc environ 400 000 tonnes sont produites dont 20 % environ de l'oignon rouge de Doukkala [1]. La médecine a montré de meilleurs bienfaits de l'oignon d'une manière générale et de l'oignon rouge d'une manière particulière. Plus récemment, de nombreuses études confirment les pouvoirs extraordinaires de cette plante potagère. Aujourd'hui on reconnaît à l'oignon de très fortes propriétés antioxydantes [2]. Il est très riche en une grande variété d'agents protecteurs du cancer. Il est particulièrement riche en quercétine [3], un antioxydant protecteur très efficace dans la prévention des cancers du tube digestif [4].

L'oignon est particulièrement indiqué pour le patient pléthorique bouffi ou œdémateux, dyspeptique, diabétique [5 - 7], prostatique. Il exerce une activité anti-inflammatoire, antiallergique [8], et contribue à prévenir certains cancers. Son activité antiseptique et anticatarrhale [9] le rend utile en cas de rhume. Son activité antiagrégant plaquettaire semble insuffisante *in vivo*. Il est aussi neuroprotecteur [10] et freine l'activité ostéoclastique. L'oignon est dû à ses propriétés qui empêchent la prolifération des cellules cancéreuses mais également parce qu'il anéantit les bactéries nuisibles qui peuvent déclencher un cancer de l'estomac [11]. Les graines d'oignon rouge broyées sont utilisées dans la médecine traditionnelle marocaine pour traiter les crises d'asthme [12]. Néanmoins, les données sont insuffisantes en ce qui concerne l'utilisation et l'étude de l'huile végétale des graines de l'oignon qui reste encore non valorisée. Ce travail vise donc la valorisation, la détermination de sa composition en acides gras, en stérols et en tocophérols de la fraction insaponifiable [13, 14] et l'étude des caractéristiques physicochimiques de l'huile des graines de l'oignon rouge de Doukkala de la région de Chaouia.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Matériel végétal

La récolte du lot des graines de l'oignon rouge de Doukkala a été effectuée à Agdana situé à l'ouest de la région de Chaouia pendant le mois de juillet 2012 à l'ouest du Maroc. Les graines ont été séparées de leurs enveloppes, débarrassées de toutes les impuretés, séchées à l'abri du soleil, puis elles sont placées à l'étuve pendant 4 h à 55°C, ensuite elles sont broyées finement et conditionnées à 25°C dans du papier aluminium avant l'extraction de l'huile.

### 2-2. Extraction de l'huile

L'huile non conventionnelle des graines de l'*Allium cepa* L. rouge de Doukkala a été obtenue par extraction [15] de la poudre des graines finement broyées. 100 g de la poudre obtenue est mise dans un ballon rodé de 500 mL puis 300 mL d'hexane sont ajoutés. Le mélange est porté à reflux durant 20 mn puis abandonné sous agitation durant 12 heures. Le filtrat est ensuite évaporé afin d'éliminer les traces d'hexane au moyen du rotavapeur. L'huile obtenue a été conditionnée dans une bouteille sombre et sous atmosphère inerte.

### 2-3. Caractérisation physico-chimique de l'huile

Les caractéristiques physico-chimiques d'huile étudiée, en particulier, l'indice d'acidité, l'indice de réfraction, l'indice de peroxyde, l'indice d'iode ainsi que l'indice d'ester ont été déterminés selon des méthodes normalisées par l'AFNOR.

### 2-4. Détermination de la composition en acides gras par CPG

#### 2-4-1. Préparation des esters méthyliques des acides gras

Les esters méthyliques ont été préparés selon le protocole de la norme NF T60-233. Pour déterminer la composition en acides gras, 1 µL d'une solution hexanique d'esters méthyliques a été injecté dans un chromatographe (Larus 580 GC\_G12086 équipé d'une colonne de type PFlow-N2 dont les caractéristiques sont : 30 m de longueur, 0,32 mm de diamètre interne et un film de 0,25 µm d'épaisseur. L'injecteur était en mode split, ratio 1/80 mis à la température de 260°C. Le gaz vecteur était l'hélium de débit 1,5 mL/mn. Le détecteur à ionisation de flamme est porté à 280°C. La programmation de la température du four était de 100°C pendant 2 mn suivi d'une augmentation de 6°C/mn jusqu'à 240°C. L'identification des pics a été faite par comparaison des temps de rétention d'esters méthyliques d'acides gras d'huiles végétales comme l'huile d'olive, l'huile de tournesol et l'huile de palme, injectées dans les mêmes conditions opératoires. Chaque injection était reprise trois fois dans les mêmes conditions opératoires.

#### 2-4-2. Détermination des stérols totaux

##### 2-4-2-1. Détermination de la teneur en insaponifiable

La teneur en insaponifiable a été déterminée selon la méthode de l'IUPAC [16].

##### 2-4-2-2. Préparation de la fraction stérolique

Pour déterminer les stérols totaux, 0,5 g d'huile, 1 mL de cholestérol et 5 mL d'une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium 2N ont été introduits dans un ballon avec 2 grains de pierre ponce. Le mélange obtenu est porté à reflux pendant 15 min, puis 5 mL d'éthanol sont alors introduits dans le ballon par le haut du réfrigérant. Après refroidissement de ce mélange, il est introduit dans une colonne de chromatographie remplie d'oxyde d'aluminium ( $0,063 < l < 0,2$  mm). Les éluions ont été faites successivement avec 5 mL d'éthanol et 30 mL de diéthyléther. Le solvant est ensuite évaporé et la fraction stérolique obtenue est dissoute dans 1 mL de chloroforme.

##### 2-4-2-3. CCM préparative de la fraction stérolique

20 µL d'une solution étalon de cholestérol et 400 µL de la fraction insaponifiable de l'huile obtenue ont été successivement déposés à l'aide d'un déposeur Linomat IV-Y CAMAG (Merck, Réf. 022-786) sur une plaque de silice 60 (Alltech, 20 x 10 cm, 250 µm d'épaisseur). L'éluion était faite par un mélange chloroforme/diéthyléther (90/10, %v/v). La partie contenant le dépôt de cholestérol a été révélée par nébulisation d'un mélange  $\text{Cu}^{2+}/\text{H}_3\text{PO}_4$  (1/1, %v/v) et un passage au four à 180°C pendant 10 min. La bande de stérols correspondant au spot de cholestérol a été grattée et les stérols ont été récupérés dans du chloroforme (10 mL /g de silice) à température ambiante sous agitation magnétique pendant 5 min. Une fois la silice devenue transparente une filtration sur filtre Millipore (0,45 µm, Réf. SLFH 013 NL) a permis de récupérer les stérols totaux sans contaminant solide.

#### 2-4-2-4. Composition en stérols

1  $\mu\text{L}$  de cette fraction stérolique a été injecté pour déterminer la teneur en stérols de l'huile. L'analyse des stérols a été faite selon des conditions isothermes (280°C) dans un chromatographe GC 6890 équipé d'une colonne de type Agilent 19091J-413, (Colonne : 30 m de longueur, 0,32 mm de diamètre interne et 0,25  $\mu\text{m}$  d'épaisseur de film). La température du détecteur à ionisation de flamme est maintenue à 300°C et celle de l'injecteur en mode split, ratio 1/100 à 325°C, le gaz vecteur était l'hélium (2,0 mL /min). Pour identifier les pics, nous avons injecté des standards de cholestérol, de  $\beta$ -sitostérol et de stigmastérol (produits de qualité Sigma, concentration de 1 mg/ mL). Afin de vérifier la reproductibilité des résultats, chaque injection a été reprise trois fois dans les mêmes conditions opératoires. Les stérols totaux ont été calculés selon la formule suivante :  $\text{Sterols totaux (mg/g)} = \sum x (A_x \times m_s \times K \times 100) / (A_s \times m)$  avec,

$A_x$  = Aire du pic du stérol X (échantillon)

$A_s$  = aire du pic de cholestérol standard

$m_s$  = masse de cholestérol standard ajouté

$m$  = masse d'huile

$K$  = facteur de réponse du stérol calculé en fonction de l'aire de l'étalon interne pour une concentration identique.

#### 2-4-3. Détermination de la composition et de la teneur en tocophérols par HPLC/UV

L'analyse des tocophérols de la partie insaponifiable de l'huile de l'oignon rouge de Doukkala a été réalisée par HPLC en phase normale [17, 18]. Une solution à 20 mg d'huile par mL d'hexane et d'isooctane (99 %) /2-propanol (1 %) a été filtrée à l'aide d'un filtre millipore de diamètre 0,45  $\mu\text{m}$ . L'appareil et ses accessoires (pompe, injecteur, détecteur) sont de marque Dionex RS 2000. L'injecteur manuel est muni d'une boucle d'injection de 20  $\mu\text{L}$  et un détecteur fluorimétrique. La colonne est Kromasil100 SIL, de paramètres (C18, 5  $\mu\text{m}$ , 4,6 x 250 mm). Le mélange de solvants dans les conditions isocratiques était composé d'hexane et d'isopropanol pour HPLC (99 :1, % v:v). Le débit de l'éluant était de 1 mL /mn et la pression de 33 bars avec un détecteur fluorimétrique à la longueur d'onde de 290-330 nm. Les pics ont été identifiés par injection de standards de tocophérols (produits Sigma aldrich). Les courbes d'étalonnage étaient tracées en procédant à une gamme de dilution de 0,3 à 8  $\mu\text{L}/\text{mL}$ .

### 3. Résultats et discussion

#### 3-1. Etude de rendement d'extraction des graines d'oignon de Doukkala

Nous avons effectués plusieurs extractions de l'huile du matériel végétal sous forme poudre avec des solvants de polarité croissante afin de déterminer le meilleur solvant. Les résultats obtenus sont résumés dans le **Tableau** suivant :

**Tableau 1** : Rendements des extractions par différents solvants

Solvants d'extraction	Les graines	Bulbes	Feuilles
Hexane	16,9 %	9,12 %	1,5 %
Méthanol	12,7 %	8,3 %	6,22 %
Ethanol	17 %	5,42 %	6,46 %
Butanol	16,8 %	6,8 %	6,8 %
Acétone	14,8 %	0,77 %	1,63 %

On constate que le meilleur rendement d'extraction pour les graines est obtenu au moyen de trois solvants, l'hexane, l'éthanol et le n-butanol, alors que pour les bulbes et les feuilles le rendement d'extraction avec ces solvants reste faible. Comme nous nous intéressons à l'extraction de l'huile à partir des graines, nous avons choisis comme solvant d'extraction l'éthanol et l'hexane vu que le prix d'achat du n-butanol est plus élevé.

### 3-2. Caractérisation physicochimique de l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala de la commune d'Agdana de la région Chaouia sont présentées dans le **Tableau 2**.

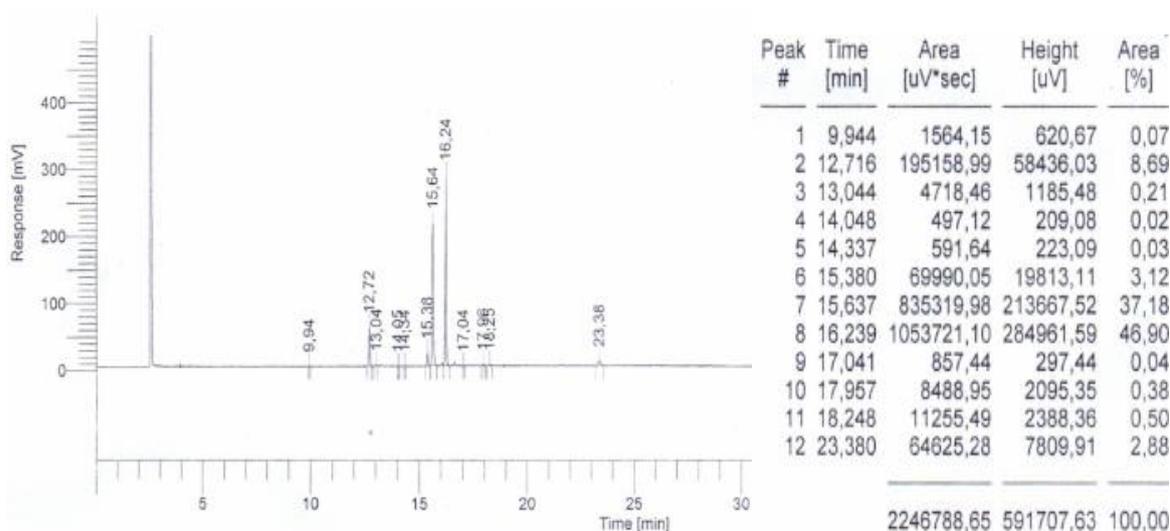
**Tableau 2 : Données physico-chimiques de l'huile des graines d'oignon**

Paramètre physico-chimiques	Huile d'oignon rouge de Doukkala
Indice d'acidité (mg/100 g)	19,74
Indice de réfraction (à 20°C)	1,450
Indice de peroxyde (méq/kg)	8,97
Indice d'iode (mg d'I <sub>2</sub> pour 100 g d'huile)	97,46
Indice de saponification (mg KOH/100 g d'huile)	18,19
Stérols totaux (mg/100 g d'huile)	96,40
Tocophérols totaux (mg/kg d'huile)	370,64

L'indice de réfraction (IR) et l'indice d'iode (ID) sont d'importants critères d'identification Selon J. P. Wolff [19], il existe un rapport étroit entre l'indice d'iode et l'indice de réfraction. Pour une huile ni oxydée ni polymérisée, Les deux indices varient dans le même sens. L'examen du **Tableau 2** permet de constater que l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala d'indice de réfraction 1,450 et d'indice d'iode 97,46 est non significative et par conséquent pourrait ne former aucun film au contact de l'air, ce qui la qualifie d'être une huile de base pour le massage ou pour le cosmétique. L'indice d'acide de 19,74 mg/100 g est supérieur aux normes du codex alimentarius (< 10). La forte acidité de cette huile pourrait s'expliquer par une mauvaise conservation.

### 3-3. Composition en acides gras de l'huile extraite des graines d'oignon rouge de Doukkala du Maroc

La **Figure 1** présente le chromatogramme de la composition en acides gras de l'huile d'oignon rouge de Doukkala dont les pics sont bien résolus. Les pourcentages de la composition en acides gras sont rassemblés dans le **Tableau 3**. Les acides gras saturés sont mineurs ne représentent que 12 % du total des acides gras (principalement les acides gras à chaîne moyenne C16 et C18), tandis que les acides gras insaturés représentent plus de 84 % principalement l'acide linoléique (C18 : 2) d'environ 47 %, l'acide oléique (C18 : 1) 37 % et l'acide gadoléique (C20 : 1) 0.5 % ce qui permet de classer cette huile dans la catégorie oléique-linoléique. Ces acides sont appelés acides gras essentiels indispensables à la croissance et à l'activité physiologique de tous les tissus. Ils interviennent dans la régulation des troubles cardio-vasculaires et la régulation du cholestérol. Cependant l'huile des graines de l'oignon rouge de Doukkala pourrait constituer une source d'acide oléique (omega-9) et linoléique (omega-6).



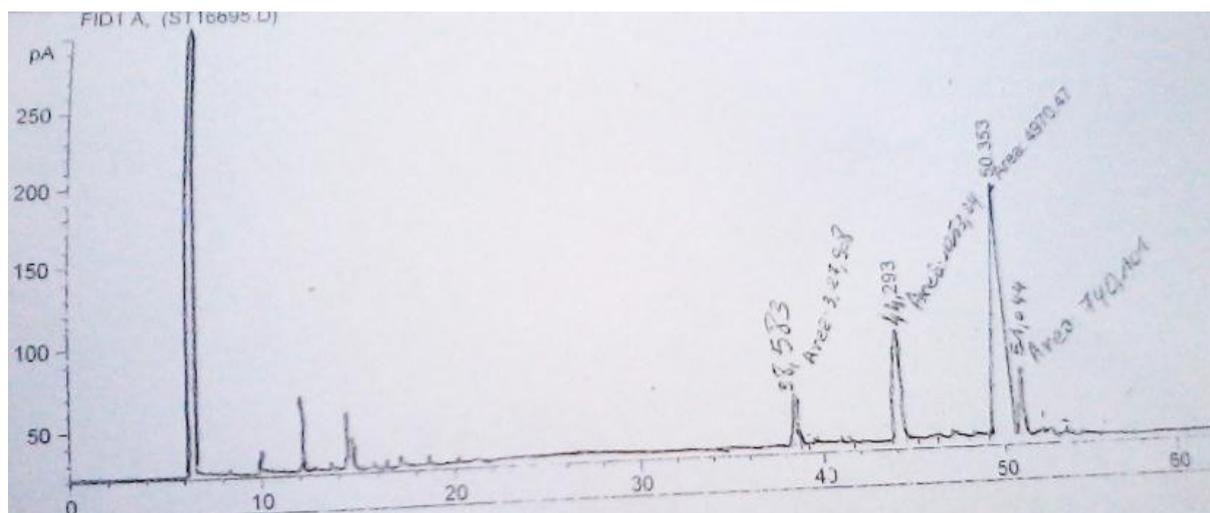
**Figure 1 :** chromatogramme de la composition en acide gras de l'huile des graines de l'oignon rouge des Doukkala

**Tableau 3 :** Composition massique des principaux acides gras de l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala

Principaux acides gras	Temps de rétention (min)	Pourcentage (%)
Acide myristique C14 :0	9,944	0,1
Acide palmitique C16 :0	12,716	8,7
Acide stéarique C18 :0	15,380	3,1
Acide arachidique C20 :0	17,957	0,4
<b>Total acides gras saturés</b>	-	<b>12,3</b>
Acide palmiloléique C16 :1	13,044	0,2
Acide oléique C18 :1	15,637	37,2
Acide linoléique C18 :2	16,239	46,9
Acide linoléique C18 :3	17,041	Ab
Acide gadoléique	18,248	0,5
<b>Total acides gras insaturés</b>	-	<b>84,8</b>

### 3-4. Composition en stérols totaux de l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala

L'huile des graines de l'oignon dont le chromatogramme (*Figure 2*) est caractérisée par la présence d'au moins trois stérols. Le stérol principal est le  $\beta$ -sitostérol dont le pourcentage est 64,2 % suivi du campestérol 16,2 %, et le  $\Delta^5$ -avenasterol de pourcentage 9,6 % et une quantité de cholestérol de pourcentage 4,2 %. La teneur totale est de 96,4 mg/100 g. Le  $\beta$ -sitostérol permet de lutter contre les maladies cardiovasculaires par la réduction de l'adsorption intestinale du cholestérol et possède des propriétés anti-inflammatoire, antipyrétique, antinéoplasique et immunomodulatrice. Plusieurs études montrent l'intérêt du  $\beta$ -sitostérol dans le traitement de l'hyperplasie de la prostate [20, 21]. Le campestérol qui représente 16,2 % pour l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala, posséderait des propriétés anti-inflammatoires.



Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	38.583	MF	0.2020	327.90756	27.05057	4.23459
2	38.990	FM	0.2685	12.85085	7.97744e-1	0.16596
3	41.385	MM	0.2268	58.24175	4.27905	0.75213
4	43.799	MF	0.0727	6.76319	1.54999	0.08734
5	44.293	FM	0.3014	1253.23962	69.29719	16.18431
6	44.739	FM	0.3190	46.67805	2.43847	0.60280
7	45.900	MM	0.2600	33.50069	2.14720	0.43263
8	47.706	MM	0.2223	12.53984	9.40201e-1	0.16194
9	48.617	MM	0.3458	78.72721	3.79437	1.01668
10	50.353	MF	0.5118	4970.47363	161.85043	64.18857
11	50.541	FM	0.1265	52.11243	6.86691	0.67298
12	51.044	FM	0.3071	740.10144	40.16611	9.55765
13	52.699	MM	0.2965	69.63011	3.91341	0.89920
14	53.904	MM	0.2753	24.76397	1.49916	0.31980
15	55.154	MM	0.3281	56.01878	2.84599	0.72343
Totals :				7743.54914	329.43680	

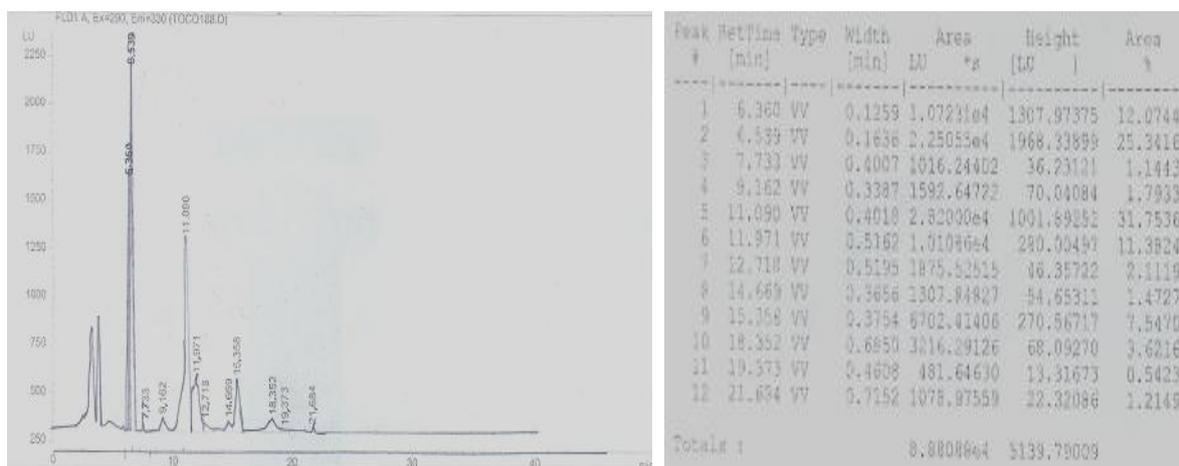
Figure 2 : Chromatogramme de la fraction stérolique de l'huile des grains d'oignon rouge de Doukkala

Tableau 4 : Composition en stérols totaux de l'huile des graines d'oignon rouge des Doukkala

Principaux Sterols	Echantillon de Doukkala (%)	Temps de rétention
<b>Cholestérol</b>	<b>4,23</b>	<b>38,583</b>
Brassicasterol	0,75	41,385
Campesterol	<b>16,18</b>	<b>44,293</b>
Stigmastérol	0,43	45,900
<b>β - Sitostérol</b>	<b>64,19</b>	<b>50,353</b>
<b>Δ<sup>5</sup> - Avenastérol</b>	<b>9,56</b>	<b>51,044</b>
<b>Δ<sup>7</sup> - Stigmastérol</b>	<b>0,32</b>	<b>53,904</b>
<b>Δ<sup>7</sup> - Avenasterol</b>	<b>0,72</b>	<b>55,154</b>
<b>Stérols totaux</b>	<b>96,38</b>	---

### 3-5. Composition en tocophérols de l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala

La **Figure 3** représente le chromatogramme ainsi que la proportion en tocophérols. On constate que l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala renferme 370,64 mg/kg de tocophérols dont la plus proportion et celle de  $\alpha$ -tocophérols. Cette valeur est faible par rapport à l'huile de palme (718 - 818 mg/Kg) et très supérieure à l'huile d'olive (110-183 mg/Kg). Cette huile contient seulement les  $\alpha$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  tocophérols respectivement 35,35 %, 19,88 % et de 0,77 %, avec l'absence du  $\beta$ -tocophérol, **Tableau 4**. La fraction tocophérolique de cette huile contient environ 35,35 % de l'  $\alpha$ -tocophérol qui est la forme la plus abondante possédant des propriétés antioxydantes et participant à la protection de toutes les membranes cellulaires de l'organisme en luttant contre les radicaux libres. Sa présence dans l'huile limite l'oxydation des lipides responsables de maladies cardiovasculaires et renforce le système immunitaire.



**Figure 3 :** Chromatogramme de la Composition en tocophérols totaux de l'huile des graines de l'oignon rouge de Doukkala

**Tableau 5 :** Composition en tocophérols totaux de l'huile des graines de l'oignon rouge de Doukkala

Tocophérols	(%)
$\alpha$ -tocophérol	35,35
$\beta$ -tocophérol	-
$\gamma$ -tocophérol	19,88
$\delta$ -tocophérol	0,77
Tocophérols totaux (mg/kg)	370,64

## 5. Conclusion

La qualité d'une huile dépend essentiellement de sa composition chimique. Cependant le contrôle analytique de l'huile des graines d'oignon rouge de Doukkala révèle une richesse en acides gras insaturés essentiels en particulier l'acide oléique et l'acide linoléique qui sont très importants dans le domaine alimentaire et cosmétique. L'huile montre la présence des stérols principalement le  $\beta$ -Sitostérol avec un taux de 64.2 % connu par son effet de lutte contre les maladies de la civilisation telles que le cancer, le diabète, l'arthrite ainsi que les maladies cardiovasculaires.

L'huile renferme aussi une quantité de  $\alpha$  et  $\delta$ -tocophérols non négligeable ayant des effets bénéfiques dans le traitement de plusieurs maladies et dans le domaine cosmétique pour son pouvoir antioxydant. Pour ce qui est de l'indice de réfraction et l'indice d'iode de l'huile des graines d'oignon, ils sont conformes aux normes établies par le codex alimentarius par contre l'indice d'acidité et l'indice de peroxydes obtenus sont supérieures aux normes de codex ce qui signifie qu'il y avait oxydation des acides gras insaturés lors de la conservation.

## Références

- [1] - A. SKIREDJ, H. ELATTIR, A. ELFADL, les nouveaux cours fruits et légumes du Maroc, (2012).
- [2] - M. BAKHSHAEI, A. KHAKI, F. FATHIAZAD, A. KHAKI, E. GHADAMKHEIR, Anti-oxidative role of quercetin derived from *Allium cepa* on aldehyde oxidase (OX-LDL) and hepatocytes apoptosis in streptozotocin-induced diabetic rat. *Asian Pac J Trop Biomed*. Vol 2(7) (2012) 528-531.
- [3] - B. CHALLIER, J.M. PERAMAU, J.F. VIE, Garlic, onion and cereal fibre as protective factors for breast cancer: a French case-control study. *Eur J Epidemiol*. Vol 14(8) (1998) 737-747.
- [4] - K. UGUSTI, Therapeutic values of onion and garlic. *Indian Journal of Experimental Biology*. Vol 34 (1996) 634-640.
- [5] - S. KOOK, G.H. KIM, K. CHOI, The antidiabetic effect of onion and garlic in experimental diabetic rats: meta-analysis. *J Med Food* Vol 12(3) (2009) 552-560.
- [6] - A. BHANOT, R. SHRIS, A comparative profile of methanol extracts of *Allium cepa* and *Allium sativum* in diabetic neuropathy in mice. *Pharmacognosy Res* Vol 2(6) (2010) 374-384.
- [7] - J. Y. JUNG, Y. LIM, M. S. MOON et al., Onion peel extracts ameliorate hyperglycemia and insulin resistance in high fat diet/streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutr Metab (Lond)* Vol 8(1) (2011) 1.
- [8] - Y. B. SHAIK, M. L. CASTELLANI, A. PERRELLA, F. CONTI, V. SALINI, S. TETE, B. MADHAPPAN, J. Vecchiet VECCHIET, MA DE LUTIS, A. CARAFFA, G. CERULLI, Role of quercetin (a natural herbal compound) in allergy and inflammation, Vol 20(34) (2006) 47 -52.
- [9] - A. HANNAN, T. HUMAYUN, MB. HUSSAIN et al. In vitro antibacterial activity of onion (*Allium cepa*) against clinical isolates of *Vibrio cholerae*. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, Vol 22(2) (2010) 160-163.
- [10] - I. K. HWANG, LEE- Ki-Y. YOO, J. H. CHOI, Ok K. PARK, S. S. LIM, Il-J. KANG, D. Y. KWON, J. PARK, J-S YI, Y-S BAE, M-H WON, Neuroprotective Effects of Onion Extract and Quercetin Against Ischemic Neuronal Damage in the Gerbil Hippocampus, *Journal of medicinal food* Vol 12(5) (2009) 990-995.
- [11] - PH. ROUGIER, P. LAURENT-PUIG, O. BOUCHE, Nouveaux concepts en cancérologie digestive, Doin (2005).
- [12] - D. WURYTS, société belge de phytothérapie et nutrithérapie, Vol 11 (2013) 6-11.
- [13] - S. T. DJNONTIN, J. DANGO, D. V. WOTTO, K. C. D. SOHOUNHOUSE, P. LAZANO, D. PIOCH, Composition en acides gras, stérols et tocophérols de l'huile végétale non conventionnelle extraite des graines de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) du Bénin, *J. Soc. Ouest-Afr. Chim*. Vol 22 (2006) 59 - 67.
- [14] - P. BAZONZO, I. H. NESTOR BASSOLE, S. NIELSEN, M. HAMA DICKO, V. KS SHUKLA, Studies in the Evaluation of Unconventional Oils from Burkina Faso Rich in Linoleic Acid, Oleic Acid or Other Unusual Fatty Acids, *J Food Process Technol* Vol 5 (2014) 303.
- [15] - KH. OUTHWELL, RV. HARRIS, AA. SWETMAN, Extraction and refining of oil obtained from dried avocado fruit using a small expeller. *TROPICAL SCI-ENCE*, Vol 30 (2) (1990) 121-131.
- [16] - O. HASNAOUI, M. BOUAZZA, O. BENALI, M. THINON, *l'agriculture*. J. 6 (2011) 1.
- [17] - A. Cert, W. Moreda, M.C. Perez-Camino; *J. of Chromatogr. A*, Vol 881 (2000) 131-148.
- [18] - F. J. Ruperez, D. Martin, E. Herrera, C. Barbas; *J. Chromatogr. A*, Vol 935 (2001) 45-69.
- [19] - J. P. WOLF; *Manuel d'analyse des corps gras* paris, Azoulay, (1968) 517.
- [20] - C. KADOW et al A double-blind trial of the effect of beta-sitosterol glucoside in the treatment of benign prostate hyperplasia, *European Urology*, Vol 12 (1986) 187-189.
- [21] - RR. BERGES, A. KASSEN, T. SENGE, Treatment of symptomatic benign prostatic hyperplasia *with* beta-sitosterol: an 18-month follow-up. *BJU Int*. Vol 85 (2000) 842-846.