



# Évolution de la fraction lipidique et protéique au cours de la maturation de la datte *Deglet-Nour*

Karima YAHIAOUI<sup>a,\*</sup>, Bouchenak OUAHIBA<sup>b</sup>, Karim ARAB<sup>c</sup>, Ahmed BENCHABANE<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire Technologie Alimentaire, Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougara de Boumerdes, Algérie

<sup>b</sup> Laboratoire Bio-informatique, Microbiologie Appliquée et Biomolécules, Faculté des Sciences, Université M'hamed Bouguerra, Boumerdes, Algérie

<sup>c</sup> Laboratoire Valorisation et Conservation des Ressources Biologiques, Faculté des Sciences, Université M'hamed Bouguerra, Boumerdes, Algérie

## Résumé

Les dattes de Deglet Nour à différents stades de maturation ont été analysées pour connaître leur principale composition chimique en lipides, acides gras, protéines et acides aminés. Les valeurs suivantes (sur la base du poids sec) ont été obtenues pour les cinq stades de maturation, respectivement pour lipides : de 1,25 % Ms au stade Loulou à 6,33 % de Ms au stade Kh'lal, 3,65 % Ms au stade B'sser, 2,56 % Ms pour le stade Martouba et 1,97 % Ms au stade T'mar. Les acides gras révélés sont surtout les acides myristique et palmitique. L'analyse des protéines indique des valeurs de 2,63 % Ms au stade Kh'lal pour atteindre 1,25 % Ms au stade T'mar. Parmi les acides aminés identifiés, seulement cinq s'avèrent être présents à des teneurs importantes (glycine, acide  $\gamma$ -amino butyrique, arginine, valine et lysine). Il s'avère difficile d'après ces résultats, de négliger l'importance de la fraction lipidique et protéique de la datte dans la formation de pigments et d'arômes spécifiques.

Mots-clés : Datte ; Maturation ; Lipide ; Protéines

## Lipid and protein fraction evolution during the maturation of the Deglet-Nour date

### Abstract

Deglet Nour dates at different stages of ripening were analyzed for their main chemical composition in lipids, fatty acids, proteins and amino acids. The following values (based on dry weight) were obtained for the five stages of ripening, respectively for lipids: from 1.25 % Ms at the Loulou stage to 6.33 % Ms at the Kh'lal stage, 3.65 % Ms at the B'sser stage, 2.56 % Ms at the Martouba stage and 1.97 % Ms at the T'mar stage. The fatty acids revealed are mainly myristic and palmitic acids. Protein analysis indicates values of 2.63 % Ms at the Kh'lal stage and 1.25 % Ms at the T'mar stage. Among the amino acids identified, only five were found to be present in significant amounts (glycine,  $\gamma$ -amino butyric acid, arginine, valine and lysine). From these results, it is difficult to overlook the importance of the lipid and protein fraction of the date in the formation of specific pigments and flavours.

Keywords: Dates; Maturation; Lipid; Protein

## 1. Introduction

La datte a toujours été, depuis des temps immémoriaux, un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains que pour les animaux, dans toutes les contrées du sud et de l'est de la Méditerranée.

Ainsi, le palmier dattier constitue à la fois le symbole et la charpente de l'écosystème Oasien. Il s'agit ici des Oasis où la température moyenne est suffisante pour assurer la maturité des dattes nobles telles que la datte

Deglet-Nour. En effet, c'est une datte de renommée mondiale, considérée comme un ambassadeur économique. Elle est très prisée par les fins connaisseurs, grâce à son aspect, son onctuosité et sa saveur. De ce fait, elle constitue une ressource d'entrée de devises nettes pour le pays. Il est connu que la consommation de la datte est très répandue dans plusieurs pays suite à sa richesse en sucres et en sels minéraux [1, 2]. Cette consommation est influencée par les caractéristiques inhérentes à la matière première, traitements technologiques et culinaires. Sachant la nature glucidique



de la datte, il s'agit par ce travail de déterminer la composition de ce fruit en acides gras et en acides aminés au cours de la maturation. En effet, il est connu que l'oxydation des acides gras insaturés conduit à la formation d'hydroperoxydes considérés comme composés très réactifs [3], alors que les acides aminés peuvent intervenir dans le développement de la réaction de Maillard [4]. D'autre part, il est confirmé que le rancissement peut se développer dans les produits alimentaires, même pour des quantités très faibles de lipides et devient perceptible sensoriellement à partir d'un taux de lipides de 0,5 %, si ces derniers renferment des acides gras insaturés [5,6]. De leur côté, les acides aminés peuvent jouer un rôle déterminant à la fois sur la coloration et l'arôme [7]. Aussi, il paraît important d'évaluer ces deux fractions des points de vue quantitatif et qualitatif pour mieux maîtriser les opérations de préparation et préserver la qualité initiale du fruit.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Matériel végétal

Les analyses ont porté sur la variété Deglet-Nour récoltée à différents stades de maturité, dans une palmeraie d'El-Oued. Les échantillons prélevés, au hasard, sont conservés à 4 °C jusqu'à analyse.

Chaque étape de la maturation de la datte a été identifiée nominalement, ce qui permet de suivre l'évolution du fruit au cours de son développement. Les stades de maturité sont les suivants [8].

- Stade I : Loulou, suit la pollinisation et dure environ cinq semaines
- Stade II : Kh'lal ou stade vert : est marqué par le grossissement des dattes, un taux d'humidité élevé, une forte acidité et une accumulation des sucres réducteurs ;
- Stade III : B'sser : est caractérisé par une augmentation de la teneur en sucres totaux, du saccharose et de la matière solide, alors que le taux d'humidité diminue ;
- Stade IV : Martouba : la datte perd son astringence et devient molle ;
- Stade V : T'mar ou stade mûr : correspond à l'étape finale de la maturation où le fruit a perdu beaucoup de son eau alors que le rapport sucre/eau reste assez élevé.

### 2.2. Teneurs en eau

Une dessiccation de la prise d'essai à une température de  $103 \pm 2$  °C est effectuée dans une étuve isotherme durant trois heures [9].

### 2.3. Détermination des lipides totaux

Des dattes (20 g) sont broyées finement et introduites dans un appareil de type Soxhlet. Puis, la matière grasse est épuisée avec de l'éther diéthylique durant 3 heures. Le solvant est évaporé dans un évaporateur rotatif et le ballon d'épuisement est placé, légèrement incliné, dans une étuve pendant 45 mn. Refroidi jusqu'à atteindre la température ambiante, puis pesé jusqu'à poids constant ( $\pm 1$  mg). La teneur en lipides totaux est exprimée en g/100g de produit sec

### 2.4. Détermination des acides gras

Les acides gras sont déterminés après méthylation sous forme d'esters. Pour cela, la matière grasse extraite (0,2g) précédemment est déposée dans des tubes contenant 0,5 mL de méthanol à 0,5 % d' $H_2SO_4$ . Les tubes sont scellés puis placés dans une étuve à 104 °C pendant 3 heures. Les analyses sont réalisées à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse Méga 2 (Fisons instruments), équipé d'une colonne capillaire DB-23, 30 m x 0,25 mm. Le gaz vecteur est l'azote ( $2 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ). L'injecteur est maintenu à 240 °C. La température du four est programmée de 80 °C à 220 °C à raison de  $5 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ . Le détecteur FID est maintenu à 250 °C.

Les acides gras identifiés par comparaison avec le temps de rétention des standards appropriés. Leur teneur est déterminée en calculant les aires de pics correspondants.

### 2.5. Détermination de protéines totales

La teneur en azote total des dattes est dosée par la méthode Kjeldhal [9,10]. La teneur en protéine est obtenue en multipliant le taux d'azote par le coefficient de conversion qui correspond à 6,25.

### 2.6. Dosage des acides aminés

Un échantillon de 10 g de pulpe de datte est homogénéisé en présence de 50 mL de Méthanol puis à froid pendant 24 heures. En vue d'éliminer les pectines,

les sucres et les produits pouvant interférer avec les acides aminés lors de la séparation, le mélange est centrifugé pendant 30 min à 12 500 g puis filtré. Le résidu final, récupéré dans le HCl 6N conservé sous azote, est séché pendant 24 heures à 115 °C. Le HCl est ensuite évaporé à sec sous vide et le standard interne est ajouté en quantité suffisante (Norleucine). Après remise à sec du mélange, on procède à la préparation des dérivés iso amyl-hepta fluorobutyrys.

L'analyse a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse (Fisons Instruments, série 9000 G.C) équipée du détecteur FID (250 °C). La colonne (30 m×0,25 mm) est constituée d'une phase stationnaire D-B1 méthyl silicane. La température d'injection a été de 250 °C, alors que le débit du gaz vecteur (Azote) été de 2 mL.min<sup>-1</sup>, et la vitesse de l'intégrateur 0,5 cm/mn. Les résultats sont exprimés après intégration et calibration externe des surfaces des pics du chromatogramme.

### 2.7. Analyses statistiques

Les résultats obtenus sont analysés par comparaison de moyennes ANOVA avec un niveau de signification  $P < 0.05$ . L'évaluation statistique est effectuée à l'aide du logiciel [Statistica 6.0](#)®

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Teneurs en eau

A priori, une diminution du taux d'humidité au cours de la maturation est remarquable (Figure 1).

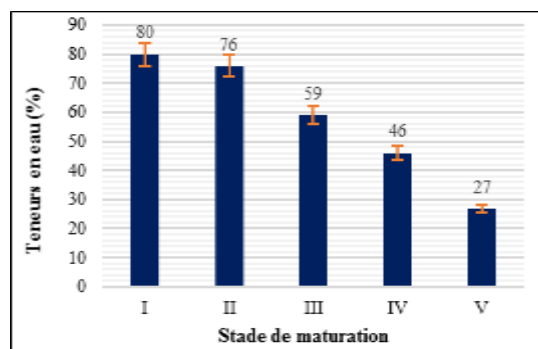


Figure 1. Evolution de la teneur en eau de la datte au cours de la maturation

Il est à noter que la chute maximale de la teneur en eau est atteinte lorsque les dattes passent du stade B'sser

au stade Martouba ( $p < 0,05$ ). Une observation similaire est rapportée par Kanner *et al.* dont le travail a porté sur trois variétés de dattes irakiennes [11]. En effet, ce taux passe de 44 à 32 % MF, de 50 à 21 % MF et de 49 à 35 % MF, respectivement pour les variétés Halawi, Deglet-Nour et Khadraoui.

Généralement, pour les dattes demi-molles, cas de la variété Deglet-Nour, la teneur en eau varie entre 20 et 30 % [12].

### 3.2. Teneurs en lipides

La figure 2 montre l'évolution des lipides totaux de la datte au cours de la maturation. La teneur en lipides passe de 1,25 % Ms au stade Loulou à 6,33 % de Ms au stade Kh'lal. Cette quantité diminue au stade B'sser (3,65 % Ms) et au stade Martouba (2,56 % Ms) pour atteindre une valeur de 1,97 % Ms au stade T'mar ( $p < 0,05$ ). Cette diminution serait probablement due à l'implication de ces lipides dans le brunissement non enzymatique avec les acides aminés. L'éventualité d'un début de rancissement est à retenir, sachant que ce dernier peut se développer à des taux de lipides qui soient supérieurs à 5 % [5].

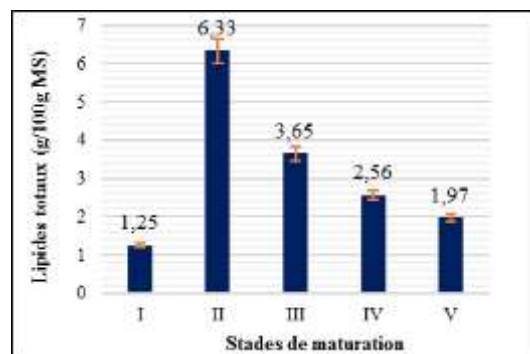


Figure 2 : Evolution de la teneur en lipides totaux de la datte au cours de la maturation.

### 3.3. Teneurs en acide gras

La comparaison des valeurs du tableau 1 montre la présence de plusieurs acides gras ; dont les plus importants sont : les acides myristique, palmitique, stéarique, oléique, linoléique et linoléinique, respectivement avec des teneurs moyennes de 5,66 % MG, 7,89 % MG, 10,47 % MG, 10,74 % MG, 11,47 % MG et 12,23 % MG au stade Tamar.

L'évolution des acides gras oléique, linoléique et linoléique au cours de la maturation est presque similaire : leurs teneurs sont respectivement de 10,89 % MG, 11,54 % MG et 12,32 % MG au stade Loulou, puis diminuent légèrement au stade T'mar (10,47 % MG, 11,47 % MG et 12,23 % MG).

Pour les autres acides gras (myristique, palmitique et stéarique), une élévation est observée lors du passage du stade Loulou vers le stade Kh'lal, suivie d'une faible diminution vers le stade Martouba et enfin un faible accroissement est remarqué au stade T'mar.

A priori, il faut retenir la présence des deux (2) acides gras essentiels : les acides linoléique et linoléique (Vit. F). Généralement, leur oxydation est assurée par la lipoxigénase.

Généralement, dans les fruits et légumes, la lipoxigénase initie la formation des aldéhydes. Ainsi, elle est la cause de la production de l'hexanal à partir des acides linoléique et linoléique [13].

Tableau 1  
Teneurs des acides gras de la datte au cours de la maturation

Acide Gras (% MG)	Stade I	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V
Acide myristique	5,74	5,80	5,84	5,85	5,66
Acide palmitique	7,4	7,84	7,90	7,92	7,89
Acide stéarique	10,27	10,36	10,48	10,50	10,47
Acide oléique	10,89	10,84	10,81	10,80	10,74
Acide linoléique	11,54	11,54	11,52	11,50	11,47
Acide linoléique	12,32	12,32	12,31	12,30	12,23

En effet, il est connu que les acides gras polyinsaturés interviennent dans des réactions d'oxydo-réduction qui engendrent une diminution de la qualité nutritionnelle. Les vitesses d'oxydation des lipides les plus faibles sont observées lorsque l'eau ne forme qu'une monocouche sur les sites de fixation, c'est à dire pour des activités d'eau comprises entre 0,2 et 0,3 [14]. La vitesse croît rapidement pour des activités proches de zéro. Il faut veiller à ne pas dépasser trop loin la déshydratation ; or la datte Deglet-Nour a tendance à perdre beaucoup d'eau au cours de la maturation (un taux de chute moyen de l'humidité de 72,5 %). La plus grande part de l'oxygène est utilisée pour l'oxydation des deux acides gras linoléique et linoléique en hydroperoxydes (sous forme libre ou de monoglycérides) [15].

Aussi, dans le cas de la datte, il faut prendre en considération le cas des polyphénoloxydases, catalyseurs de l'oxydation des phénols qui, par leurs propriétés antioxygènes, exercent un effet inhibiteur sur la lipoxigénase et rentrent en compétition avec cette dernière pour l'utilisation de l'oxygène [16].

D'autres théories ont proposé que le brunissement non enzymatique augmente durant l'auto-oxydation des lipides, à partir de la polycondensation aldolique des aldéhydes avec la base de Schiff aldéhyde-amine [17]. Aussi la réactivité des hydroperoxydes est responsable de la détérioration des bio-membranes dans un système biologique [18]. On peut distinguer schématiquement les molécules qui en dérivent sous la rupture des chaînes hydrocarbonées ou après rupture de celles-ci. Les premières peuvent être responsables de la saveur particulière et les secondes d'odeurs, puisque leurs chaînes carbonées, plus courtes, les rendent volatiles. Les molécules dérivées, sans rupture de chaîne, sont formées par l'intermédiaire de divers enzymes (telle que la lipoxigénase) et sont souvent responsables de goûts amers [19].

L'oxydation enzymatique concerne surtout les acides gras libres polyinsaturés comme le linoléate et le linoléinate [20].

D'un autre côté, les molécules souvent volatiles, dérivées des hydroperoxydes après rupture de la chaîne carbonée et remaniement par réduction et isomérisation, ont une grande diversité de structure, et sont également susceptibles de réagir avec les chaînes latérales de certains résidus d'acides aminés : les aldéhydes avec le groupement aminé de la lysine, les époxydes avec les fonctions acides de l'aspartate et glutamate [21]

#### 3.4. Teneurs en protéines

La teneur en protéines est évaluée au cours des quatre (4) stades de maturation (excepté le stade Loulou). Une diminution progressive des teneurs en protéines lors de la maturation du fruit est relevée (Figure 4).

En effet, la teneur en protéines passe de 2,63 % Ms au stade Kh'lal à 1,25 % Ms au stade T'mar ( $p < 0.05$ ).

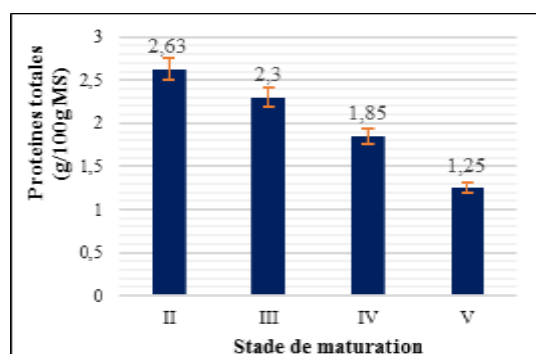


Figure 4 : Évolution de la teneur en protéines au cours de la maturation.

A titre comparatif, la teneur en protéines des pommes, des poires, des figes, des abricots, des cerises et des prunes varie entre 0,5 % Ms et 1,5 % Ms [15]. Ainsi, les péricarpes des fruits sont, d'une manière générale, pauvres en protéines. A ce titre, la littérature rapporte que les protéines végétales sont généralement moins bien pourvues en acides aminés indispensables que les protéines animales.

De plus, pour être disponibles, c'est à dire susceptibles d'être absorbés et utilisés par l'organisme afin de participer aux différentes synthèses protéiques, les acides aminés des protéines alimentaires doivent être rapidement libérés dans la partie antérieure du tube

digestif sous l'action des enzymes protéolytiques ; or la digestion et l'absorption peuvent être ralenties par différents facteurs. En effet et dans la datte, la présence de constituants glucidiques en serrant les macromolécules protéiques, peuvent freiner leur accessibilité aux enzymes digestives. Aussi, les tanins agissent avec les protéines par formation des liaisons covalentes, en donnant des complexes difficiles à hydrolyser par les protéases [16].

### 3.5. Teneurs en acides aminés

Le dosage a révélé l'existence de plusieurs acides aminés dans la datte (Tableau 2).

A priori, la baisse des taux d'acides aminés au cours de la maturation de la datte est confirmée

Tableau 2

Teneurs des acides aminés de la datte au cours de la maturation

Stade de maturation de la datte	Stade II	Stade III	Stade IV	Stade V
A. aminés totaux (mg/100g de matière sèche)	169,95	165,41	105,85	72,23
A. Gamma amino butyrique	106,02	70,65	68,13	28,44
Arginine	18,32	46	1,6	7,2
Glycine	15,85	19,48	12,21	15,46
Alanine	2,6	14,22	2,06	0,87
Valine	0,72	0	1,36	7,55
Leucine	7,04	0,46	7,7	0,85
Acide aspartique	8,7	2,65	2,52	0,78
Méthionine	0,32	6,07	2,5	0,38
Phényl alanine	2,34	0,39	4,6	2,12
Lysine	1,15	3,35	1,49	5,36
Isoleucine	0,64	0,09	0,57	0
Tyrosine	1,65	0,94	0	0,55
Acide glutamique	2,07	0,66	1,11	0,74
Sérine	2,53	1,12	0	1,98

Le taux d'acides aminés passe de 196,95 mg/100 g de M.S au stade Kh'lal à 72,23 mg/100 g de MS au stade T'mar. D'ailleurs, la teneur en acides aminés de la datte à ses différents stades de développement s'est révélée être très hétérogène quantitativement. En effet, parmi les acides aminés identifiés, seulement cinq (5) s'avèrent être présents à des teneurs importantes (glycine, acide  $\gamma$ -amino butyrique, arginine, valine et lysine). D'autre part, les acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) sont présents. Néanmoins, le taux de la phénylalanine seule est assez élevé comparée à la tyrosine, alors que le taux de la méthionine (acide aminé soufré) est faible.

Il faut rappeler que dans la datte, les acides aminés et les protéines sont des constituants peu importants sur le plan quantitatif, ils ne présentent pas un intérêt nutritionnel prépondérant, mais constituent souvent un critère de qualité intéressant car ils sont impliqués dans la réaction de Maillard. Il s'agit d'une réaction survenant habituellement lorsque les sucres réducteurs sont au contact avec les acides aminés, sous forme libre ou protidique. Elle se traduit immédiatement par un préjudice nutritionnel, étant donné que l'acide aminé engagé par une liaison d'addition avec un sucre est aussitôt rendu indisponible. Ce phénomène est redoutable dans tous les produits à humidité faible (surtout 5 à 15 % d'eau) [22].

Par ailleurs, les acides aminés de la datte sont principalement impliqués dans la glycolyse [23], les fonctions amines provenant d'acides aminés libres ou de chaînes latérales sur des protéines (lysine, arginine, glutamine) forment des liaisons covalentes avec la fonction aldéhydique ou cétonique terminale pour former une aldosamine ou une cétosamine. Les pertes en acides aminés peuvent être très considérables [24]. D'autre part, les produits résultants de ces réactions influent de façon très sensible sur l'évolution et la couleur du fruit (réaction de Maillard) [25].

Sur le plan pratique, la réaction étant équimoléculaire entre les sucres et les acides aminés, le facteur limitant en est indiscutablement la faible concentration en acides aminés et en peptides solubles. A titre d'exemple, la variété Tunisienne Kentichi présente une très faible teneur en acides aminés dénotant une bonne aptitude à la conservation et se caractérise par une coloration très claire [26].

Il a été suggéré que l'unique voie possible du brunissement non enzymatique dans la datte était la

condensation des acides aminés-sucres réducteurs qui produisent des composés carbonyles volatiles responsables de la saveur [27]. Ainsi, dans d'autres cultivars riches en sucres réducteurs, le brunissement non enzymatique développe un goût caramel plus intense que dans la Deglet-Nour [28]. Seulement, les interactions entre les lipides et les protéines dans les produits végétaux revêtent une grande diversité due à la multitude des lipides et des protéines impliquées, mais aussi à la variété des matières premières et des processus technologiques concernés [29]. D'ailleurs, lorsque le brunissement provenant de l'interaction acide aminé-sucres augmente, le brunissement induit par la polycondensation de la base de Schiff provoqué par les lipides, diminue [11].

#### 4. Conclusion

Il n'existe pratiquement pas d'industrie agro-alimentaire qui ne soit, d'une manière ou d'une autre, concernée par la réaction de Maillard et ses conséquences nutritionnelles ou organoleptiques.

Selon les résultats, il s'avère difficile de négliger la fraction lipidique dans la datte vue son importance dans les phénomènes d'oxydoréduction. En effet, la plupart des constituants lipidiques sont oxydables à degré divers. Aussi, l'étude des acides aminés de la datte a été entreprise afin de connaître la composition analytique en acides aminés. Les résultats présentés ne sont pas évidemment suffisants pour conclure de façon formelle au développement des réactions de type Maillard.

En définitif, ces observations montrent que toutes les connaissances portant sur les lipides et les protéines de la datte, à savoir leur interaction, ainsi que leur réaction avec les quinones sont très souhaitables afin de mieux savoir maîtriser les paramètres technologiques et définir un processus idéal pour le stockage et la conservation de la datte.

#### Références

- [1] Reynes M., Bouabidi H., Piombo G. and Risterucci A. M., Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie, *Fruits*, 49 (1994) 289-298.
- [2] Al-Shahib W. and Marshall R. J., The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future?. *International journal of food sciences and nutrition*, 54 (2003) 247-259. <https://doi.org/10.1080/09637480120091982>
- [3] Gargouri M., Akacha N. B., Kotti F. and Rejeb I. B. Voie de la lipoxygénase: valorisation d'huiles végétales et biosynthèse de

- flaveurs. (2008). BASE. B. [En ligne] disponible sur URL : <https://popups.uliege.be/443/1780-4507/index.php?id=2392>
- [4] Wautier M. P., Tessier F. J. and Wautier J. L., Les produits de glycation avancée: un risque pour la santé humaine, *Annales pharmaceutiques françaises*, 72 (2014) 400-408. elsevier Masson. <https://doi.org/10.1016/j.pharma.2014.05.002>
- [5] Fritsch C.W., Lipid oxidation – the other dimensions , *Inform*, 5 (1994) 423–436.
- [6] Benchabane A., « *Composition biochimique de la datte (Deglet-nour)* », Doctoral dissertation, INA.(2007). Disponible sur URL : [http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/189/1/benchabane\\_a.pdf](http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/189/1/benchabane_a.pdf)
- [7] Crouzet J., *Arômes alimentaires*. Ed. Techniques Ingénieur. 2004
- [8] Harrak H. and Boujnah M., Valorisation technologique des dattes au Maroc. (2012). INRA édition. Disponible sur URL : [https://www.inra.org.ma/sites/default/files/publications/ouvrages/v\\_alorisdattes12.pdf](https://www.inra.org.ma/sites/default/files/publications/ouvrages/v_alorisdattes12.pdf)
- [9] Lecoq R., *Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles*, 938p. Ed. Doin, Deren et Cie, Paris. (1965)
- [10] Audigie P., Figarella A. and Zonzain N., Manipulation d'analyses biochimiques, éd. Doin, Paris, (1984) 274p.
- [11] Kanner J., El Maleh, Reveni O. and Ben-gera I., Invertase (*B*-fructosidase) activity in three dates cultivars, *J. Agric. Food Chem.*, 26 (1978) 1238-1240. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf60219a025>
- [12] Mustafa A.B., Harper D.B. and Johnson D.E., Biochemical changes during ripening some Sudanese date varieties, *J. Sci. Food Agric.*, 37 (1986): 43-53. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740370107>
- [13] Acar N. and Lecerf J. M., Peroxydation in vivo et in vitro des acides gras polyinsaturés, *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 42 (2007) : 260-265. [https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(07\)73935-4](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(07)73935-4)
- [14] Labuza M. and Bolin D., Stability of intermediate moisture foods. 1. Lipid oxidation, *J. Food. Sci.*, 37 (1972) 54-159. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03408.x>
- [15] Vivas N., Bourgeois G., Glories Y. and Vitry C., Identification par spectrométrie de masse des produits formés par autoxydation de l'acide linoléique en milieu hydroalcoolique, *Sci. des aliments*, 15 (1995) 49-58. Disponible en ligne : <https://www.demptos.fr/app/uploads/2018/04/ART026.pdf>
- [16] Nicolas J. and Drapon R., Nordihydroguaiaretic acid and butylated hydroxytoluene as inhibitors of purified lipoxygenase from horse bean (*vicia faba* L.), *Rivista Italiana dell Sostanza Grasse*, 54 (1977): 284-288.
- [17] Godon F. Protéine végétale, *APRIA*, (1982) 502.
- [18] Norman M.S. and Fousse C.D., Changes in total volatile aldehyde content with storage of *Deglet-Nour* dates, *Agric. Chem.*, 25 (1977): 686-688. <https://doi.org/10.1021/jf60211a047>
- [19] Gardner H.W., Lipid Hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids: Areviov symposium of lipoxygenase, *J. agri. Food chem.*, 27 (1978): 129-135. <https://doi.org/10.1021/jf60222a034>
- [20] Ould Hamouda H., « *Impact de la qualité des protéines et des lipides du régime de renutrition sur la composition en acides gras, la réponse hépatique à l'insuline, la régulation de l'homéostasie énergétique et l'inflammation, chez les rats âgés Wistar souffrant de malnutrition* » Thèse de Doctorat.(2015) : Disponible en ligne : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01297046/document>
- [21] Collin, S. and Crouzet J., Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire, (2011) : Lavoisier.
- [22] El Kadiri I., « *Contribution à l'amélioration de l'utilisation alimentaire du tourteau de canola : Décoloration par du peroxyde d'hydrogène et impact sur le produit* » (2012) : Thèse de Doctorat Laval. Laval. (2012) : Disponible sur URL : <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.428.2151&rep=rep1&type=pdf>
- [23] Kalonji E., Dumas C. and Berta J. L., Acides gras de la famille oméga 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations. France : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. (2003). Disponible sur URL personnel : <https://cprv.pagesperso-orange.fr/omega3.pdf>
- [24] Delacharlerie S., de Biourge S., Chèné C., Sindic M. et Deroanne C., *HACCP organoleptique : Guide pratique*. Presses Agronomiques de Gembloux. (2008).
- [25] Ben Thabet I., Francis F., de Pauw E., Besbes S., Attia H., Deroanne C. & Blecker C., Characterisation of proteins from date palm sap (*Phoenix dactylifera* L.): by a proteomic approach, *Food chemistry*. 123 (2010): 765-770. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.024>
- [26] Schlienger J.L., *Médicale courante : 55 fiches repas téléchargeables*. 3e édition Elsevier Health Sciences. (2020) : ISBN 13 : 9782294769764
- [27] Adrian J., Rabache M. et Frangne R., Eventualité d'une réaction de Maillard dans les boissons, *Sci. Aliments*, 2 (hors-série 1), (1982) : 1-11.
- [28] Reynes M., Bouabid H., Piombo G., Risterucci A.M., Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région de Djerid en Tunisie, *Fruits*, 49 (1994)289-298.
- [29] Elodé K.E., Dornseifer T.P., Keith E.S., Powers J. J., In: Norman M.S. & Fousse C.D., Changes in total volatile Aldehyde content with storage of *Deglet-Nour* dates, *J. Agric. Food Chem.*, 25 (1977): 686-688. <https://doi.org/10.1021/jf60211a047>