

**UNIVERSITE BLIDA 1**

**Faculté des Sciences de la nature et de la vie**

Département d'Agroalimentaire

## **MÉMOIRE DE MAGISTER**

en Sciences Agronomiques

Spécialité : Nutrition et transformation des aliments

ETUDE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE QUELQUES VARIETES DE  
DATTES ALGERIENNES (*Phoenix dactylifera* L.) EN COURS DE MATURATION  
ET DE LEURS ACTIVITES BIOLOGIQUES

Par

**Hicham BOUCHEKIOUA**

Devant le jury composé de :

A. DOUMANDJI	MCA Université de Blida 1	Présidente
D. EL HADI	MCA Université de Blida 1	Examineur
H. MOKRANE	MCA ENS de Kouba	Examinatrice
M. KHALI	MCA Université de Blida 1	Promoteur
M. BENCHABANE	Professeur Université de Blida 1	Co-promoteur

Blida, Mai 2015

**UNIVERSITE BLIDA 1**

**Faculté des Sciences de la nature et de la vie**

Département d'Agroalimentaire

## **MÉMOIRE DE MAGISTER**

en Sciences Agronomiques

Spécialité : Nutrition et transformation des aliments

ETUDE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DE QUELQUES VARIETES DE  
DATTES ALGERIENNES (*Phoenix dactylifera* L.) EN COURS DE MATURATION  
ET DE LEURS ACTIVITES BIOLOGIQUES

Par

**Hicham BOUCHEKIOUA**

Devant le jury composé de :

A. DOUMANDJI	MCA Université de Blida 1	Présidente
D. EL HADI	MCA Université de Blida 1	Examineur
H. MOKRANE	MCA ENS de Kouba	Examinatrice
M. KHALI	MCA Université de Blida 1	Promoteur
M. BENCHABANE	Professeur Université de Blida 1	Co-promoteur

Blida, Mai 2015

## RESUME

Pendant sa formation et sa maturation, la datte passe par un certain nombre de phases dites « stades de maturité ». Ces stades sont en relation avec la quantité et la nature des composés accumulés dans le fruit.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte et porte sur quatre variétés de dattes algériennes (Degla Baida, Deglet Nour, Ghars et Mech Degla), durant quatre stades de maturation (Kimri, Khalal, Routab, et Tamr) durant la saison 2012/2013. La caractérisation morphologique et la composition chimique de ces variétés ont été étudiées, ainsi que la quantification des antioxydants totaux (polyphénols totaux, flavonoïdes, vitamine C, caroténoïdes totaux), et évaluation de leurs activités biologiques.

Les résultats montrent que la longueur et largeur de la datte sont à leur maximum au stade Routab, tandis que le poids du fruit et la pulpe le sont au stade Khalal. Les teneurs en matière sèche, protéines, cendres et sucres totaux augmentent au fur à mesure que la datte mûrit. Au stade Kimri, la teneur en polyphénols varie entre 504,54-877,24mg eqAG/100 g MF, alors qu'au stade Tamr, elle atteint des valeurs comprises entre 157,45-321,83mg eqAG/ 100 g MF. La teneur la plus élevée en flavonoïdes a été enregistrée par la variété Degla Beida au stade Kimri (153,36mg eqQ /100g MS). La variété Deglet Nour a enregistré des teneurs élevées en caroténoïdes totaux par rapport aux autres variétés, avec des teneurs de  $1,765 \pm 0,082$ ,  $1,826 \pm 0,014$ ,  $1,385 \pm 0,087$  et  $1,462 \pm 0,016$  [mg/100g MS] respectivement pour les stades Kimri, Khalal, Routab et Tamr. Les résultats de l'activité antioxydante-évaluée par trois méthodes différentes (DPPH, test de blanchissement, FRAP)- ont montré que les extraits sont dotés d'une activité antioxydante qui diminue au cours de la maturation. Ainsi, l'évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique nous a renseignées sur l'efficacité de l'ensemble des extraits contre les souches bactériennes testées. La variété Ghars au stade Routab a enregistré le plus grand diamètre d'inhibition ( $24,44 \pm 0,10$  mm), vis-à-vis la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

**Mots clés :** Datte (*Phoenix dactylifera* L.), stades de maturation, composition morphologique, polyphénols, antioxydants totaux, DPPH, FRAP, activités antibactérienne et antifongique.

## ABSTRACT

During its formation and maturation, the date through a number of phase so-called "stages of maturity", these stages are related to the amount and nature of accumulated compounds in the fruit.

Our work is in this context; relates to four Algerian date varieties (Degla Baida, Deglet Nour, Degla Ghars and Mech Degla) through four stages of maturation (Kimri, Khalal, Routab and Tamr) during the season 2012/2013. Morphological characterization and chemical composition of these varieties have been studied, thus the quantification of total antioxidants (total polyphénols, flavonoids, vitamin C, totalcarotenoids), and evaluation of their biological activities. The results show that; the length and width of the date is reached maximum at Routab stage, while the weight of the fruit and pulp was reached at Khalal stage. The dry matter, protein, ash, and total sugars increase as the date as ripening. At Kimri stage the content of polyphénols varied between (504.54 to 877.24) eq AG mg/ 100g FM, while in Tamr stage reached values between (157.45 to 321.83) eq AG mg/ 100gMF. The highest content of flavonoids was recorded by the variety Degla Baida at Kimri stage (153,36mg eqQ/ 100MS). The Deglet Nour has recorded the highest total carotenoids intake by other varieties contents in the contents are  $1,765 \pm 0,082$ ,  $1,826 \pm 0,014$ ,  $1,385 \pm 0,087$  and  $1,462 \pm 0,016$  [mg/100g MS]; respectively for Kimri, Khalal, Routab, and Tamr stages. The antioxidant activity was evaluated through three different methods (DPPH, bleaching test, FRAP); the results show that the extracts have an antioxidant activity which decreases during the ripening. Thus, evaluation of antibacterial and antifungal activity provided information on the effectiveness of all the extracts against the bacterial strains tested, the variety Ghars at Routab stage recorded the highest inhibition diameter ( $24.44 \pm 0.10$ mm), towards the strain *Pseudomonas aeruginosa*.

**Key words:** Date (*Phoenix dactylifera* L.), Maturity Stages, morphological composition, polyphénols, antioxidants compounds, DPPH, FRAP, antibacterial and antifungal activities.

## ملخص

يمر التمر خلال نموه و نضجه بعدة مراحل, تسمى ب: " مراحل النضج", هذه الأخيرة لها علاقة وطيدة بكمية و نوعية المركبات المتراكمة في الفاكهة.

عملنا يندرج في هذا السياق و يعتمد على أربعة أصناف من التمور الجزائرية "دقلة البيضاء، دقلة نور، غرس ومش دقلة" خلال أربع مراحل من النضج هي على التوالي "كيمري، خلال، رطب وتمر" وذلك لموسم 2012/2013. تم التحقيق في الخصائص المورفولوجية والتركيب الكيميائي لهذه الأصناف, وكذلك التركيب الكمي من إجمالي مضادات الأكسدة "مجموع البولي فينول، الفلافونويد، فيتامين C، الكاروتينويد الكلي"، وتقييم الأنشطة البيولوجية لها.

بينت النتائج أن طول و عرض التمور يصل إلى حده الأعلى في مرحلة رطب، في حين أن وزن الثمرة واللبن يكون في مرحلة خلال. كمية المادة الجافة والبروتين والرماد والسكريات الكلية تزداد تدريجياً مع نضوج التمر. في مرحلة كيمري محتوى البولي فينول يختلف من 504,54 إلى 877,24 ملغ eqAG / 100 غ المادة الجافة. في حين أنها في مرحلة تمر، تصل القيم من 45, 157 إلى 321, 83 ملغ eqAG / 100 غ المادة الجافة. تم تسجيل أعلى محتوى من الفلافونويد من طرف دقلة نور في مرحلة كيمري 153,36, ملغ eqAQ / 100 غ المادة الجافة. سجلت دقلة نور مقارنة بالأصناف الأخرى اعلي كمية من الكاروتينويد مع كميات  $1,826 \pm 0,014$ ;  $1,385 \pm 0,087$ ;  $1,462 \pm 0,016$  ملغ / 100 غ المادة الجافة لمرحلة النضج على التوالي كيمري، خلال، رطب وتمر. نتائج نشاط مضادات الأكسدة تم تقييمها بثلاثة طرق مختلفة (DPPH, FRAP, اختبار تبييض) النتائج تظهر أن مستخلصات لديها نشاط مضادات الأكسدة الذي ينقص مع مراحل النضج. وكذا تم تقييم النشاط المضاد للجراثيم ومضاد للفطريات للمستخلصات ضد السلالات البكتيرية المختبرة. نوعية غرس في مرحلة رطب سجلت مرحلة أكبر قطر تثبيط ( $24.44 \pm 0.10$  ملم) ضد *Pseudomonas aeruginosa*.

**الكلمات المفتاحية:** التمر (*Phoenix dactylifera* L.), مراحل النضج متعدد الفينول, نشاط

المضاد للأكسدة, DPPH, FRAP, النشاط المضاد للجراثيم ومضاد للفطريات.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le Tout Puissant de m'avoir donné le courage et la santé pour réaliser ce travail.

Un grand merci à Monsieur; Dr. KHALI M., MCA à l'université Blida 1 qui a dirigé ce travail avec enthousiasme et compétence. J'exprime toute ma reconnaissance pour avoir guidé mes premiers pas dans la réalisation de ce travail, et j'ai eu beaucoup de plaisir de travailler sous votre direction

Mes sincères remerciements à tous les membres du comité du jury, à Mme DOUMANDJI A., MCA à l'université Blida 1, qui me fait l'honneur de présider ce travail, Mr. EL HADI D., MCA à l'université Blida 1, Mme MOKRANE Hind ., MCA à l'Ecole Normale Supérieure de Kouba (ENS) et Mr BENCHABANE M., professeur à l'université Blida 1 pour avoir accepté d'examiner mon mémoire.

Je tiens à remercier le personnel du Département de Technologie Alimentaire Université de Batna, pour leur accueil bienveillant et en particulier Monsieur FAHLOUL D, pour ses conseils judicieux.

Ensuite, merci à toute l'équipe du laboratoire de Bactériologie Département des Sciences Agrovétérinaires-Université de Batna, en particulier Mr AYACHI A pour son aide précieuse, ses encouragements et son soutien.

Je tiens à exprimer également ma profonde gratitude et mes remerciements à tout le personnel du Laboratoire de Chimie et Chimie de l'environnement à l'université de Batna, en particulier Mr DIBI A., de m'avoir accueillie au sein de son laboratoire où j'ai réalisé une partie de mon travail.

Egalement, j'adresse tous mes remerciements à toute l'équipe du laboratoire de Biotechnologie Des Molécules Bioactives et de la Physiopathologie Cellulaire à l'université de Batna, en particulier Mr YAHIA M et Mme BENBIA S, pour leur bonne humeur et leur disponibilité.

Je tiens à remercier Pr KASSAH, et les tous les membres du Laboratoire de Microbiologie au sein du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Batna,

Je tiens à remercier Mr. BELGUDJ M., qui m'a beaucoup aidé dans la récupération des échantillons au sein de l'Institut Technique de Développement de L'Agriculture Saharienne (ITDAS, Ain Benoui Biskra), ainsi pour sa grande disponibilité.

J'adresse particulièrement toutes mes remercies à Mme Silabdi S ; pour sa présence, et sa générosité inestimables, ainsi pour ses conseils, ces encouragements, son soutien précieux.

J'exprime mes remerciements à tous les doctorants qui m'ont aidé à réaliser ce travail, spécialement BENHOUDA A, ALLOUA Z, GHEDADBA N.

Enfin, je n'oublierai à remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.



Je dédie cet humble travail

A mes proches. En particulier, à **mes parents**, pour m'avoir encouragé à poursuivre cette voie sur laquelle, je me suis engagé. J'exprime mes plus profonds remerciements à ma maman, mon papa, mes frères, ma sœur, pour ce que je vous dois, ce que je vous souhaite, je vous aime ce n'est pas pour rien si je vous dédie ce mémoire.

A toute ma promotion 2011-2013 option Nutrition et Transformation des Aliments.

L'ensemble des personnes que j'ai croisées à l'université Blida 1, et à l'Université de Batna.

## TABLE DES MATIÈRES

RESUME.....	1
REMERCIEMENTS.....	5
TABLE DES MATIÈRES.....	8
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.....	12
INTRODUCTION.....	16
1. LE PALMIER DATTIER.....	18
1.1. Généralités sur le palmier dattier.....	18
1.2. Position systématique.....	18
1.3. description du palmier dattier.....	19
1.4. Ecologie.....	20
1.5. Répartition géographique du palmier dattier.....	21
2. LA DATTE ; FORMATION ET MATURATION.....	23
2.1. Aspects morphologiques.....	23
2.2. Classification des dattes.....	24
2.3. Les variétés de datte.....	24
2.4. Développement et maturation de la datte.....	25
2.5. Modifications accompagnent le développement et la maturation du fruit.....	29
2.5.1. Changement métabolique.....	29
2.5.2. Evolution de la taille, et du poids.....	30
2.5.3. Evolution de couleur, et de la texture.....	31
2.5.4. Evolution de l'humidité et du pH.....	33
2.5.5. Evolution des sucres, protéines et éléments minéraux.....	33
2.5.6. Evolution des polyphénols, tanins solubles, et des caroténoïdes.....	35
2.5.7. Evolution des enzymes.....	36
3. COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE LA DATTE.....	39
3.1. Composition biochimique de la partie comestible « pulpe ».....	39
3.1.1. Constituants majeurs de la pulpe.....	40
3.1.2. Constituants mineurs de la pulpe.....	41

3.1.3. Constituants phytochimiques de la pulpe.....	43
3.1.3.1 Caroténoïdes.....	43
3.1.3.2. Stérols.....	44
3.1.3.3. Polyphénols totaux.....	45
3.1.3.4 Acides phénoliques.....	47
3.1.3.5 Flavonoïdes.....	47
3.1.3.6 Anthocyanes.....	48
3.2. La composition biochimique de la partie non comestible « noyau » .....	49
4. ACTIVITES BIOLOGIQUES ET PHARMACOLOGIQUES DES DATTES.....	51
4.1. Usage médicinal traditionnel.....	51
4.2. les études in vitro.....	51
4.2.1. Activité antioxydante.....	51
4.2.2 Activité antimutagène.....	52
4.2.3 Activité antivirale.....	52
4.2.4. Activité antifongique.....	52
4.3. les études in vivo.....	52
4.3.1. Activité anti-inflammatoire.....	52
4.3.2. Activité antihyperlipidique.....	53
4.3.3. Activité hépato protectrice.....	53
4.3.4. Activité néphroprotectrice.....	53
4.3.5. Activité anti cancer.....	54
5. MATERIEL ET METHODES.....	55
5.1. Matériel.....	55
5.1.1. Matériel biologique.....	55
5.1.2. Produits chimiques.....	57
5.2. Méthodes analytiques.....	57
5.2.1. Caractérisation physique et morphologique de la datte.....	58
5.2.2. Détermination de la teneur en eau.....	58
5.2.3. Détermination du pH (NF V 05-108, 1970).....	59
5.2.4. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974).....	59
5.2.5. Détermination de la teneur en cendres (NF V05-113, 1972).....	60
5.2.6. Analyse des éléments minéraux (NF V 05-113, 1972).....	61
5.2.7. Détermination de la teneur en protéines.....	61

5.2.8. Dosage des sucres.....	62
5.2.8.1. Dosage des sucres totaux (méthode Dubois).....	62
5.2.8.2. Dosage des sucres réducteurs.....	64
5.2.8.3. Teneur en saccharose.....	65
5.2.9. Détermination de la teneur en polyphénols totaux.....	65
5.2.9.1. Analyse de la composition chimique des extraits par chromatographie sur couche mince “CCM”.....	67
5.2.9.2. Dosage des composés phénoliques extractibles totaux.....	67
5.2.10. Dosage des Flavonoïdes.....	69
5.2.11. Détermination de la vitamine C.....	71
5.2.12. Dosage des caroténoïdes totaux.....	73
5.2.13. Etude des activités biologiques.....	75
5.2.13.1. Détermination de l’activité antioxydante.....	75
• Test de blanchissement du $\beta$ - carotène.....	75
• Piégeage du radical libre DPPH <sup>•</sup> .....	75
• Réduction du fer : FRAP.....	77
5.2.13.2. Etude des activités antibactérienne et antifongique... ..	79
• Activité antibactérienne.....	79
• Activité antifongique.....	81
• Détermination des CMI.....	81
5.2.14. Analyses statistique.....	82
6. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.....	83
6.1. Caractérisation morphologiques.....	83
6.2. Caractérisation physico-chimiques.....	86
6.2.1. Humidité.....	86
6.2.2. Matière sèche.....	87
6.2.3. pH.....	88
6.2.4. Acidité titrable.....	89
6.2.5. Teneur en protéines.....	92
6.2.6. Taux de cendres.....	94
6.2.7. Éléments minéraux « Na, K ».....	95
6.2.8. Teneur en sucre.....	97
6.2.9. Chromatographie sur couche mince (CCM).....	99

6.2.10. Teneur en polyphénols.....	100
6.2.11. Teneur en flavonoïdes.....	103
6.2.12. Teneur en vitamine C.....	104
6.2.13. Teneur en caroténoïdes totaux.....	105
6.3. Evaluation des activités biologiques.....	106
6.3.1. Activité antioxydante.....	106
6.3.1.1. Résultats du test de blanchissement du $\beta$ - carotène.....	107
6.3.1.2. Résultats du piégeage du radical libre DPPH <sup>•</sup> .....	108
6.3.1.3. Résultats de la réduction du fer : FRAP.....	110
6.3.2. Résultats des activités antibactérienne et antifongique.....	111
6.3.2.1. Activité antibactérienne.....	111
6.3.2.2. Activité antifongique.....	116
6.3.2.3. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI).....	119
CONCLUSION.....	121
APPENDICES.....	123
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	137

## LISTE DES ILLUSTRATIONS GRAPHIQUES

Figure 1 : Représentation schématique du palmier dattier.....	20
Figure 2.1 : Datte et noyau du palmier dattier.....	24
Figure 2.2 : Différentes stades de croissance et de maturité des dattes.....	28
Figure 2.3 : Les changements métaboliques qui se produisent dans les dattes au cours de la maturation.....	29
Figure 2.4 : Evolution du diamètre, longueur et le poids sec de la pulpe pour la variété 'Lonet-Mesaed' au cours du développement et maturation.....	30
Figure 2.5 : Evolution du poids de la datte, de la pulpe, du noyau pour la variété 'Helali' au cours du développement et maturation.....	31
Figure 2.6 : Evolution de la couleur au cours du développement et maturation des dattes « variété Khalas ».....	32
Figure 2.7 : Evolution de la texture de trois variétés de datte au cours du développement et maturation.....	32
Figure 2.8 : Evolution de la teneur en polyphénols totaux de cinq variétés de datte au cours du développement et maturation.....	35
Figure 2.9 : Evolution de la teneur en tanins solubles de cinq variétés de datte au cours du développement et maturation.....	36
Figure 2.10 : Evolution de l'activité en Cellulase (c), Invertase (d), Pectine methylesterase (e) de trois variétés de datte au cours du développement et maturation.....	38
Figure 3.1: Composition de la datte.....	39
Figure 3.2 : Structures des caroténoïdes présents dans la datte.....	44
Figure 3.3 : Structures des stérols présents dans la datte.....	45
Figure 3.4 : Structures des acides phénoliques présents dans la datte.....	47
Figure 3.5 : Structures des flavonoïdes présents dans la datte.....	48
Figure 3.6 : Structures de l'anthocyane présent dans les dattes.....	49
Figure 4.1 : Activités biologiques et pharmacologiques de la datte.....	54
Figure 5.1 : Les différents stades de maturité de dattes (original).....	56
Figure 5.2 : Protocole de préparation de l'extrait de datte au méthanol.....	66
Figure 5.3 : Protocole de préparation de l'extrait de datte pour le dosage de la vitamine C.....	72

Figure 5.4 : Protocole de préparation de l'extrait de datte pour le dosage des caroténoïdes.....	74
Figure 5.5 : Protocole d'évaluation de pouvoir réducteur test FRAP.....	78
Figure 5.6 : Schéma d'utilisation d'une microplaque.....	82
Figure 6.1 : Evolution de la teneur en matière sèche (%) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	87
Figure 6.2 : Evolution du pH pour les différentes variétés au cours du développement et Maturation.....	90
Figure 6.3: Evolution de l'acidité titrable pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	91
Figure 6.4 : Evolution de la teneur en protéine pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	93
Figure 6.5 : Evolution de la teneur en cendres pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	94
Figure 6.6 : Chromatogrammes des différents extraits.....	99
Figure 6.7 : Evolution de la teneur en polyphénols (mg eqAG / 100g MS) pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	101
Figure 6.8 : Evolution de la teneur en vitamine C pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	104
Figure 6.9 : Evolution de la teneur en caroténoïdes totaux pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	105
Figure 6.10 : Evolution de l'activité antioxydante exprimée en pourcentage d'inhibition pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	107
Figure 6.11 : Evolution de pouvoir radicalaire pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.....	109
Figure 6.12 : Calcul du CMI pour différentes variétés de datte par la méthode de micro dilution.....	119

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de palmiers dattiers en Algérie.....	22
Tableau 2.1 : Stades d'évolution des dattes et les appellations utilisées en Afrique du Nord et en Irak.....	25
Tableau 2.2 : Pourcentage d'humidité de six cultivars de datte à différents stades de maturité.....	33
Tableau 2.3 : Composition chimique de cinq cultivars de datte à différents stades de maturité.....	34
Tableau 3.1 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), (en%).....	40
Tableau 3.2 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes..	41
Tableau 3.3 : Teneur de la datte en fibres.....	41
Tableau 3.4 : Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, (% de matière grasse).....	42
Tableau 3.5 : Teneur en éléments minéraux de la datte.....	42
Tableau 3.6 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche.....	43
Tableau 3.7 : Teneur en polyphénols totaux et acides phénoliques pour certaines variétés de datte.....	46
Tableau 3.8 : Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes.....	50
Tableau 3.9 : Composition en acides gras des noyaux de datte.....	50
Tableau 5.3 : gamme d'étalonnage des sucres totaux hydrosolubles.....	63
Tableau 5.4 : Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique.....	68
Tableau 5.5 : Préparation de la gamme d'étalonnage de la quercétine.....	70
Tableau 5.6 : Préparation de la gamme d'étalonnage de $\beta$ - carotène.....	75
Tableau 5.7: Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique pour le test FRAP.....	79
Tableau 6.1 : Caractéristiques morphologiques de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	85
Tableau 6.2 : Teneur en eau de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	86



Tableau 6.8 : Teneur en potassium (mg/100g PF) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	95
Tableau 6.9 : Teneur en sodium (mg/100g PF) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	96
Tableau 6.10 : Teneur en sucre de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	97
Tableau 6.11 : Teneur en polyphénols (mg eqAG/ 100g MS) de différentes variétés de datte au cours du développement et maturation.....	
Tableau 6.12 : Teneur en flavonoids (mg eqQ / 100g MS) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	103
Tableau 6.17 : Activité antioxydante (mg eqAG / 100g MS) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.....	111
Tableau 6.18: Diamètres moyens des zones d'inhibition (en mm) obtenus avec les disques d'antibiotiques.....	112
Tableau 6.19: Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits (en mm) obtenus avec <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853.....	113
Tableau 6.20 : Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits (en mm) obtenus avec <i>Escherichia coli</i> ATCC25922.....	113
Tableau 6.21 : Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits (en mm) obtenus avec <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923.....	114
Tableau 6.22: Diamètres moyens des zones d'inhibition (en mm) obtenus avec les disques d'antifongiques.....	117
Tableau 6.23: Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits de dattes (en mm) obtenus avec <i>Candida albicans</i> .....	117
Tableau 6.24: Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits de dattes (en mm) obtenus avec <i>Aspergillus niger</i> .....	118
Tableau 6.25: La Concentration Minimale Inhibitrice.....	120

## INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*. L) est parmi l'une des cultures principales des régions arides et semi arides, jouant un rôle social, environnemental et économique chez les oasiens [1]. Il contribue également au développement des cultures adjacentes (figuiers, poivre, tomate, safran, etc.) [2].

La production mondiale de dattes réalisée en 2011 est de 7,5 millions de tonnes, l'Algérie compte parmi les grands producteurs de datte en occupant le 5<sup>ème</sup> rang mondiale, avec une production annuelle de 690 000 tonnes, dont la quantité destinée à l'exportation reste faible [3]. En plus, l'Algérie est caractérisée par sa richesse en patrimoine génétique, plus de 900 cultivars de palmier dattier sont recensés [4].

La datte, fruit du palmier dattier, constitue un aliment fondamental pour les musulmans durant toutes les saisons, et particulièrement pendant le mois sacré de Ramadhan, et ce par sa richesse en différents éléments nutritifs tels que ; les sucres facilement digestibles (70%), principalement du glucose, saccharose, et fructose, des fibres alimentaires et moins de protéines et matière grasse. Les dattes contiennent aussi des vitamines, des éléments minéraux qui sont essentiels pour le corps humain [5].

La couleur de la datte, son aspect, sa forme, sa consistance, son goût changent énormément selon les lieux, les conditions climatiques, les pratiques agricoles, et les variétés du dattier. [6, 7].

Pendant sa formation et sa maturation, la datte passe par un certain nombre de phases dites « stades de maturité », qui sont en relation avec la quantité et la nature des composés accumulés dans le fruit [5].

Le fruit de la datte ne mûrit pas en même temps, même dans le même régime, et par conséquent, plusieurs récoltes sont nécessaires pendant la saison de récolte (début Septembre jusqu'à fin Novembre) (10-15). En Arabie Saoudite et dans certains pays de la région du Golfe, seulement 30-40% du total des dattes mûrit normalement sur l'arbre, ce qui provoque une grande perte économique [8].

La plupart de la littérature scientifique disponible focalisé principalement sur la composition chimique des dattes au stade de maturation et / ou des changements pendant le stockage pour certains cultivars. Cependant, peu d'étude sont consacrés aux changements physico-chimiques au cours du développement et de maturation [9].

Certaines études de Ragab et *al.*, [10], ont caractérisé quelques changements chimiques au cours du développement et la maturation de six cultivars datte qui poussent dans l'Egypte. En Iran, Rouhani et Bassiri [11] décrit certains changements physiques et chimiques pour la variété 'Shahani' pendant le développement et la maturation. De leur côté Ahmed et *al.*, [12] signalé certains changements chimiques au cours du développement, et maturation de douze cultivars de datte qui sont largement consommés dans les Émirats arabes unis.

D'autres études ont, en 'Arabie Saoudite [13], Émirats arabes unis [14], Soudan [15] et l'Irak [16] considérés que certains changements, ou encore les plus importantes altérations dans la composition chimique des dattes pourraient commencer, en parallèle avec les changements physiques visibles au cours du développement, et maturation.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte et porte sur quelques variétés de dattes algériennes à différents stades de maturité, à travers :

1. La caractérisation morphologique, et l'analyse physico-chimique de ces variétés pour les différents stades de maturité.
2. Extraction et caractérisation des composés bioactifs pour les différents stades de maturité.
3. Evaluation des activités biologiques des extraits obtenus.

## CHAPITRE 1

### LE PALMIER DATTIER

#### 1.1. Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier constitue pour les populations des régions sahariennes l'arbre de la providence qui fournit non seulement des dattes, nourriture riche pour les hommes et les animaux, mais également un grand nombre de productions diverses qui sont très utiles aux familles des phoeniculteurs [17].

Le palmier dattier : *Phœnix dactylifera* L., provient du mot "Phoenix " qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera dérive du terme grec "dactulos " signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit [18].

Le dattier est un arbre probablement originaire du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides. C'est une espèce dioïque, monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes [19].

#### 1.2. Position systématique

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous [19] :

Groupe : Spadiciflores

Ordre : Palmale

Famille : Palmacées

Sous famille : Coryphoidées

Tribu : Phoenicées

Genre : Phœnix

Espèce : Dactylifera L.

Le genre Phœnix comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dactylifera, dont les fruits " dattes " font l'objet d'un commerce international important [20].

### 1.3. Description du palmier dattier

Le palmier dattier est une monocotylédone de la famille *Arecaceae* (anciennement *Palmaceae*). Cette famille comprend environ 2500 espèces. C'est un hybride dont le nombre de chromosomes est  $n=18$  et le nombre de chromosomes somatiques est  $n=36$  [21].

Le système racinaire du palmier dattier est de style fasciculé, caractérisé par une faible ramification des racines, qui peuvent se développer entre 12 et 20 mètres de profondeur. Le tronc (ou stipe) a une croissance monopodiale continue. Il est généralement cylindrique et peut atteindre 30 mètres de haut. Il émet des rejets appelés gourmands lorsqu'ils se trouvent haut placés. Il présente trois types de feuilles durant sa vie : les feuilles juvéniles, semi-juvéniles, et adultes appelées les palmes. Un palmier en bon état de végétation peut avoir entre 100 et 125 palmes actives.

La durée d'activité d'une palme se situe entre 3 et 7 ans. Le palmier est une plante dioïque et présente de ce fait des pieds mâles et femelles. Le fruit du palmier, la datte, est constitué d'une partie charnue (la chair) et d'une graine communément appelée noyau, dont la présence signifie que la pollinisation a réussi [21, 22].

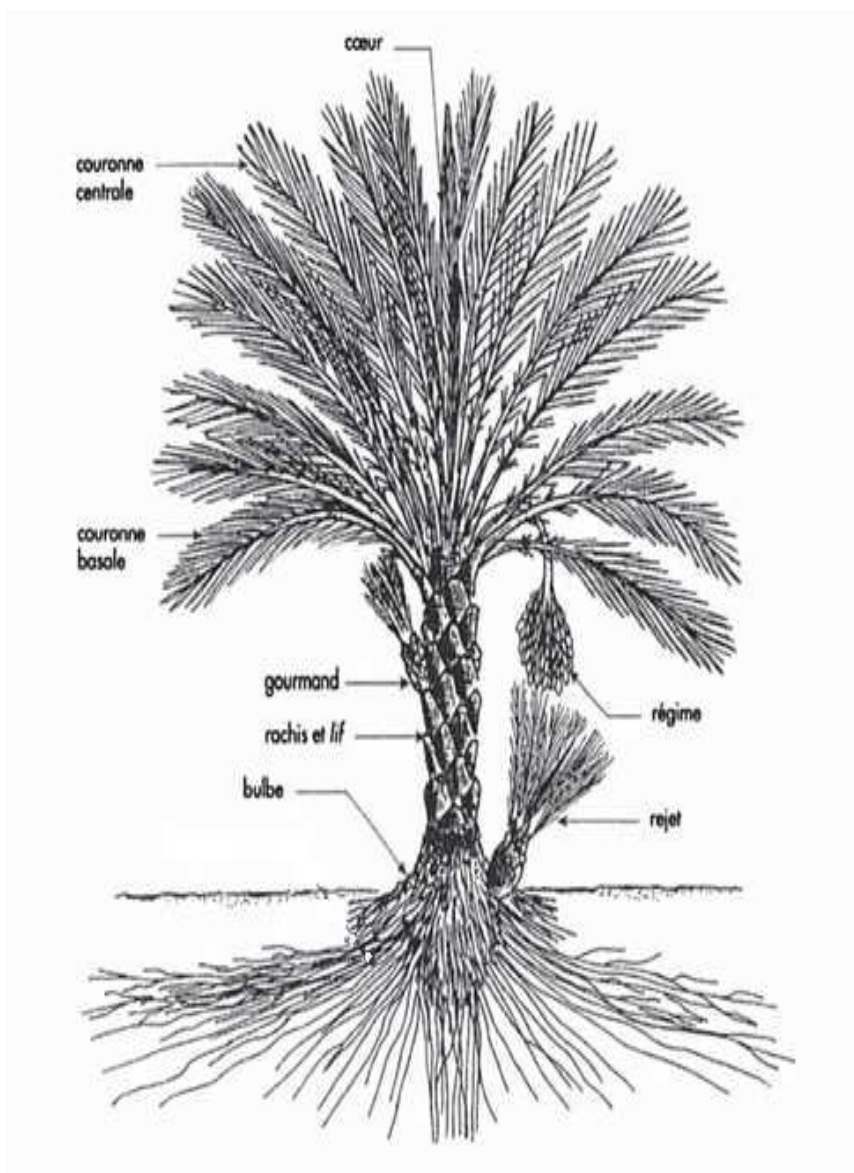


Figure 1 : Représentation schématique du palmier dattier [6]

#### 1.4. Ecologie

Le palmier dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi arides. Cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions grâce à sa grande variabilité [24]. Le dattier est une espèce thermophile ; il exige un climat chaud, sec et ensoleillé. C'est un arbre qui s'adapte à tous les sols. Il est sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation [25].

## 1.5. Répartition géographique du palmier dattier

### 1.5.1. Dans le monde

Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche [7].

Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Sa culture n'a débutée réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés irakiennes [26, 27]. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie [27].

### 1.5.2. En Algérie

Le palmier dattier est cultivé au niveau de 16 wilayas seulement, pour une superficie de 162 134 hectares. Cependant, quatre principales wilayas représentent 77,80 % du patrimoine phoenicicole national : Biskra 23,24 %, Adrar 20,37 %, El-Oued 20,67 % et Ouargla 13,52 %.

Il existe en Algérie trois grandes familles: La variété 'Degla Baida' et analogue, occupe la première place avec 46,2% du total de palmier dattier cultivé ; en 2<sup>ème</sup> position vient la variété 'Deglet Nour' avec 38.4% ; et enfin la variété 'Ghars' et analogue avec 15,3% du total de palmier dattier cultivé (Tableau 1) [28].

Tableau 1 : Nombre de palmiers dattiers en Algérie [28].

WILAYA	Superficie occupée	Deglet nour (Dattes fines)	Ghars et Analogues (Dattes molles)	Degla Beida et Analogues (Dattes sèches)	Total Palmier-dattier
	ha	Nbre d'arbre	Nbre d'arbre	Nbre d'arbre	Nbre d'arbre
1 ADRAR	27 400	0	0	3 658 729	<b>3 658 729</b>
3 LAGHOuat	357	10 500	14 160	12 616	<b>37 276</b>
5 BATNA	192	8 506	9 193	10 857	<b>28 556</b>
7 BISKRA	41 714	2 544 615	540 097	1 086 735	<b>4 171 447</b>
8 BECHAR	13 419	0	0	1 537 422	<b>1 537 422</b>
11 TAMANRASSET	7 000	0	0	688 822	<b>688 822</b>
12 TEBESSA	816	38 600	22 900	0	<b>61 500</b>
17 DJELFA	97	6 010	2 160	813	<b>8 983</b>
30 OUARGLA	21 020	1 323 278	946 875	158 450	<b>2 428 603</b>
32 EL-BAYADH	917	2 140	75 835	0	<b>77 975</b>
33 ILLIZI	1 220	7 727	74 213	43 760	<b>125 700</b>
37 TINDOUF	434	0	45 206	0	<b>45 206</b>
39 EL-OUED	35 895	2 403 088	697 672	610 035	<b>3 710 795</b>
40 KHENCHELA	746	50 200	60 300	11 542	<b>122 042</b>
45 NAAMA	506	1 790	48 810	0	<b>50 600</b>
47 GHARDAIA	10 401	510 450	214 660	476 600	<b>1 201 710</b>
<b>TOTAL ALGERIE</b>	<b>162 134</b>	<b>6 906 904</b>	<b>2 752 081</b>	<b>8 296 381</b>	<b>17 955 366</b>



## CHAPITRE 2

### LA DATTE : FORMATION ET MATURATION

La datte, fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) pourrait être considérée comme une denrée alimentaire principale dans les pays du nord-africain et la base de la survivance pour les habitants du Sahara Algérien, spécialement durant la période Ramadan, représentant une source importante de nutriments et d'énergie [29].

#### 2.1. Aspects morphologiques

Selon Dowson et Aten [30] et Richard [31], la datte fruit du palmier dattier, est une baie constituée d'une partie dure non comestible (la graine) et d'une partie comestible (pulpe). La datte est constituée de deux parties, une partie non comestible « noyau » et une partie comestible « pulpe » ou « chair ».

Selon Espiard [20], la partie comestible de la datte est constituée de :

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucres et de couleur soutenue.
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau.

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. La couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brune plus au moins foncée [18]. Les dattes sont généralement de forme allongée, oblongue ou ovoïde, mais on rencontre également des dattes sphériques.

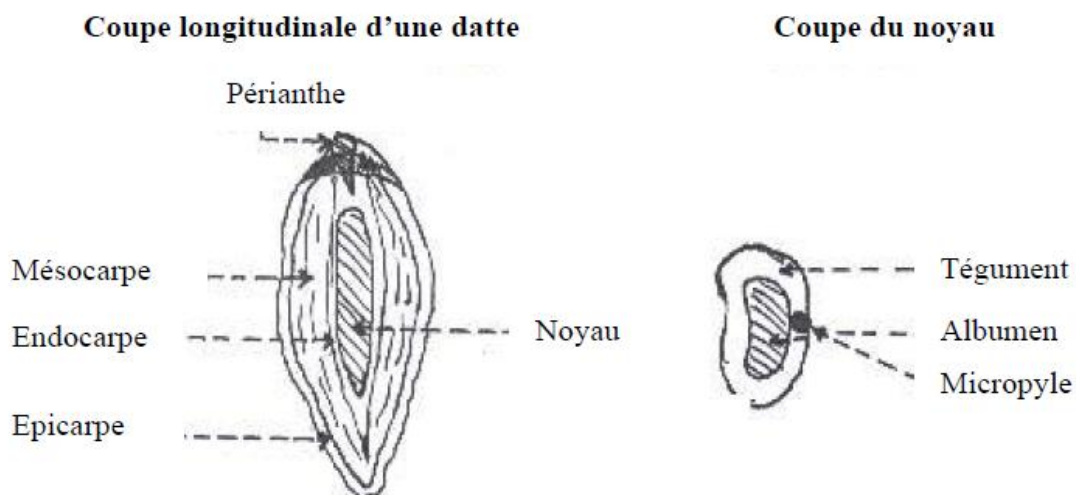


Figure 2.1 : Datte et noyau du palmier dattier [32].

## 2.2. Classification des dattes

D'après Espiard [20], la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories :

- ✓ Dattes molles : Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).
- ✓ Dattes demi-molles : Deglet-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie-Saoudite).
- ✓ Dattes sèches de consistance dure : Degla-Beida et Mech-Degla (Tunisie et Algérie), Amersi (Mauritanie).

## 2.3. Les variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions [32 ; 18].

En Algérie, les principales variétés cultivées sont représentées par :

- ✓ La Deglet-Nour : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. À la maturité ; la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse ;

- ✓ Les dattes communes : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla ;
- ✓ Les variétés secondaires : elles comptent plus de 150 variétés dont la majorité est très peu appréciée. Les plus répandues sont : Hamra, Tinnaceur, Tegaza, Tezerzait et takerbouchet (qui présentent un intérêt par sa résistance au Bayouhd) .

#### 2.4. Développement et maturation de la datte

Pendant sa formation et sa maturation, le fruit passe par un certain nombre de phases, qui se résument en quatre stades appelés par leur dénomination arabe : Kimri, Khalal, Routab et Tamr [33].

On peut distinguer différents stades d'évolution de la datte [34]; chaque stade porte une appellation particulière selon les pays. En Algérie, se sont : Loulou, Khalal, Bser, Martouba et Tmer ; cependant, la majorité des auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak et de nombreux pays arabes.

Tableau 2.1 : Stades d'évolution et les appellations utilisées en Afrique du Nord et en Irak [18].

<b>Pays</b>	<b>Stades de développement de la datte</b>				
	I	II	III	IV	V
<b>Irak</b>	Hababouk	Khimri	Khalal	Routab	Tamr
<b>Algérie</b>	Loulou	Khalal	Bser	Martouba	Tamr
<b>Lybie</b>	–	Gamag	Bser	Routab	Tamr
<b>Mauritanie</b>	Zeï	Tefejena	Engueï	Blah	Tamr

De nombreux auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak. Les différents stades peuvent être définis comme suit [18] :

#### 2.4.1. Stade (I) : Hababouk

*Description générale* : stade qui suit immédiatement la pollinisation. La datte a une forme sphérique de couleur crème. L'évolution du fruit est très lente.

*Période et durée* : il dure de 4 à 5 semaines après la pollinisation.

#### 2.4.2. Stade (II) : Kimri

*Description générale* : la datte commence son développement, grossit et prend une teinte verte pomme.

*Période et durée* : Ce stade dure neuf à quatorze semaines.

*Composition* : En 1946, Rygg., [35] a été le premier à signaler que le développement de la datte à ce stade se décompose en deux phases :

La première phase se caractérise par :

- L'accroissement rapide du poids et du volume
- L'accumulation des sucres réducteurs
- L'augmentation lente mais croissante des sucres totaux et de la matière solide
- Une acidité et un taux d'humidité élevés

La deuxième phase caractérisée par :

- L'accroissement moins rapide du poids et du volume
- La baisse du taux d'accumulation des sucres réducteurs
- Le ralentissement dans la formation des sucres totaux
- Une légère diminution de l'acidité et de l'humidité

Le goût de la datte à ce stade est astringent et amer (à quelque exception près), à cause de la présence d'un taux important de tanins.

Exemple de variétés exemptes de tanins à ce stade : ARIBABOU au Tchad, HOLWA en Arabie saoudite, DOUWIKI en Egypte et ARECHTA en Algérie [36].

#### 2.4.3. Stade (III) : Khalal

*Description générale* : selon le descripteur du palmier dattier anonyme [36], c'est le stade de développement de la datte durant lequel le fruit prend sa forme et sa

taille finale ; elle passe de sa couleur verte à une couleur généralement jaune ou rouge, rarement verdâtre.

*Période et durée* : 03 à 05 semaines.

*Composition* : Sur le plan physico-chimique, ce stade est caractérisé selon Rygg G.L [35] par :

- La lenteur dans l'accroissement du poids (vers la fin, le poids diminue)
- L'accroissement rapide dans l'accumulation du saccharose et des sucres totaux, faible accumulation des sucres réducteurs ; c'est le stade le plus riche en sucre notamment en saccharose.
- L'accroissement rapide des matières solides.
- Le décroissement de l'acidité et de l'humidité.
- Le goût de la datte est sucré mélange au goût âpre du aux tanins.

#### 2.4.4. Stade (IV) : Routab

*Description générale* : La datte passe du stade Khalal à ce stade par l'apparition progressive de points d'amollissement. En général, selon Cavell [37], ce changement de texture commence par la partie supérieure du fruit (sommet). Puis il y a une homogénéisation de la couleur et de la texture. Il existe des variétés où l'amollissement apparaît de façon aléatoire [36]. La datte devient translucide, sa peau passe du jaune, chrome à une brun presque noire, ou au vert selon les variétés.

*Période et durée* : 02 à 04 semaines.

*Composition* :

A ce stade, les tanins précipitent entièrement, sous forme insoluble ; le goût amer et astringent disparaît et la datte devient sucrée.

Il n'y a pas de formation de sucres « très faible » néanmoins, on assiste à une inversion des disaccharides « saccharose » en monosaccharides « glucose et fructose ».

#### 2.4.5. Stade (V) : Tamr

*Description générale* : C'est le stade final de maturation de la datte, la consistance du fruit à ce stade est comparable à celle du raisin et des prunes. Dans la plupart des variétés, la peau adhère à la pulpe et se ride à mesure que celle-ci diminue de

volume ; le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé. La couleur de l'épiderme et de la pulpe fonce progressivement [5].

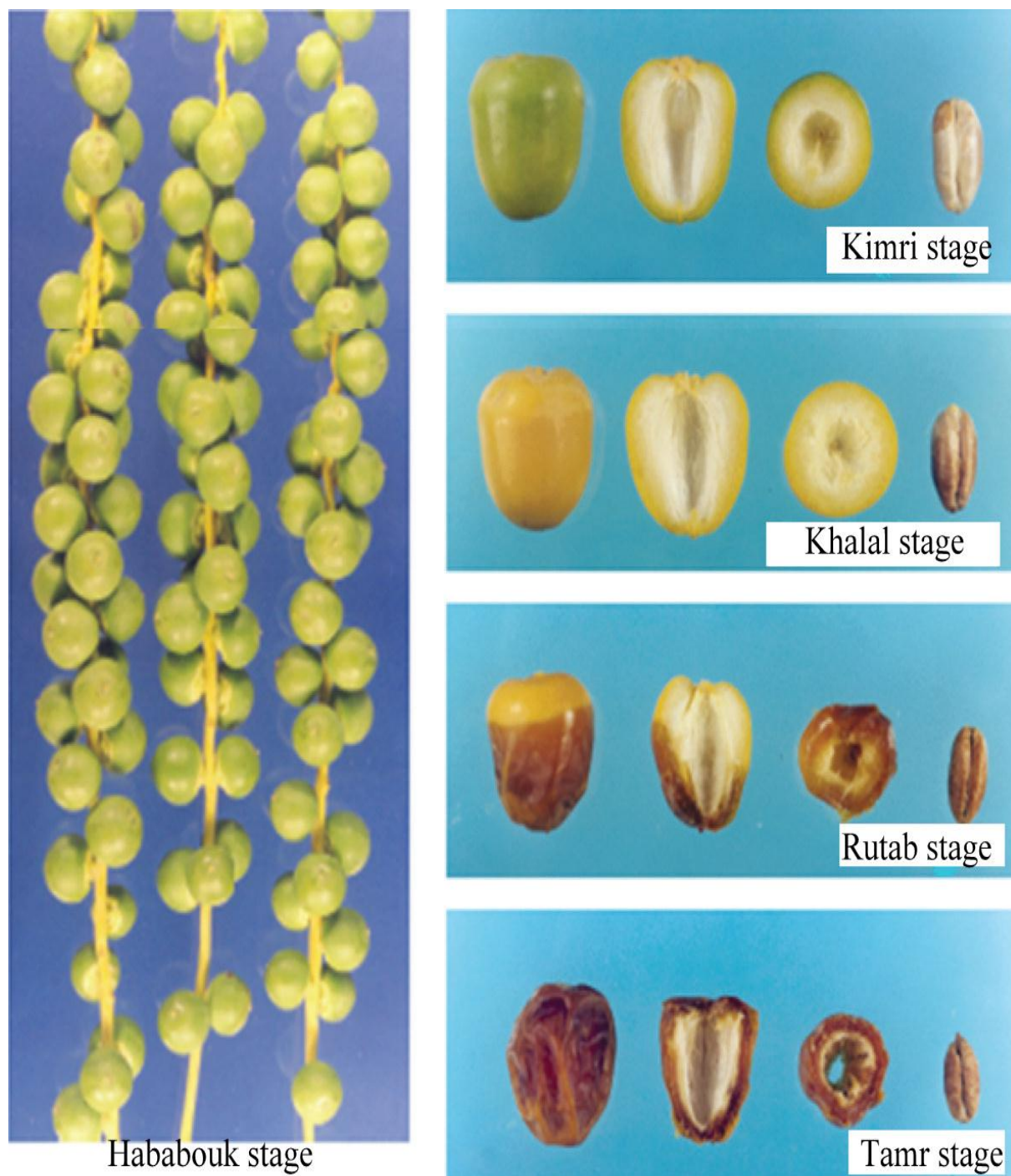


Figure 2.2: Différentes stades de croissance et de maturité des dattes [3].

## 2.5. Modifications accompagnent le développement et la maturation du fruit

### 2.5.1. Changement métabolique

Une série de changements métaboliques se produisent dans la datte pendant la croissance, le développement et la maturation. Ces changements sont sous le contrôle du génotype, la température, lumière, et les changements hormonaux (Figure 2.3).

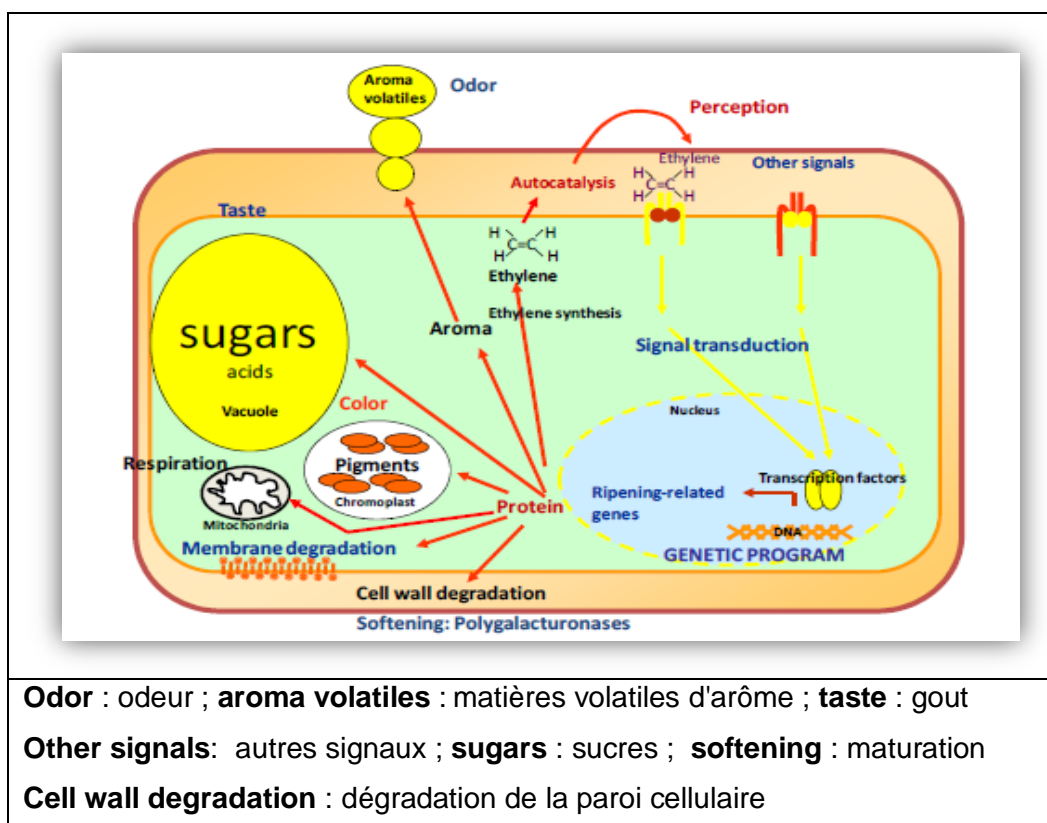


Figure 2.3: Les changements métaboliques qui se produisent dans les dattes au cours de la maturation [38].

Suite à des voies de signalisation complexes, un certain nombre de facteurs de transcription sont activés ; induire la transcription de gènes de maturation. Les protéines synthétisées sont impliqués dans de nombreux processus, y compris la synthèse de l'éthylène, ce qui augmente la respiration mitochondriale et accélère la maturation. Certaines de ces protéines sont impliquées dans l'arôme et la création d'autres substances volatiles responsables de l'odeur de la datte mure. D'autres sont impliqués dans la synthèse des sucres et les acides organiques qui améliorent le goût [38].

### 2.5.2. Evolution de la taille, et du poids

Travaillant sur la variété 'Lonet-Mesaed', Awad [39], a mentionné que le diamètre et la longueur de la datte augmente au cours du développement progressivement jusqu'à la semaine 14 de la pollinisation (stade Khalal), puis diminue légèrement pendant la 16<sup>ième</sup> semaine de la pollinisation (stade Rutab). Généralement Le fruit a atteint sa taille maximale à la 17<sup>ème</sup> semaine de la pollinisation.

La courbe qui présente la variation de ces paramètres montre une tendance sigmoïde claire pour la croissance de ce type de fruit (figure 2.4).

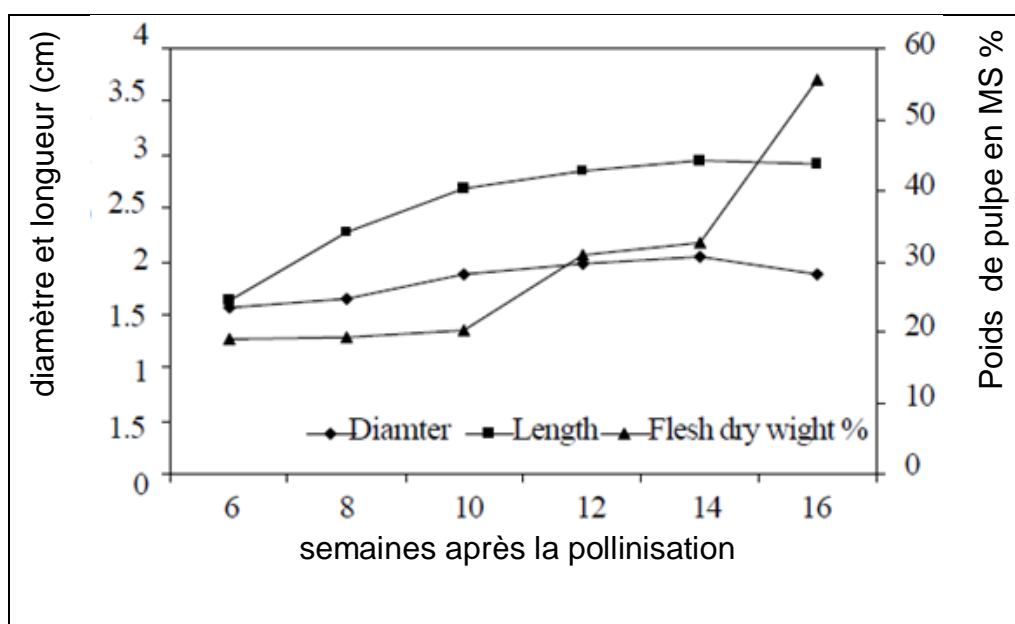


Figure 2.4: Evolution du diamètre, longueur et le poids sec de la pulpe pour la variété 'Lonet-Mesaed' au cours du développement et maturation [39].

Al - Qurashi dans son étude sur la variété 'Helali' [8], a mentionné que trois phases de croissance peuvent être distinguées à travers la courbe présente l'évolution du poids de la datte au cours de développement et maturation (figure 2.5) :

- ✓ La 1<sup>ère</sup> phase : caractérisée par une augmentation initiale rapide du poids du fruit, situé entre la 6<sup>ème</sup> semaine et la 10<sup>ième</sup> semaine de la pollinisation (stade Kimri).



- ✓ La 2<sup>ème</sup> phase : caractérisée par une lente augmentation du poids du fruit, situé entre la 10<sup>ème</sup> semaine et la 17<sup>ème</sup> semaine (stade Bisir).
- ✓ La 3<sup>ème</sup> phase : caractérisé par une baisse du taux de croissance, commence à partir de la 17<sup>ème</sup> semaine de la pollinisation jusqu'à la récolte (stades Rutab et Tamr).

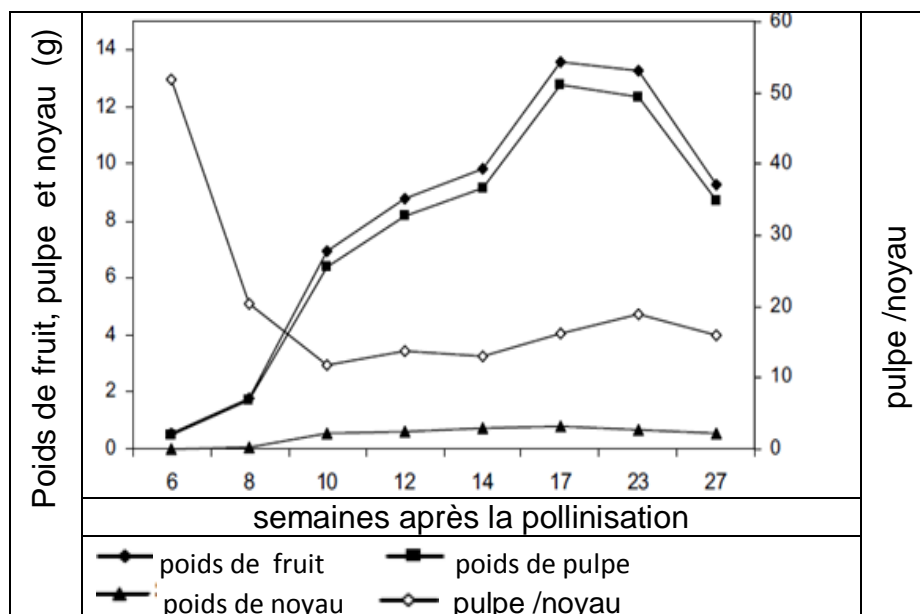


Figure 2.5: Evolution du poids de la datte, de la pulpe, du noyau pour la variété 'Helali' au cours du développement et maturation [8].

L'augmentation du poids de noyau était supérieure à celui de poids de la pulpe, durant la 6<sup>ème</sup> semaine jusqu'à 14<sup>ème</sup> semaine de la pollinisation, par la suite le contraire était vrai. Ceci peut expliquer la forte baisse des taux pulpe / noyau durant la 6<sup>ème</sup> semaine jusqu'à 10<sup>ème</sup> semaine (figure 2.4).

Awad et Al - Qurashi [40], ont conclu que les noyaux de dattes atteignent leurs maturités complètes à la 14<sup>ème</sup> semaine de la pollinisation avant d'entrer dans le stade Khalal.

### 2.5.3. Evolution de couleur et de la texture

Au cours des différentes étapes de la maturation, les dates subissent un changement de couleur du vert foncé au vert clair « Hababouk, Kimri », jaune « Khalal », brun clair à « Rutab » brun rouge « Rutab », et au brun foncé [40].

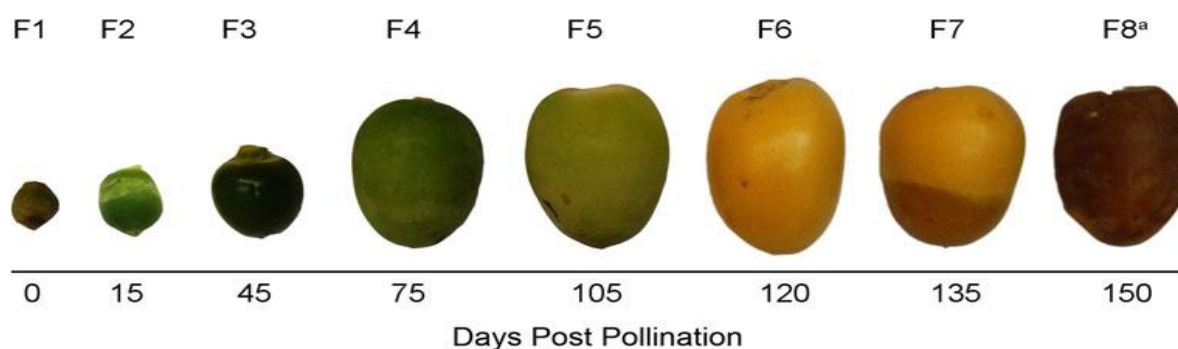


Figure 2.6: Evolution de la couleur au cours du développement et maturation des dattes « variété Khalas » [40].

Dans l'étude de Rastegar et *al.* [42] portant sur le suivi des modifications de la texture de trois variétés de dattes iraniennes, on constate que les valeurs de texture variaient de 7 à 12,5 kg/cm<sup>2</sup> (fig. 2.4) pendant le développement des fruits.

La texture ne présentait pas de changement majeur dans toutes les variétés jusqu'au stade Khalal. Après cela, il a montré une diminution progressive jusqu'au stade de Rutab alors l'augmentation dépendait de la variété de fruits. Contrairement à la plupart des autres fruits, la dattes présente une tendance dans l'augmentation de la texture au stade Tamr, ceci peut s'expliquer par la perte d'humidité [41].

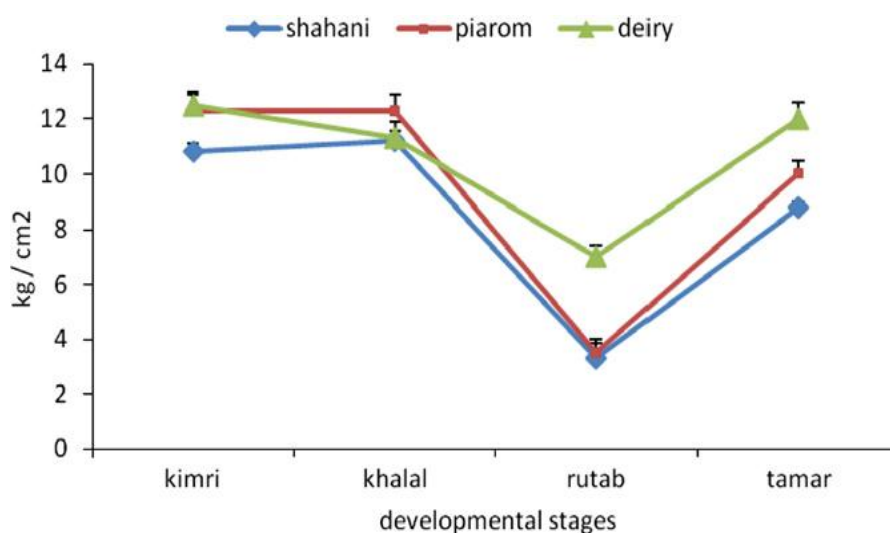


Figure 2.7: Evolution de la texture de trois variétés de dattes au cours du développement et maturation [41].

#### 2.5.4. Evolution de l'humidité et du pH

L'humidité est l'une des composantes essentielles de fruits qui affecte essentiellement la qualité et la conservation du fruit.

Iqbal et *al.* [43] ont également étudié la variation de la teneur en humidité de différents cultivars de datte à différents stades de maturité (Tableau 2.2). La diminution de l'humidité au cours de la maturation a été clairement constaté pour toutes les variétés, l'humidité maximale a été enregistré au stade Kimri (79,54%), et l'humidité minimale au stade Tamr (23,52%).

Tableau 2.2 : Pourcentage d'humidité de six cultivars de datte à différents stades de maturité [43].

Variétés de dattes	Stades de maturation			
	Kimri	Khalal	Rutab	Tamr
Azadi	83.567 ab	66.560 d	54.740 g	23.147 kl
Dhakki	81.567 b	69.083 d	52.020 hi	20.677 l
Gulistan	76.020 c	61.850 ef	51.173 hi	22.427 kl
Khudrawi	75.967 c	63.023 e	52.320 gh	24.870 jk
Shakri	85.050 a	60.303 f	49.603 l	24.190 jk
Zahidi	75.077 c	67.387 d	49.923 hi	25.780 j
Means	79.541 a	64.701 b	51.630 c	23.515 d

Les valeurs de pH augmentent progressivement au cours de la maturation des fruits. Tous les cultivars étudiés avaient des valeurs de pH se situant entre 5 et 6,8 pendant le développement et maturation [42].

#### 2.5.5. Evolution des sucres, protéines et éléments minéraux

Les résultats d'El Arem et *al.* [2] montrent une composition chimique de cinq cultivars de dattes d'origine tunisienne qui se répartit en sucres totaux, sucres réducteurs et non réducteurs aux différents stades du développement du fruit (Tableau 2.3). Les sucres totaux ont augmenté de façon significative au cours de la maturation.

En comparant la composition en sucre de Deglet Nour avec Degla et Horra, les résultats ont montré que ces trois cultivars ont été dominés par le saccharose, qui

diminue pendant la maturation. Cette diminution est en corrélation négative avec les augmentations du glucose et le fructose, ce qui peut s'expliquer par une forte augmentation des activités d'invertase, qui provoque l'inversion du saccharose en glucose et fructose [44].

L'absence de saccharose a été notée dans le cultivar Gosbi, ceci est du à des facteurs génétiques et environnementaux qui peuvent influencer sur la composition qualitative et quantitative de la fraction de sucre par modification de l'activité des enzymes [2].

**Tableau 2.3** : Composition chimique cinq cultivars de date à différents stades de maturité [2].

Variétés	Stades de maturation	% glucose	% fructose	% saccharose	% sucres réducteurs	% sucres totaux	G/F
<b>Alig</b>	Besser	-	-	-	-	-	-
	Rutab	25.26 ± 0.02d	22.66 ± 0.27c	nd	47.92 ± 0.90d	47.92 ± 0.90a	1.11
	Tamr	27.30 ± 0.17d	25.31 ± 0.50c	nd	52.62 ± 0.33c	52.62 ± 0.33a	1.06
<b>Degla</b>	Besser	-	-	-	-	-	-
	Rutab	16.10 ± 0.06b	14.48 ± 0.23a	22.97 ± 0.56	36.03 ± 1.18b	53.56 ± 0.86d	1.11
	Tamr	19.95 ± 0.93b	16.92 ± 0.25a	17.86 ± 0.55	34.88 ± 0.52a	53.89 ± 2.31c	1.18
<b>Deglet Nour</b>	Besser	-	-	-	-	-	-
	Rutab	11.79 ± 0.22c	11.01 ± 0.09b	38.66 ± 1.54	22.80 ± 0.12c	61.47 ± 1.41b	1.07
	Tamr	15.83 ± 0.13c	14.01 ± 0.19b	33.32 ± 1.91	29.79 ± 0.35b	63.16 ± 1.59ab	1.12
<b>Gosbi</b>	Besser	-	-	-	-	-	-
	Rutab	28.53 ± 0.12e	27.57 ± 0.24d	nd	56.11 ± 0.11e	56.11 ± 0.11c	1.03
	Tamr	29.77 ± 0.58e	27.80 ± 0.37d	nd	57.56 ± 0.96d	57.56 ± 0.96b	1.07
<b>Horra</b>	Besser	-	-	-	-	-	-
	Rutab	10.90 ± 0.07a	10.51 ± 0.31a	31.96 ± 1.01	21.41 ± 0.39a	53.38 ± 0.62b	1.03
	Tamr	14.72 ± 0.13a	14.60 ± 0.24a	26.12 ± 0.21	29.32 ± 0.11a	55.44 ± 0.10ab	1.00

Awad et al. [40] ont étudié la variation de la teneur en protéine de deux variétés de datte «'Lonet-Mesaed, Helali », ont constaté que pour les deux cultivars, la teneur en protéine totale était la plus élevée au stade Kimri ; elle diminue progressivement pour atteindre des teneurs faible au stade finale.

AL-hooti et al. [45] a souligné que la teneur en minéraux de cinq variétés de dattes, et spécialement en : calcium (Ca), magnésium (Mg), phosphore (P), potassium (K), sodium (Na) et le zinc (Zn) a diminué progressivement de stade Kimri jusqu'à stade Tamar.

#### 2.5.6. Evolution des polyphénols, tanins solubles, et des caroténoïdes

Awad et al. [46], ont étudié l'évolution de la concentration en polyphénols totaux, et les tanins solubles au cours de développement et maturation de cinq variété de datte. Ils ont constaté que la teneur en polyphénols totaux a diminué au cours de la maturation (Figure 2.8). La teneur en polyphénols totaux dans les différents cultivars était de l'ordre de 65 à 230 mg/100 g poids frais et 10 à 80 mg/100 g poids frais ; respectivement pour les stades Kimri et Rutab.

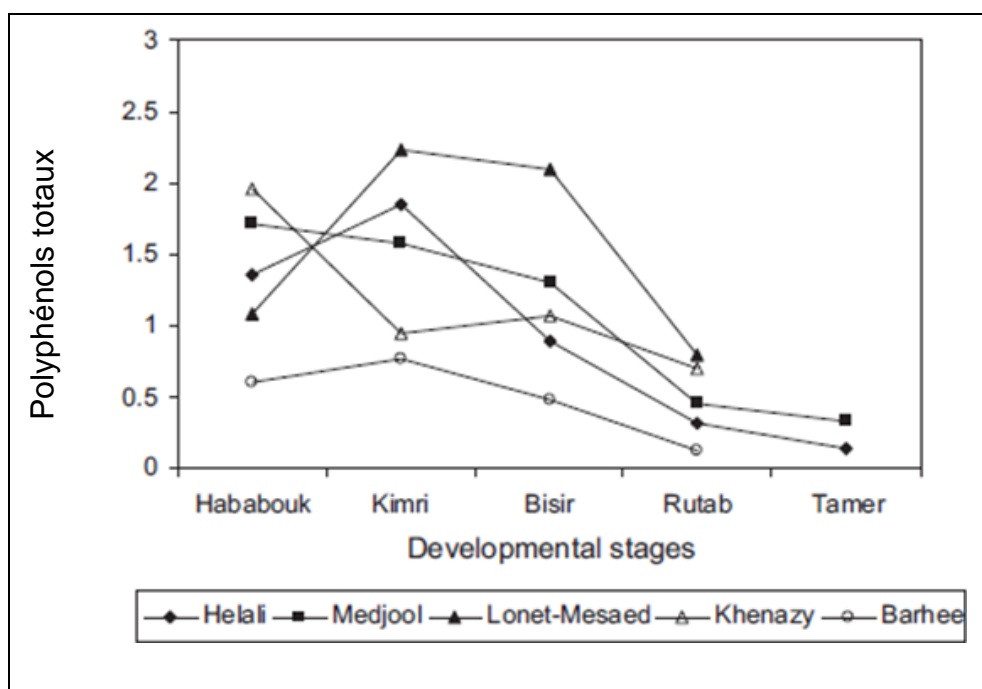


Figure 2.8: Evolution de la teneur en polyphénols totaux de cinq variétés de datte au cours du développement et maturation [46].

La teneur en tanins solubles, dans les cinq cultivars, diminue progressivement à partir de stade Hababouk au stade Bisir ; suivie par une forte baisse au cours de stade Rutab (Figure 2.9).

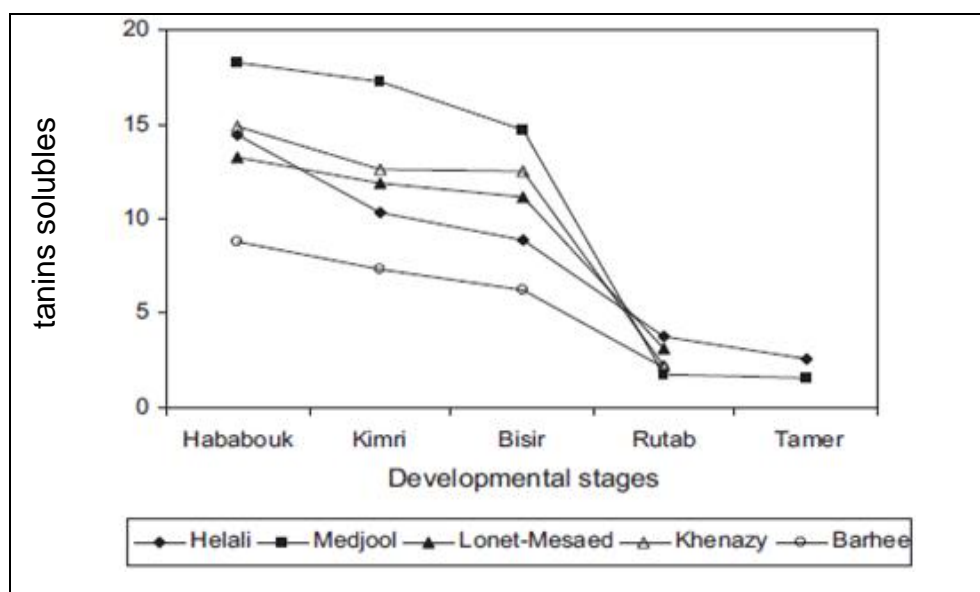


Figure 2.9: Evolution de la teneur en tanins solubles de cinq variétés de datte au cours du développement et maturation [46].

La fortes baisses de la teneur en tanins solubles au cours de la maturation ; peut s'expliquer par un possible cesse d'accumulation des tanins solubles avec une conversion en une forme insoluble. Il est connu que la plupart des tanins solubles sont convertis en une forme insoluble au cours du développement et de maturation dans de nombreux autres fruits tels que le kaki [47] et la goyave [48].

BOUDRIES et *al.* [29] ont signalé la présence des caroténoïdes dans trois cultivars de dattes nommés respectivement Deglet Nour, Hamraya et Tantebouchte poussant en Algérie (El -Oued et Biskra) aux différents stades de maturation (Khalal, Routab et Tamar). Ces variétés contiennent des caroténoïdes totaux qui s'étend dans la gamme 61.7 -167, 32.6-672, et 37.3-773  $\mu\text{g} / 100\text{g}$  du dans Deglet Nour, Tantebouchte et Hamraya respectivement. Ces caroténoïdes diminuent au cours des différents stades de maturation de la datte, telle que la variété Tantebouchte qui montre une diminution en caroténoïdes totaux de 32.6  $\mu\text{g} / 100\text{g}$  du poids frais au stade Rutab, alors qu'au stade Khalal la variété Hamraya présente une valeur très élevée de 7736  $\mu\text{g} / 100\text{g}$  du poids frais suivie par Tantebouchte avec 672  $\mu\text{g} / 100\text{g}$  du poids frais poids frais.

### 2.5.7. Evolution des enzymes

#### 2.5.7.1. Cellulase

Mustafa et *al.* [49] dans leur étude sur des variétés de dattes soudanaises ont constaté que la cellulase était nulle ou très faible dans les premiers stades de maturation, alors augmenté pour avoir le maximum dans le dernier stade de maturation. Même résultats ont été trouvés par Rastegar et *al.* [42] (Figure 2.9 C).

#### 2.5.7.2. Invertase

Rastegar et *al.* [42] ont étudié l'évolution de l'invertase dans quelques variétés de dattes iraniennes (Figure 2.9 D). Ils ont constaté que l'activité de l'invertase a fortement augmenté de Kimri à Khalal, suivie par une diminution rapide au stade Rutab ; puis une légère augmentation au stade Tamar.

Mustafa et *al.* [49] ont également signalé que l'augmentation des sucres réducteurs dans la variété Deglet Nour est due à la perte de l'intégrité de la membrane permettant à l'invertase d'être en contact avec son substrat. Il semblerait que les niveaux d'invertase enregistrés au cours de différents stades de maturation de la datte, ont l'influence prédominante dans la détermination de la teneur de fruit en sucre réducteur.

#### 2.5.7.3. Pectine méthylesterase (PME)

D'après Rastegar et *al.* [42], les trois cultivars étudiés présentent la même tendance pour l'activité de la pectine méthylesterase **PME** (Figure 2.9 E). Aucun changement significatif n'a été détecté dans l'activité de l'enzyme pendant le passage du stade Kimri au stade Khalal, par la suite une augmentation progressive a été remarquée au stade Rutab, dans ce stade la pectine méthylesterase atteint son niveau maximal. Enfin, une forte diminution de l'activité de la pectine méthylesterase a été enregistrée pour le stade Tamr.

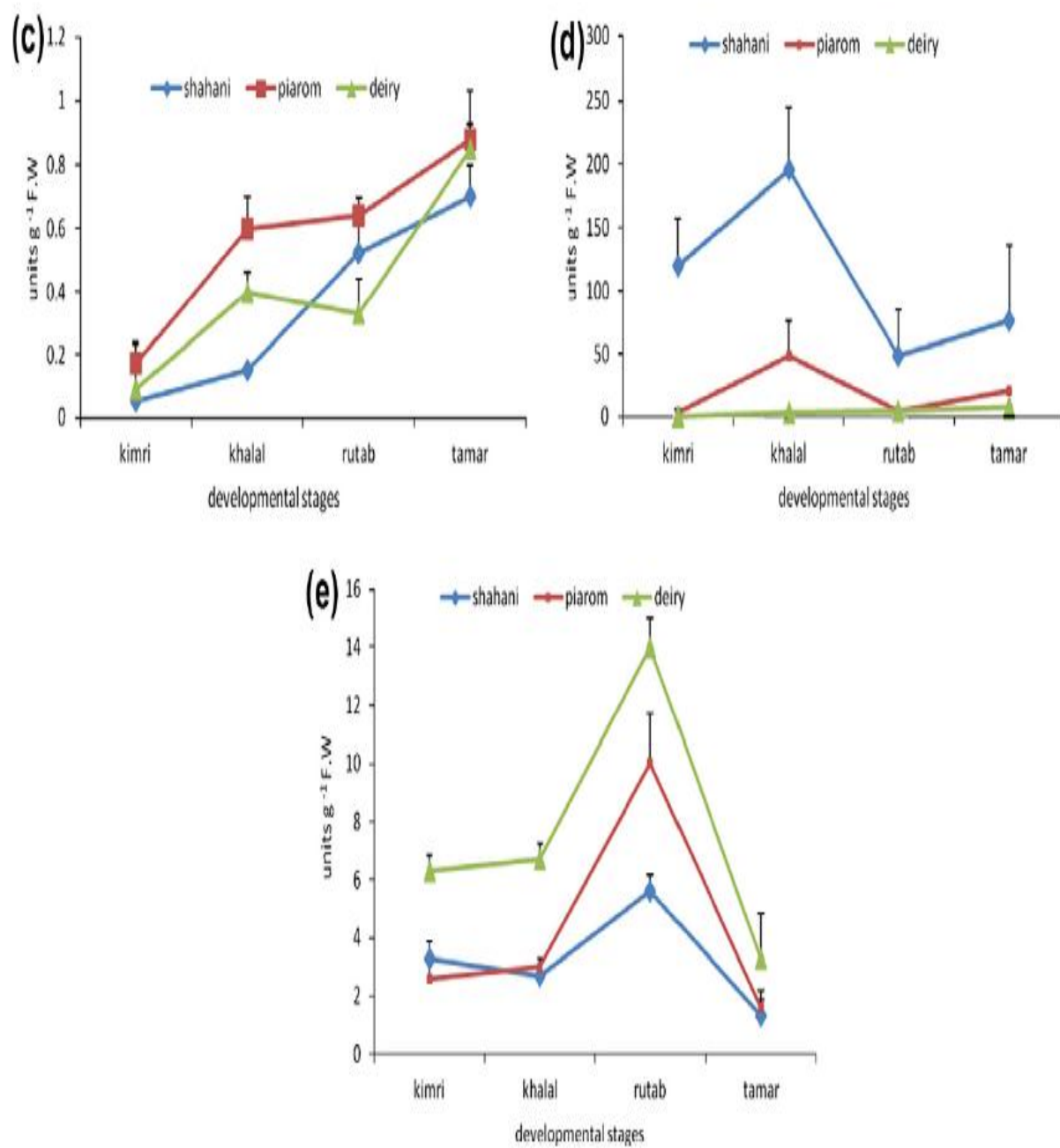


Figure 2.10: Evolution de l'activité en cellulase (c), invertase (d), Pectine methylesterase (e) de trois variétés de dattes au cours du développement et maturation [42].



## CHAPITRE 3

### COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE LA DATTE

Tous les travaux sur l'étude de la composition chimique de la datte, ont montrés que le sucre et l'eau sont les principaux constituants de la chair [39].

Parmi tous les fruits, la datte a l'un des taux de sucre le plus élevé, à savoir 65-70 %, dont la plupart sont simples, ce qui rend ce fruit une très importante source d'énergie [50]. Elle contient également une grande quantité de vitamines et de minéraux. Elles sont très riches en fibres, elles contiennent aussi du sodium, du potassium, du calcium, du magnésium, du fer, du soufre, du phosphore et du chlore, ainsi que de la vitamine A, du bêta-carotène et des vitamines B1, B2, B3 et B6 [5].

#### 3.1. Composition biochimique de la partie comestible « pulpe »

La pulpe de la date représente une proportion de 80% à 95% du poids total du fruit, selon la variété et les conditions pédoclimatiques. Elle se distingue par son taux d'humidité et sa forte teneur en sucre [51].

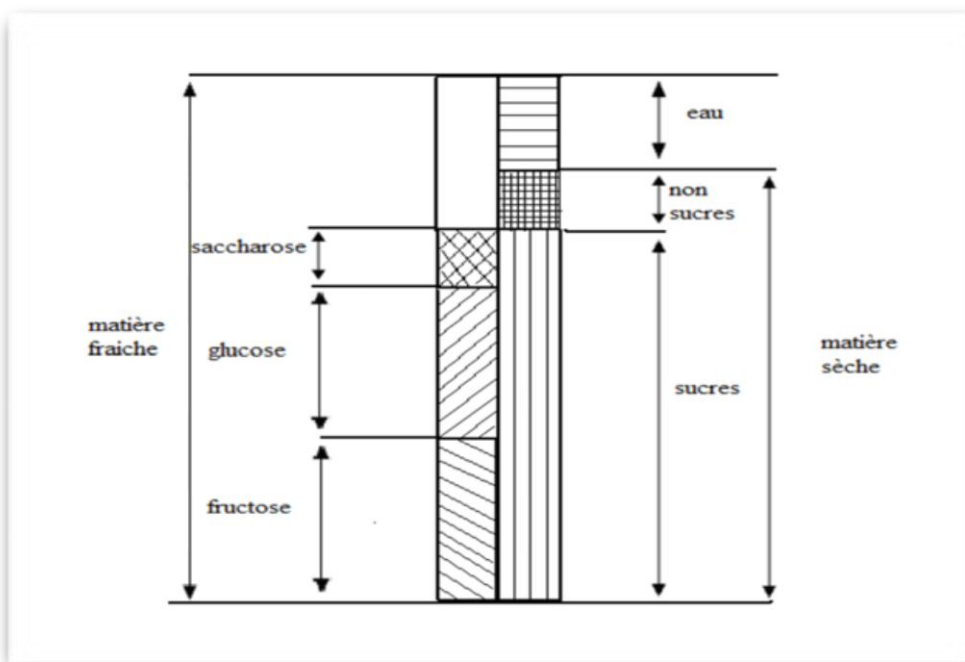


Figure 3.1: Composition de la datte [52].

### 3.1.1. Constituants majeurs de la pulpe

#### 3.1.1.1 Eau

La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19 % [53]

Tableau 3. 1 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en % [53].

Variétés	Consistance	Teneur en eau (%)
Deglet-Nour	Demi-molle	22,60
Mech-Degla	Sèche	13,70
Ghars	Molle	25,40

#### 3.1.1.2 Sucres

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose [50]. Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, la xylose et le sorbitol [54; 55].

La persistance du saccharose est manifestement liée au durcissement de la datte [56]. Les dattes molles sont à sucre inverti (fructose, glucose) alors que les dattes sèche sont à saccharose, les dattes demi-molles occupent une position intermédiaire.

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche [55].

Tableau 3.2: Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes [57].

Constituant par rapport à la matière sèche (%)	Datte molle (Ghars)	Datte demi-molle (Deglet-Nour)	Datte sèche (Mech-Degla)
Sucres totaux	85.28	71.37	80.07
Sucres réducteurs	80.68	22.81	20.00
saccharose	04.37	46.11	51.40

### 3.1.1.3 Fibres

La datte est riche en fibres, elle en apporte 8,1 à 12,7 % du poids sec [34]. Selon BENCHABANE A [58], les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Tableau 3.3: Teneur de la datte en fibres [50].

<b>Fibres (g/100 g)</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Solubles	0,4	13
Insolubles	3,03	7,4

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Elles ont également un effet hypocholestérolémiant [59; 60].

### 3.1.2. Constituants mineurs de la pulpe

#### 3.1.2.1. Protéines

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines. Le taux diffère selon les variétés et surtout selon le stade de maturité, il est en général de l'ordre de 1,75% du poids de la pulpe [56].

Favier et al., [56] ont noté la présence dans la datte des acides aminés : Isoleucine , leucine, lysine, méthionine, cystine , phénylalanine , tyrosine, thréonine, tryptophane, valine, arginine, histidine, alanine, acide aspartique, acide glutamique, glycolle, proline et sérine.

### 3.1.2.2. Lipides

La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais [62]. Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation.

Tableau 3.4 : Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, en % de matière grasse [51].

<b>Acides gras</b>	<b>Teneur en % de matière grasse</b>
Acide linoléique (C18 : 3)	12,30
Acide linoléique (C18 : 2)	11,47
Acide oléique (C18 : 1)	10,74
Acide stéarique (C18 : 0)	10,47
Acide palmitique (C16 : 0)	7,89
Acide myristique (C14 : 0)	8,66

### 3.1.2.3. Eléments minéraux

L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Zibans faite par Açourene et al [63], montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec. La datte est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

Tableau 3.5 : Teneur en éléments minéraux de la datte selon [50].

<b>Eléments minéraux</b>	<b>Teneur (mg/100 g)</b>	
	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Magnésium (Mg)	31.0	150
Sodium (Na)	1.0	261
Calcium (Ca)	5.0	206
Phosphore (P)	35.0	74

Potassium (K)	345.0	1287
Manganèse (Mn)	0.01	0.4
Fer (Fe)	0.1	1.5
Zinc (Zn)	0.02	0.6
Cuivre (Cu)	0.01	0.8

#### 3.1.2.4. Vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables des vitamines du groupe B. Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial [64].

Tableau 3.6 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche [61].

<b>Vitamines</b>	<b>Teneur moyenne pour 100g</b>
Vitamine C	2,00 mg
Thiamine (B1)	0,06 mg
Riboflavine (B2)	0,10 mg
Niacine (B3)	1,70 mg
Acide pantothénique (B5)	0,80 mg
Vitamine (B6)	0,15 mg
Folates (B9)	28,00 mg

#### 3.1.3. Constituants phytochimiques de la pulpe

La pulpe de la datte est riche en composés phytochimiques comme les composés phénoliques, les stérols, les caroténoïdes, anthocyanines, procyanidines, et les flavonoïdes. Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation. Ces composés phytochimiques contribuent également aux propriétés nutritionnelles et organoleptiques des fruits [65; 66 ; 67 ; 68].

##### 3.1.3.1 Caroténoïdes

La classe principale des constituants phytochimiques présents dans les fractions lipidiques de la datte est caroténoïdes (figure 3.2). Les caroténoïdes appartiennent à la famille chimique des terpénoïdes, formés à partir de la polymérisation d'unités isoprènes [69; 70].

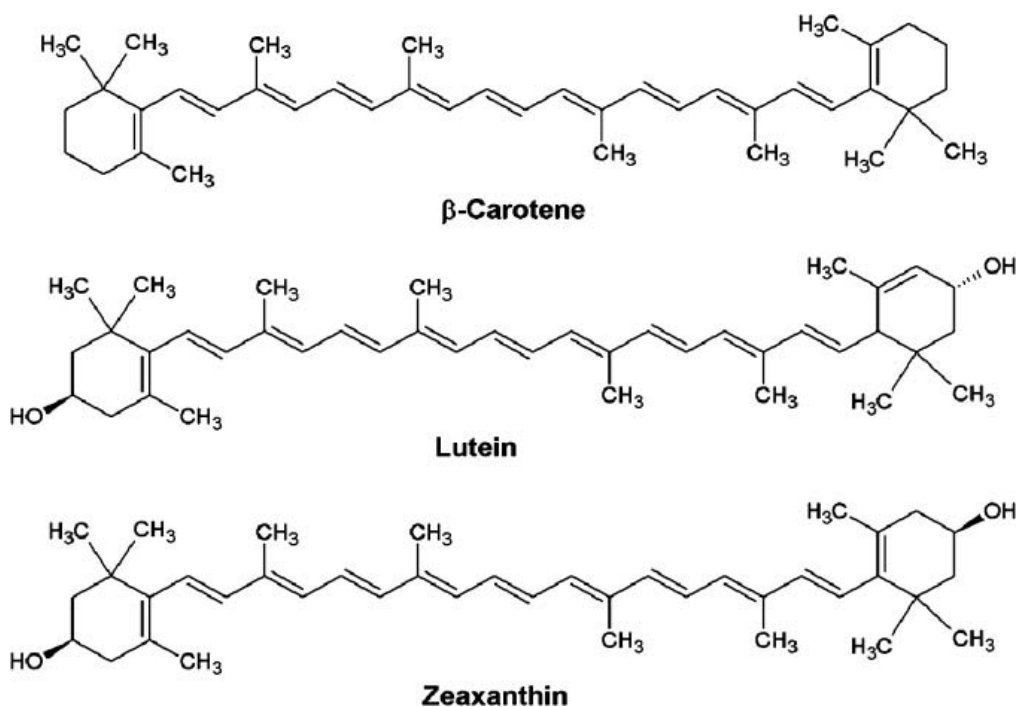


Figure 3.2 : Structures des caroténoïdes présents dans la datte [71].

La teneur en caroténoïdes totaux allant de 0.22mg à 3,0 mg pour 100 g de la date [72; 73 ; 74].

Une analyse détaillée des caroténoïdes totaux dans quelques variétés de dattes algériennes a montré que la lutéine (89-94%) et  $\beta$ -carotène (3-10%) sont les principales formes de caroténoïdes présents dans la datte [29].

### 3.1.3.2. Stérols

Stérols, ou des alcools stéroïdes sont un sous-groupe de stéroïdes avec un groupe hydroxyle à la position 3 du noyau A [71]. Kikuchi et Miki [75] ont analysé les stérols de dattes et observé qu'ils contiennent du cholestérol, le campestérol, le stigmasterol,  $\beta$ -sitostérol et isofucosterol (figure 3.3).

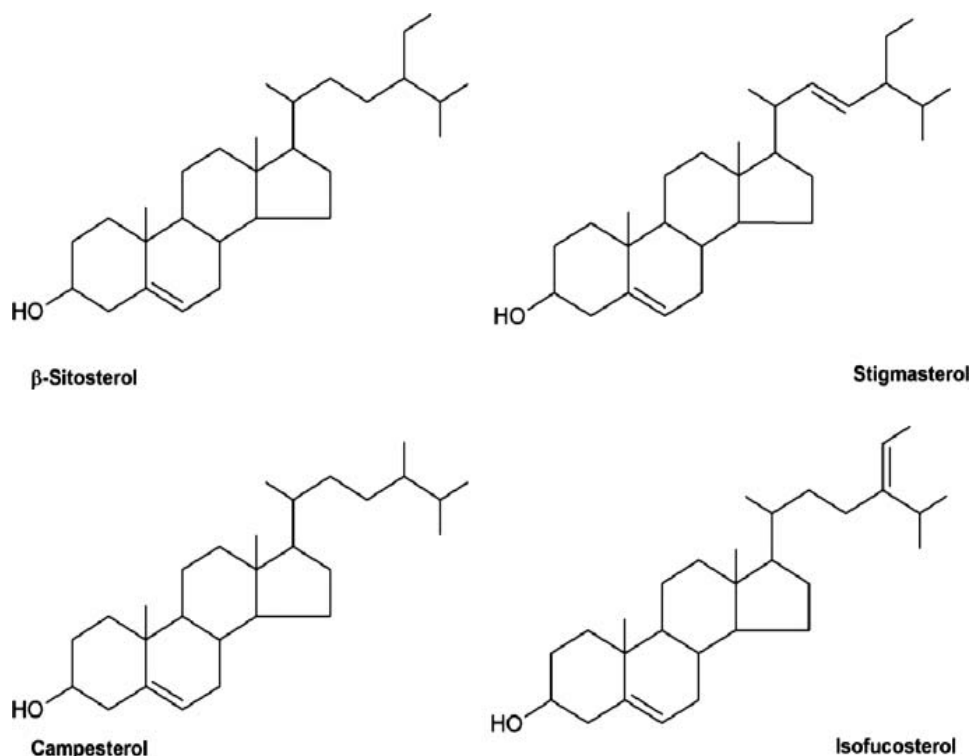


Figure 3.3 : Structures des stérols présents dans la datte [71].

### 3.1.3.3. Polyphénols totaux

Des études ont été menées pour analyser les composés phénoliques totaux présents dans différentes variétés de datte (Tableau 3.7). Il a été observé que le séchage a augmenté le montant des phénols totaux dans la datte qui était statistiquement significative dans les dattes d'Oman [74] et les dattes iraniens [76] et non significatifs dans les dattes de la Californie [77].

Vinson et *al.* [77] ont comparé la quantité et la qualité des composés phénoliques dans les fruits secs et frais. Parmi les sept fruits étudiés [abricots, canneberges, dattes (Deglet Nour et Zahidi), des figues, des raisins verts, et les prunes], il a été observé que la datte contient la plus forte concentration de polyphénols parmi les fruits secs. En outre, certaines variétés de dattes ont contenu phénolique total beaucoup plus élevé que de nombreux fruits et légumes consommés aux États-Unis [78; 79].

Des niveaux extrêmement élevés de composés phénoliques dans les dattes sont considérés comme étant dus à une plus grande exposition à des températures extrêmes et la lumière du soleil par rapport à d'autres fruits [77].

Tableau 3.7 : teneur en polyphénols totaux et acides phénoliques pour certaines variétés de datte [71].

variétés	acides phénoliques		polyphénols totaux		Ref
	frais	sèche	frais	sèche	
California	257 mg CAE/100g	400 mg Catechin/100g	2,546 mg Catechin/100g	12,730 mg Catechin/100g	Vinson et <i>al.</i> , [77]
	NA	NA	NA	5.72–6.61 mg GAE/g	Wu et <i>al.</i> , [79]
Algérien	NA	NA	2.49–8.36 mg GAE/100 g	NA	Mansouri et <i>al.</i> , [65]
Omani	2.6 mg/100g	14.8 mg/100g	134 mg FAE/100	343 mg FAE/ 100 g	Al-Farsi et <i>al.</i> , [65 ;50]
Iranien	NA	NA	1.62–4.82 mg GAE/100 g	141 mg GAE/ 100 g	Biglari et <i>al.</i> , [76]
Egypt	NA	NA	NA	1461 mg of GAE/100 g	Mohammed and Al- Okbi., [80]

NA = Données non disponibles



### 3.1.3.4 Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont largement réponsus chez les plantes. Ils dérivent principalement de l'acide benzoïque et l'acide cinnamique [71]. La datte peut être considérée comme un fruit riche en acide phénolique par rapport aux autres fruits [81].

Des études expérimentales sur la présence de composés phénoliques comme substrats de brunissement dans la datte remontent au début des années 1960. Au cours de ces études Maier et *al.* [82] ont isolé un nouveau composé cristallin, qu'ils ont appelé acide dactyliferic et élucidé la structure que l'acide 3-o-Caffeoylshikimic.

Le profil phénolique détaillé de la datte a été publié à la fin des années 80 par Regnault-Roger et *al.* [83]. Ils ont identifié l'acide gallique, protocatéchuïque, *p*-hydroxybenzoïque, syringique, vanillique, caféique, *p*-coumarique et férulique acides comme principaux acides phénoliques (figure 3.4).

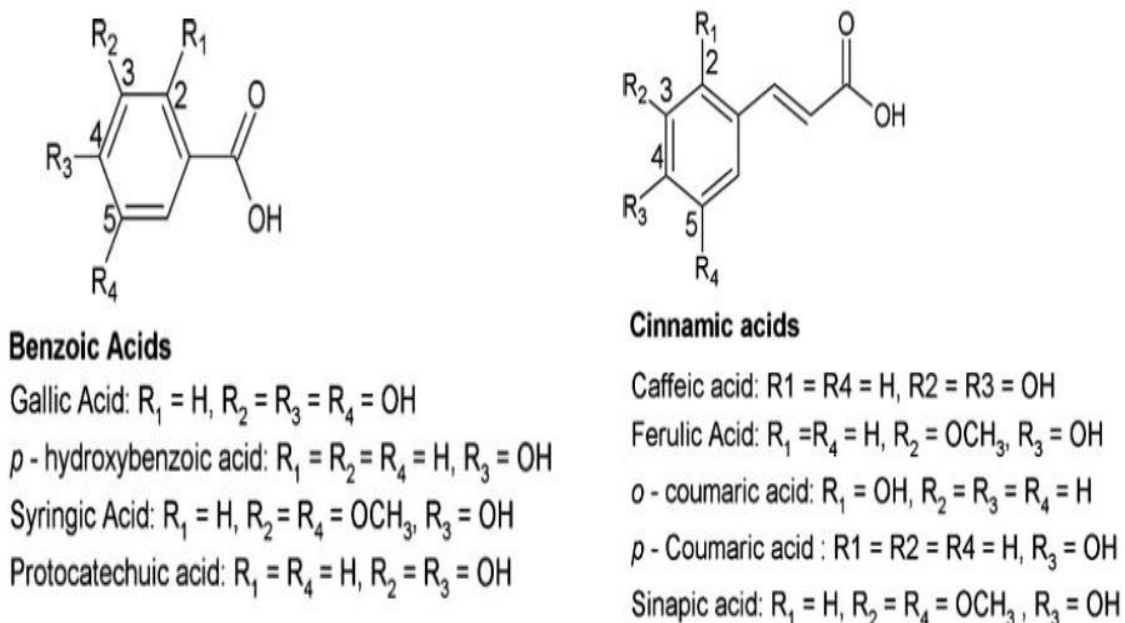


Figure 3.4 : Structures des acides phénoliques présents dans la datte [71].

En plus de ces acides phénoliques, des études récentes ont démontré la présence de l'acide sinapique, l'acide 5-o-caffeoylshikimic et ses trois isomères, xantoxylin, acide hydrocaféic, et l'acide coumaroylquinic en sept variétés de datte Algériennes [65].

### 3.1.3.5 Flavonoïdes

Les flavonoïdes présents dans la datte ont été révélées récemment (figure 3.5). Il comprend en particulier procyanidines, les flavonoïdes glycosides [65; 84; 85; 86]. Gu et *al.* [85] démontré que Deglet Nour contient proanthocynidines de type B exclusivement composé de (épi) catéchine alors que dans la variété Medjool n'ont pas été détectés. Mansouri et *al.* [65] ont indiqué la présence de flavonoïdes glycosides dans de nombreuses dattes algériens.

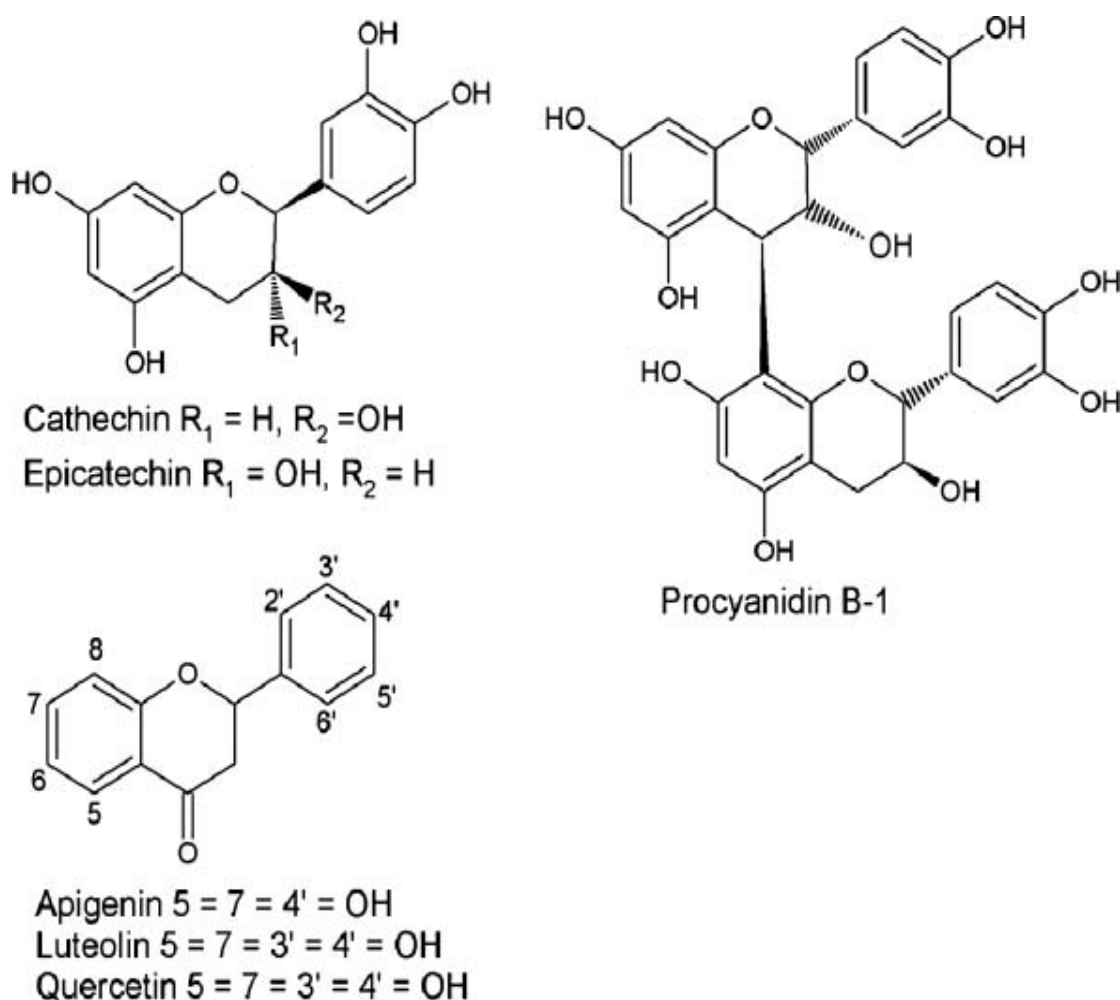


Figure 3.5 : Structures des flavonoïdes présents dans la datte [71].

Une caractérisation détaillée de la composition de flavonoïdes dans la datte (Deglet Nour au stade Khalal) a été réalisée en utilisant la chromatographie liquide-électro spray ionisation couplé à la spectrométrie de masse (LC-ESI-MS/MS) [86]. Ils ont identifié les procyanidines de dattes qui sont des oligomères homogènes de type

B et ces oligomères. En plus, dans cette étude, dix-neuf flavonoïdes glycosides de lutéoline, quercitrine, apigénine ont été également identifiés, ainsi que leurs formes isomères.

Dans la datte ; lutéoline, quercitrine, et apigénine glycoside existe aussi sous formes méthyles et sulfatés, alors cette dernière forme est exceptionnelle pour la datte, elle n'est pas détecté dans d'autres fruits et légumes [86].

### 3.1.3.6 Anthocyanes

Les anthocyanes (figure 3.6) ont été largement étudiés dans de nombreux fruits et légumes en raison de leurs propriétés anti-oxydantes et leurs potentiel comme couleurs naturelles. Il a été rapporté que les anthocyanes étaient indétectables dans les dattes séchées [74]. Toutefois, dans les dattes fraîches, la teneur en anthocyanes variait de 0,24 à 1,52 mg / cyanidines 3-glucoside équivalents pour 100 g [67]. Par conséquent, la datte ne peut pas être une bonne source d'anthocyanines par rapport à d'autres fruits et légumes.

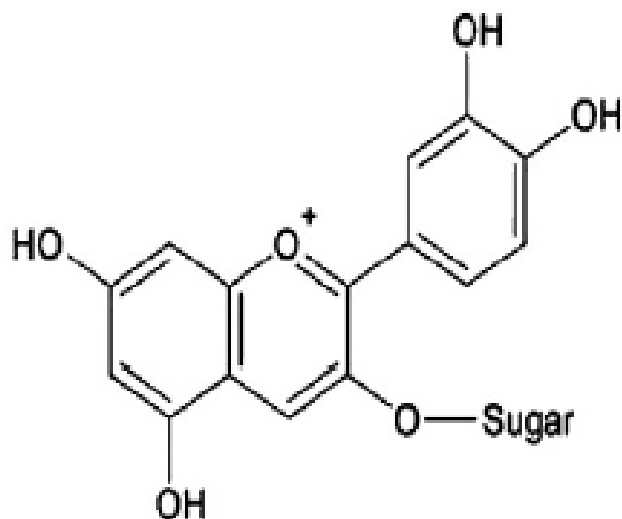


Figure 3.6 : Structures de l'anthocyané présent dans les dattes [71].

## 3.2. Composition biochimique de la partie non comestible « noyau »

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique [20]. Le tableau suivant montre la composition biochimique moyenne des noyaux de dattes Irakiennes [6].

Tableau 3.8 : Composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes [6].

Constituants	Teneur en %
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1,12

D'autres données analytiques sur la composition chimique du noyau de datte montrent qu'il renferme plusieurs acides gras avec une proportion plus importante d'acide oléique et laurique [87].

Tableau 3.9 : Composition en acides gras des noyaux de datte [87].

Acides gras	Teneur en mg/100g d'acides gras totaux
Acide caprique	0,3
Acide laurique	21,8
Acide myristique	10,9
Acide palmitique	9,6
Acide stéarique	1,5
Acide oléique	42,3
Acide linoléique	13,7

## CHAPITRE 4

### ACTIVITES BIOLOGIQUES ET PHARMACOLOGIQUES DES DATTES

#### 4.1. Usage médicinale traditionnel

Depuis l'antiquité, les dattes, la pâte de datte et les noyaux ont été utilisés dans divers systèmes traditionnels et médecine folklorique. La datte est employée traditionnellement dans le traitement du diabète et l'hypertension au Maroc [88]. Elle a été utilisée comme ingrédient aphrodisiaque et un fortifiant en Egypte, tandis que les indiens l'utilise comme un adoucissant [5].

Selon Baliga et *al.* [5] la consommation de la bouillie de dattes avec le poivron noir allège les maux de tête, toux sèches, fièvre douce et perte de l'appétit, comme elle renforce le système immunitaire. Sa consommation régulière soulage la toux, rhumatisme, gastropathies et bronchite Elle est prescrite comme remède pour les maladies respiratoires.

D'après Puri et *al.* [89], la bouillie de dattes avec du lait est préconisée comme fortifiant pour les femmes enceintes et allaitantes.

#### 4.2. Etudes *in vitro*

##### 4.2.1. Activité antioxydante

Pour la première fois, les études *in vitro*, prouvent que l'extrait aqueux du fruit de datte est un extracteur efficace des radicaux d'hydroxyle pour empêcher l'oxydation des protéines dans le cerveau de rat [5]. Plus tard, d'autres investigateurs confirment ces observations avec différentes variétés de dattes. Les études de Chaira et *al.* [90] montrent que la richesse de la variété Korkobbi en flavonoïdes rend l'effet anti radicalaire plus important.

L'alimentation orale de l'acide p – coumarique (composé de dattes), augmente l'expression de l'enzyme antioxydant dans les gènes de tissu cardiaque de

rat. Cette activité antioxydants est attribuée aux composés phénoliques, anthocyanines, flavonoïdes et les glycosides présentent dans ce fruit [74].

#### 4.2.2 Activité antimutagène

La composition des dattes en anthocyanines, acides phénoliques,  $\beta$ - carotène possèdent des effets antimutagène. Les études ont également montrés que la richesse des dattes en sélénium favorise l`effet antimutagène contre divers agents cancérigènes [91].

#### 4.2.3 Activité antivirale

L'extrait acétonique des dattes a été évalué pour son activité antivirale contre les *Pseudomonas* lytiques bactériophage ATTCC 14209-B1 [92]. L`activite antivirale des dattes s'est avérée atténuée en liant au bactériophage, avec une concentration inhibitrice minimum de 10 mg/ml [5].

#### 4.2.4. Activité antifongique

Shraideh et *al.* [93] montrent que l`extrait de la datte de variété Barhi a un effet antifongique contre les cellules de *Candida albicans*. Les flavonoïdes sont responsables de cette activité [5].

### 4.3. Etudes *in vivo*

#### 4.3.1. Activité anti-inflammatoire

Des études ont montré que l'extrait méthanolique et aqueux de pulpe de fruits, ainsi que l'extrait méthanolique du noyau de la datte possèdent une activité anti-inflammatoire. Les extraits ont augmenté les niveaux d`antioxydant plasmatique (vitamine C, E, A et  $\beta$ -carotène) et a diminué les niveaux de peroxydes lipidiques. L`extrait méthanolique de la pulpe est le plus efficace parmi les extraits étudiés ; dans la réduction du gonflement des pieds, taux de sédimentation des érythrocytes et le fibrinogène plasmatique [5].

L`étude de toxicité aiguë sur des souris a montré que l'extrait méthanolique et l'extrait aqueux de la pulpe présentaient un seuil de sécurité jusqu`à 6 g / kg [94].

#### 4.3.2. Activité antihyperlipidique

Salah et Al-Maiman [95] ont rapporté que l'alimentation de rats par la farine issue de noyau de date dégraissée à des régimes 1,5%, 2,5% et 5,2% , réduit les taux plasmatiques de triglycérides, le cholestérol total et de lipoprotéines de basse densité LDL.

Des observations similaires ont été également observées sur de rats soumis à des régimes à base de fibres de noyau de date (2,5%) [96]. Les études précliniques ont montré que l'acide caféique [97],  $\beta$ -sitostérol [98], proanthocyanidines [99], la catéchine [100], la quercétine [101], les anthocyanines [102] et le sélénium possèdent des effets cardio protecteurs et anti hyperlipidémiques dans divers modèles animaux d'étude et ont contribué aux effets observés [103 ;104 ;105].

#### 4.3.3. Activité hépato protectrice

Récemment, Saafi et *al.* [106] ont également rapporté que l'extrait de datte protège les rats contre hépato toxicité induit par le diméthoate, comparés aux rats traités seulement au diméthoate « témoins », le traitement de rats avec extrait de date a diminué les niveaux des marqueurs des enzymes hépatiques (transaminases, phosphatase alcaline, gamma glutamyl transférase et lactate déshydrogénase). Les observations histopathologiques sont en congruence avec les observations biochimiques.

Des études ont montré que le traitement de rats avec l'extrait aqueux de la datte réduit de manière significative l'élévation induite par CCl<sub>4</sub> (tétrachlorure de carbone) en enzyme de plasma et la concentration de la bilirubine. Les études histopathologiques ont confirmé les observations biochimiques [107].

#### 4.3.4. Activité néphroprotectrice

La néphrotoxicité est un effet secondaire fréquent pour les agents pharmacologiques (comme les analgésiques, les antibiotiques, les cytostatiques et autres médicaments), sa prévention ou l'amélioration est importante [5].

Al Qarawi et *al.* [108] ont étudié l'effet de l'extrait de datte sur la néphrotoxicité induite par la gentamicine chez le rat. Le traitement avec la gentamicine a augmenté

de façon significative les concentrations plasmatiques de la créatinine et l'urée et induit une nécrose marquée des tubules proximaux du rein. L'apport de l'extrait de datte a réduit les niveaux de créatinine plasmatique, les concentrations d'urée et amélioré les dommages induits par la gentamicine dans les régions tubulaires proximales des reins de rats.

#### 4.3.5. Activité anti cancer

Des études menées par Ishurd et John [109] pour la première fois ont montré que les glucanes préparés à partir de la datte possèdent des effets antinéoplasiques dans le système expérimental de l'étude. Une activité optimale a été enregistré pour une dose de 1 mg / kg chez les souris porteuses de la tumeur solides sarcome-180. Les auteurs ont émis l'hypothèse que l'activité anti tumorale observée pourrait être corrélée à la présence du (1- 3)- $\beta$ -D-glucane.

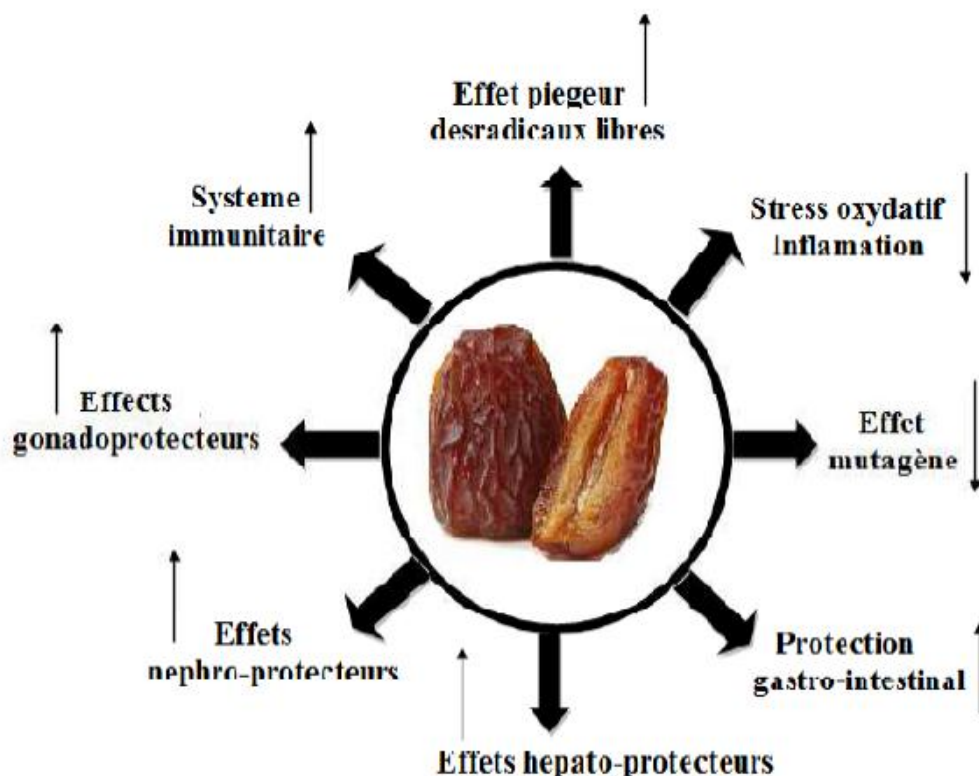


Figure 4.1 : Activités biologiques et pharmacologiques de la datte [5].



## CHAPITRE 5

### MATERIEL ET MÉTHODES

Cette partie présente l'ensemble des réactifs, du matériel et des méthodes analytiques utilisés au cours de notre étude.

Ce travail a été réalisé durant la période allant de janvier 2013 à février 2014 à l'université de Batna au niveau des :

- ✓ Département de Technologie Alimentaire ;
- ✓ Département des Sciences Agrovétérinaires
- ✓ Département de Chimie, Laboratoire de Chimie et Chimie de l'environnement
- ✓ Département de Biologie, Laboratoire de Biotechnologie Des Molécules Bioactives et de la Physiopathologie Cellulaire
- ✓ Centre Hospitalier Universitaire de Batna ; Laboratoire de Microbiologie

#### 5.1. Matériel

##### 5.1.1. Matériel biologique

###### 5.1.1.1. Matériel végétal

Le choix du matériel végétal, était basé sur la représentativité des principaux types de dattes: datte sèche, demi-molle et molle. Les quatre variétés retenues sont : Degla Beida, Mech Degla, Deglet Nour, et Ghars.

Lors de cette étude, quatre stades du développement sont définis (figure 5.1) : stade Kimri, stade Khalal, stade Routab, stade Tamr.

Les échantillons de dattes, récoltes à différents stades de maturité, durant la période 2011/2012 proviennent de l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (**ITDAS**), wilaya de Biskra.

Les échantillons ont été conservés à -20 °C pour les utilisations ultérieurs [46].

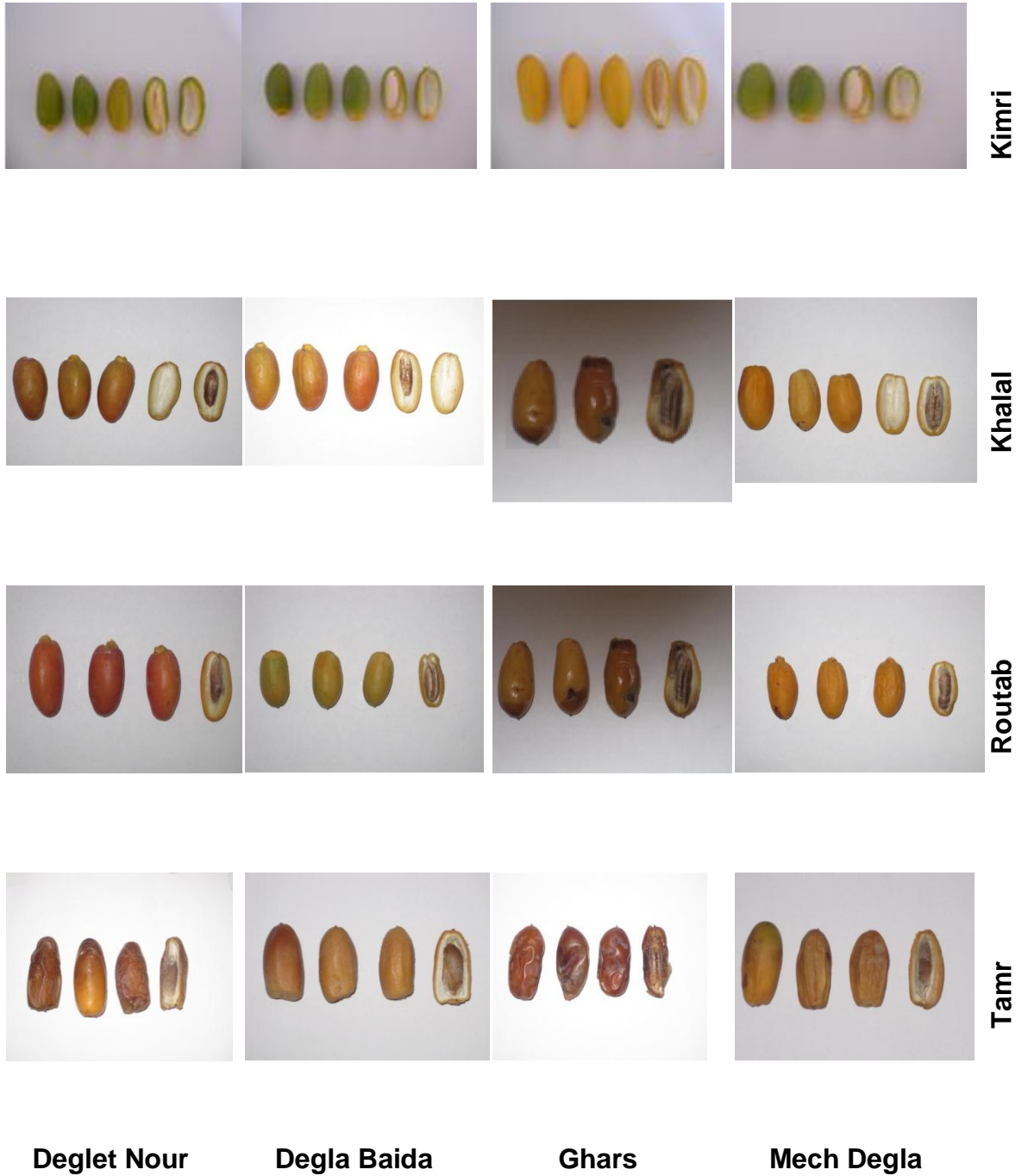


Figure 5.1 : Différents stade de maturité de dattes (original).

### 5.1.1.2. Souches bactériennes et fongiques

Les souches bactériennes utilisées au cours de cette étude sont des souches de référence :

- Souches bactériennes de *Escherichia coli* ATCC 25922; *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- Souches fongiques de *Candida albicans* ATCC 10231 et *Aspergillus niger* ATCC 20611.

### 5.1.2. Produits chimiques

Les différents polyphénols (acide gallique, Quercétine) proviennent de Merck. Le réactif de Folin provient de Sigma, ainsi que les antioxydants standards (BHT). Le DPPH (1,1-diphényl-picryl-2-hydrazyl) provient de Fluka. Les autres réactifs et solvants sont obtenus auprès de Panreac, Cheminova, Prolabo, Aldrich, Organics et Janssen.

### 5.2. Méthodes analytiques

Elles se rapportent aux analyses suivantes :

- ✓ Caractérisation physique et analyse physico-chimique des variétés de dattes étudiées au cours des différents stades de maturation.
- ✓ Dosage des antioxydants naturels des extraits par :
  - Dosage des polyphénols totaux
  - Dosage des flavonoïdes
  - Dosage de la vitamine C
  - Dosage des caroténoïdes
- ✓ Etude, in vitro, des activités biologiques des extraits par :
  - Etude de l'activité antioxydante ;
  - Etude de l'activité antibactérienne ;
  - Etude de l'activité antifongique.

### 5.2.1. Caractérisation physique de la datte

Les caractéristiques physiques des dattes aux différents stades de maturité sont réalisées sur 20 fruits prélevés au hasard, sur lesquels sont déterminés :

- 1- Les dimensions du fruit entier et de son noyau (longueur et largeur) au moyen d'un pied à coulisse.
- 2- Le poids de la datte entière, de la pulpe, et le noyau au moyen d'une balance analytique à la précision de  $\pm 0,001$ .

### 5.2.2. Détermination de la teneur en eau

#### ➤ Principe

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 1 g d'échantillon étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve, à la pression atmosphérique, à une température de  $103 \pm 2$  °C [110].

#### ➤ Mode opératoire

Les échantillons ont été séchés à  $103 \pm 2$  °C pendant 3 heures, puis pesés et l'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).

#### ➤ Expression des résultats

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(M1 - M2)}{P} \cdot 100$$

Soit :

**H %** : Humidité.

**M<sub>1</sub>** : Masse de la capsule + matière fraîche avant étuvage.

**M<sub>2</sub>** : Masse de l'ensemble après étuvage.

**P** : Masse de la prise d'essai.

La teneur en matière sèche est calculée comme suit : **MS % = 100 – H%**

### 5.2.3. Détermination du pH (NF V 05-108, 1970)

#### ➤ Principe

Détermination en unité pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la pulpe de datte broyée.

#### ➤ Mode opératoire

Les échantillons ont été chauffés au bain-marie pendant 30 mn en remuant de temps en temps avec une baguette de verre ; puis le mélange obtenu est broyé dans un mortier à la détermination a été effectuée en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

### 5.2.4. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

#### ➤ Principe

Titration de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

#### ➤ Mode opératoire

- Peser à 0,01g près au moins 25 g de l'échantillon à analyser ;
- Placer l'échantillon dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu' à l'obtention d'un liquide homogène ;
- Adapter un réfrigérant à reflux à la fiole conique puis chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 mn ;
- Refroidir, transvaser quantitativement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie, bien mélanger puis filtrer ;
- Prélever à la pipette 25 ml du filtrat et les verser dans un bûcher ;
- Ajouter 0,25 à 0,5 ml de phénolphthaléine et tout en agitant, titrer avec de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

#### ➤ Expression des résultats

L'acidité titrable est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 g de produit :

$$A\% = \frac{(250 \cdot V_1 \cdot 100)}{(V_0 \cdot M \cdot 10)} \cdot 0,07$$

Soit :

**M** : La masse, en grammes de produit prélevé.

**V** : Le volume en millilitres de la prise d'essai.

**V** : Le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (0,1 N).

**0,07** : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

#### 5.2.5. Détermination de la teneur en cendres (NF V05-113, 1972)

##### ➤ Principe

La pulpe de datte est calcinée à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant.

##### ➤ Mode opératoire

- Dans des capsules en porcelaine, peser 2 g d'échantillon broyé ;
- Placer les capsules dans un four réglé à 550 ± 15 °C durant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre;
- Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

##### ➤ Expression des résultats

$$MO\% = \frac{(M1 - M2)}{P} \times 100$$

Soit :

**MO %** : Matière organique.

**M1** : Masse de la capsule + prise d'essai

**M2** : Masse de la capsule + cendres.

**P** : Masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (**C**) est obtenue en appliquant :

$$C = 100 - MO\%$$

### 5.2.6. Analyse des éléments minéraux (NF V 05-113, 1972)

Les éléments minéraux sont dosés par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique.

#### ➤ Principe

En absorption atomique la concentration est déduite de la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément restés à l'état fondamental lorsqu'ils sont éclairés par une source lumineuse convenable. La mesure de l'intensité lumineuse est faite à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser.

#### ➤ Mode opératoire

-Dissoudre les cendres obtenues dans 1 ml d'acide chlorhydrique, puis ajouter avec précaution 10 ml d'eau distillée ;

-Chauffer quelques minutes au bain-marie bouillant jusqu'à dissolution complète des cendres ;

-Verser quantitativement la solution dans une fiole jaugée de 100 ml, puis compléter à 100 ml avec de l'eau distillée ;

A partir de cette solution nous avons effectué le dosage des deux éléments minéraux suivants : Le potassium, et le sodium (Appendice A).

### 5.2.7. Détermination de la teneur en protéines (Méthode de Kjeldhal)

#### ➤ Principe

Le principe de la méthode est basé sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, et dosé après déplacement en milieu alcalin et distillation sous forme d'ammonium [111].

#### ➤ Mode opératoire

-Introduire dans un matras de minéralisation 1 g d'échantillon, ajouter une pincé de catalyseur (sulfate de cuivre et de potassium) ;

-Ajouter 15 ml d'acide sulfurique pur ;

-Utiliser un chauffage progressif ; d'abord une attaque à froid pendant 15 mn jusqu'à l'apparition de vapeur blanche d'anhydride sulfurique, puis le chauffage est rendu plus énergique, attaque à chaud pendant 4 à 5 heures ;

-Quand la solution devient limpide, elle est refroidie et complétée à 100 ml avec de l'eau distillée ;

- La distillation se fait dans un distillateur automatique où l'ajout de 20 ml de lessive de soude à 35 % dans le matras et 25 % d'acide borique dans une fiole de 250 ml est réalisée;

-Le dégagement d'ammoniac est récupéré dans une solution d'acide borique contenant l'indicateur coloré (mélange de bleu de méthylène et rouge de méthyle). L'excès d'ammoniac est alors dosé par l'acide sulfurique 0,05 N dans un titrateur automatique.

NB : Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions sans échantillon.

➤ Expression des résultats

La teneur en azote total est déterminée par la formule suivante :

$$N \% = \frac{V}{V'} \times (N - N') \cdot 0.05 \cdot 1.4$$

Soit :

V : Solution minéralisée et complétée à 100 ml ;

V' : Solution de la soude ajoutée 20 ml ;

N : La quantité d'acide sulfurique lue après titration ;

0,05 : Normalité d'acide sulfurique ;

P : Masse de la prise d'essai 1 g.

### 5.2.8. Dosage des sucres

#### 5.2.8.1. Dosage des sucres totaux (méthode Dubois)

➤ Principe

La méthode de DUBOIS (1956) permet de doser les oses et les hexoses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré, en présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est



proportionnelle à la concentration des glucides. La densité optique est déterminée à 490 nm [112].

➤ Mode opératoire

✓ Préparation de l'extrait

Pour obtenir un extrait de datte, nous devons passer par les étapes suivantes :

- Laver la pulpe fraîche de la datte obtenue à l'eau ;
- Eliminer les loges capillaires et les noyaux des dattes ;
- Couper la pulpe en petit morceau ;
- Dans un bêcher ajouter une quantité d'eau distillée est égale à 5 fois le poids de la pulpe fraîche préparée ;
- Porter le mélange au Bain–marie à 70 - 75°C pendant 1 heure, avec agitation de temps en temps en présence de 3 g de carbonate de calcium ;
- ✓ Clarification
- Additionner à l'extrait des petites quantités d'acétate de plomb tout en agitant jusqu'à l'apparition d'un précipité qui se dépose au fond de la fiole, puis compléter avec de l'eau distillé à un litre,
- Procéder à la filtration au moyen du papier filtre.
- ✓ Elimination de l'acétate de plomb
- Additionner au filtrat une petite quantité d'oxalate de potassium pour précipiter l'acétate de plomb de la solution,
- Filtre la solution pour éliminer le plomb précipité.
- ✓ Dosage des sucres proprement dit

Cette méthode consiste à préparer, une gamme étalon à partir d'une solution de glucose à 0,01%. (Appendice A).

Tableau 5.3: Gamme d'étalonnage des sucres totaux hydrosolubles

Volume de glucose à <b>0,01</b> % (ml)	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Eau distillée (ml)	2	1,8	1,2	0,8	0,4	0
Concentration en (µg)	0	40	80	120	160	200

- Introduire dans un tube à essai 2ml d'échantillon à doser;
- Ajouter à la gamme préparée et les tubes d'échantillon ;
- 0,1 ml d'une solution de phénol à 80% ;
- 4 ml d'acide sulfurique concentré ;
- Mélanger lentement et légèrement ;
- Laisser la réaction se faire à une température de 20 - 30°C pendant 15 mn, puis refroidir les tubes pour arrêter la réaction ;
- Faire une lecture dans un spectrophotomètre UV visible à une longueur d'onde de 490 nm.

#### 5.2.8.2. Dosage des sucres réducteurs

##### ➤ Principe

Cette méthode basée sur la réduction de la liqueur de Fehling par les sucres réducteurs contenus dans l'échantillon [113].

L'échantillon doit être privé de toutes les autres matières réductrices ; et dilué d'une façon que la quantité des sucres soit inférieure à 5 g / l.

##### ➤ Mode opératoire

Dans une première étape, étalonner la liqueur de Fehling à l'aide d'une solution de glucose à 5%. Ensuite, par comparaison, on détermine la quantité des sucres contenue dans l'extrait de datte.

##### ➤ Etalonnage

Introduire dans un Erlenmeyer :

- 10ml de solution de Fehling A (Appendice A) ;
- 10ml de solution de Fehling B. (Appendice A) ;
- 30 ml d'eau distillée ;

Verser en très petites quantités, la solution de glucose à 5% contenu dans une burette graduée, jusqu'à la décoloration complète de la liqueur de Fehling et la formation d'un précipite  $\text{Cu}_2\text{O}$  rouge.

➤ Dosage

Remplacer la solution de glucose par l'extrait préparé et dilué;

Introduire dans un Erlenmeyer :

- 10ml de solution de Fehling A ;
- 10ml de solution de Fehling B;
- 30 ml d'eau distillée ;

Opérer comme précédemment

➤ Expression des résultats

$$R = \frac{5 \times N}{N'} \times F$$

Soit :

**R** : La quantité des sucres réducteurs en g / litres ;

**N** : Le nombre de ml de solution de glucose à 5% utilisée ;

**N'** : Le nombre de ml de filtrat utiliser pour la décoloration de la liqueur de Fehling

**F** : Le facteur de dilution.

5.2.8.3. Teneur en saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$[\% \text{ Saccharose}] = [\% \text{ Sucres totaux}] - [\% \text{ Sucres réducteurs}]$$

5.2.9. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

➤ Extraction des polyphénols

Les composés phénoliques solubles sont généralement extraits en utilisant des solvants polaires tels que l'eau, le méthanol, l'éthanol ou l'acétone [114].

Au cours de notre recherche, nous avons procédé une extraction solide-liquide. Le solvant ainsi utilisés est le méthanol pur (99 %). Celui-ci possède l'avantage d'être plus facilement éliminé sous vide. Il donne en plus un meilleur rendement d'extraction [115-116].

➤ Mode opératoire

- Dénoyer les dattes et les couper en petits morceaux ;
  - Prélever une aliquote de 100g de pulpe de datte ;
  - Ajouter 300ml du solvant d'extraction qui est un mélange méthanol-eau ;
  - Mixer le tout à l'aide d'un broyeur ultraturax ;
  - Mettre sur un agitateur magnétique à 20° C. et ce, pendant 5h ;
  - Filtrer l'extrait sur papier Whatman ;
  - Centrifuger le filtrat à 4000 tr/min pendant 10min ;
  - Concentrer le surnageant sous pression à 40°C. pendant 3h avec un évaporateur rotatif ;
- L'extrait de datte brut est conservé dans des bouteilles en verre foncé et conserver à 4°c jusqu'à utilisation [194].

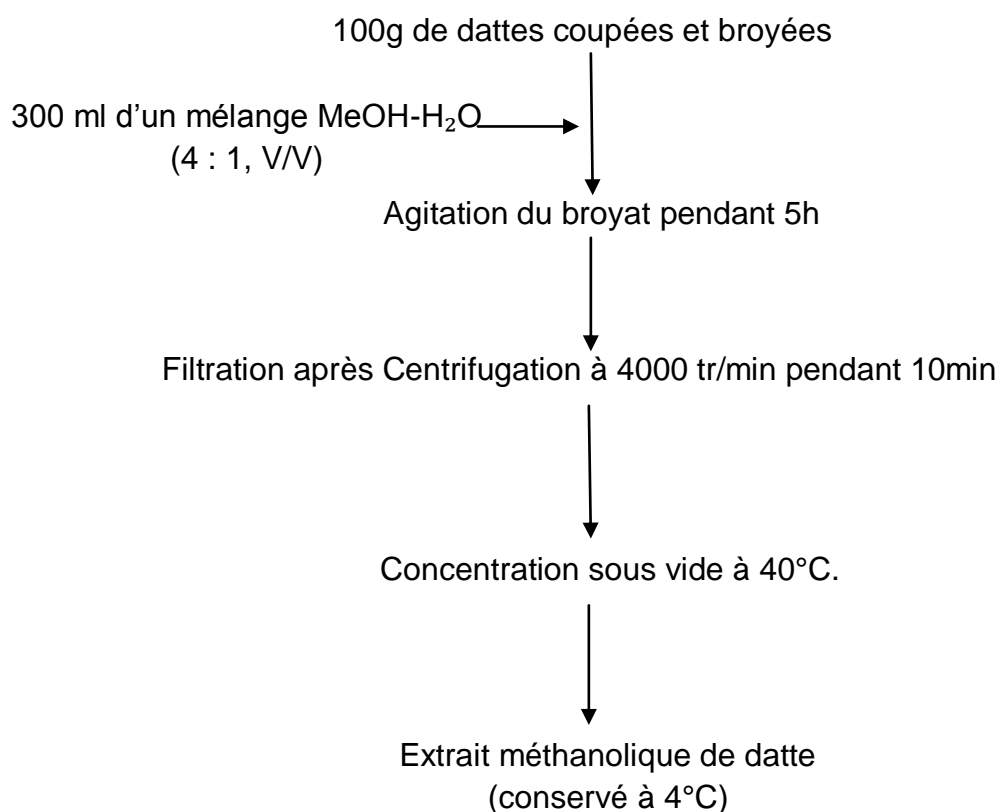


Figure 5.2 : Protocole de préparation de l'extrait de datte au méthanol [76].

### 5.2.9.1. Analyse de la composition chimique des extraits par Chromatographie sur couche mince "CCM"

#### ➤ Principe

La chromatographie sur couche mince est essentiellement une chromatographie liquide exécutée sur une couche de particules d'une substance polymérisée immobilisée sur un support planaire [117].

#### ➤ Mode opératoire

Pour analyser les différents extraits, une CCM a été utilisée sur plaques de gel de silice avec indicateur fluorescent (20x20 cm, 60 F254). Dans un système de migration constitué de chloroforme : acétate d'éthyle : acide formique (50 :40 :10, V/V/V) [118].

5µl de chaque extrait (100mg/ml) et standards (5mg/ml) sont déposés sur les plaques à l'aide des micropipettes appropriées, les plaques sont ensuite introduites dans la chambre de migration préalablement saturée par les vapeurs de la phase mobile.

#### ➤ Révélation

Après développement, les plaques sont séchées sous hotte, puis visualisées par trois systèmes de révélation :

- Révélation physique sous lampe UV à 254 nm ;
- Révélation chimique par une solution aqueuse de trichlorure de fer et de ferricyanide de potassium ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ , 1/10%) pour la détection des composés phénolique.

Les rapports frontaux des spots issus de la séparation sont calculés et comparés à ceux témoins permettant ainsi l'identification des constituants des différents extraits.

### 5.2.9.2. Dosage des composés phénoliques extractibles totaux

L'estimation de la teneur en composés phénoliques extractibles totaux a été réalisée par la méthode de Folin-Ciocalteu [65].

#### ➤ Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène ( $W_8O_{23}$ ) et de molybdène ( $Mo_8O_{23}$ ) [119]. Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 760nm.

➤ Réactifs et extraits utilisés

- Un polyphénole témoin : l'acide gallique pour la réalisation de la gamme d'étalonnage en milieu aqueux.
- Réactif de Folin-Ciocalteu : à 10ml du réactif Folin-Ciocalteu auquel on a ajouté 90ml d'eau distillée.
- Bicarbonate de sodium à 7,5% : 15 g de bicarbonate de sodium ont été dissoutes dans 200ml d'eau distillée.
- Tous les extraits des différentes variétés de dattes.

➤ Mode opératoire

Préparation de la gamme étalon de l'acide gallique

Une gamme de neuf concentrations d'acide gallique allant de 0 à 200  $\mu\text{g/ml}$  a été préparée à partir d'une solution mère de 200  $\mu\text{g/ml}$  de concentration (Tableau 5.2).

Tableau 5.4: Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique.

<b>N° des tubes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Volume solution mère (ml)	0	0,05	0,15	0,25	0,4	0,5	0,75	0,9	1
Volume ajouté d'eau distillée (ml)	1	0,95	0,85	0,75	0,6	0,5	0,25	0,1	0
Concentration d'AG ( $\mu\text{g/ml}$ )	0	10	30	50	80	100	150	180	200

**Abs** : Absorbance à  $\lambda_{\text{max}} = 760 \text{ nm}$ .

La courbe d'étalonnage des composés phénoliques totaux est illustrée Appendice B.

#### Analyse du standard et des extraits

- ✓ introduire 300 µl de la solution d'acide gallique à différentes concentrations dans les tubes à essais de la première série et 300 µl de chaque échantillon à analyser dans les tubes de la deuxième série ;
  - ✓ Ajouter 1500 µl du réactif Folin-Ciocalteu puis de 1200 µl de la solution de bicarbonate de sodium à 7,5% dans chaque tube ;
  - ✓ Agiter puis incuber à l'obscurité pendant une heure ;
  - ✓ lecture des absorbances à 760nm ;
  - ✓ Le blanc est représenté par 300 µl d'eau distillée, additionnée de 1.5 ml du réactif Folin-Ciocalteu et 1.2 ml de bicarbonate de sodium à 7.5%.
- Expression des résultats

La concentration en composés phénoliques extractibles totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

#### 5.2.10. Dosage des Flavonoïdes

La méthode utilisée pour l'estimation des taux de Flavonoïdes dans les cinq variétés de dattes est celle décrite par Bahourun T et *al.* [120].

➤ Principe

La coloration jaunâtre donnée dans cette méthode est due à la formation d'un complexe entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes [121].

➤ Réactifs et extraits utilisés

- ✓ 2g de chlorure d'Aluminium ( $AlCl_3$ ) dissouts dans 100ml de méthanol absolu;
  - ✓ Solution mère du standard : 4 mg de quercétine dissoute dans du méthanol absolu ;
  - ✓ Tous les extraits des variétés de dattes.
- Mode opératoire

➤ Préparation de la gamme étalon

Une gamme de 10 concentrations de quercétine allant de 0 à 40 µg / ml a été préparée à partir d'une solution mère de 40 µg /ml de concentration.

Tableau 5.5: Préparation de la gamme d'étalonnage de la quercétine.

<b>N° des tubes</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume pris de la solution mère (ml)	0	0.2	0.4	0.8	1.1	1.5	1.8	2.3	2.6	3
Volume ajouté de Méthanol (ml)	3	2.8	2.6	2.2	1.9	1.5	1.2	0.7	0.4	0
Concentration finale de la quercétine (µg/ml)	0	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40

La courbe d'étalonnage des flavonoïdes est illustrée en appendice B.

Analyse du standard

- ✓ Des aliquotes de 0 à 3ml de la solution mère de Quercétine ont été introduites dans une série de tube à essai, le volume final dans chaque tube a été complété à 3ml par addition de méthanol absolu ;
- ✓ 1ml a été prélevé de chaque tube et transféré à un autre ;
- ✓ 1ml de la solution méthanolique de chlorure d'aluminium à 2% a été ajouté ;
- ✓ Après 10 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est lue à 430 mn.

Analyse des extraits

- ✓ Deux séries de tubes à essai ont été préparées ;
- ✓ 1ml de chaque extrait a été introduit dans un tube de chacune des deux séries ;
- ✓ 1ml de la solution méthanolique de chlorure d'aluminium à 2% a été additionné à chacun des tubes de la première série;



- ✓ 1ml de méthanol absolu a été ajouté à chacun des tubes de la deuxième série ;
- ✓ Après 10 mn d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est lue à 430 nm.
- Expression des résultats

Les absorbances des extraits des tubes de la 2<sup>ème</sup> série sont soustraites de celles de la 1<sup>o</sup> série pour éviter d'éventuelles interférences des pigments tels que les caroténoïdes. La concentration en flavonoïdes est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la Quercétine comme standard.

#### 5.2.11. Détermination de la vitamine C

##### ➤ Principe :

Il s'agit d'une réduction quantitative du 2,6- dichlorophénolindophénol (DPIP) en un leuco dérivé par la forme réduite de l'acide ascorbique [122].

##### ➤ Réactifs :

- Solution de 2,6 dichlorophénolindophénol (DPIP)
- Dissoudre 50 mg de DPIP et 48 mg de mono hydrogénocarbonates de sodium (NaHCO<sub>3</sub>) dans 500 ml d'eau distillée, filtrer la solution et la conserver dans un endroit frais et à l'abri de la lumière.
- Solution étalon d'acide ascorbique
- Dissoudre 40 mg d'acide ascorbique pure dans 100 ml d'acide oxalique à 0.25%.
- Préparer une solution diluée au 1/10ième avec la solution d'acide oxalique.
- Acide oxalique à 0.25%
- Solution d'acide acétique à N/20.

#### Mode opératoire

- ✓ Préparation de l'extrait

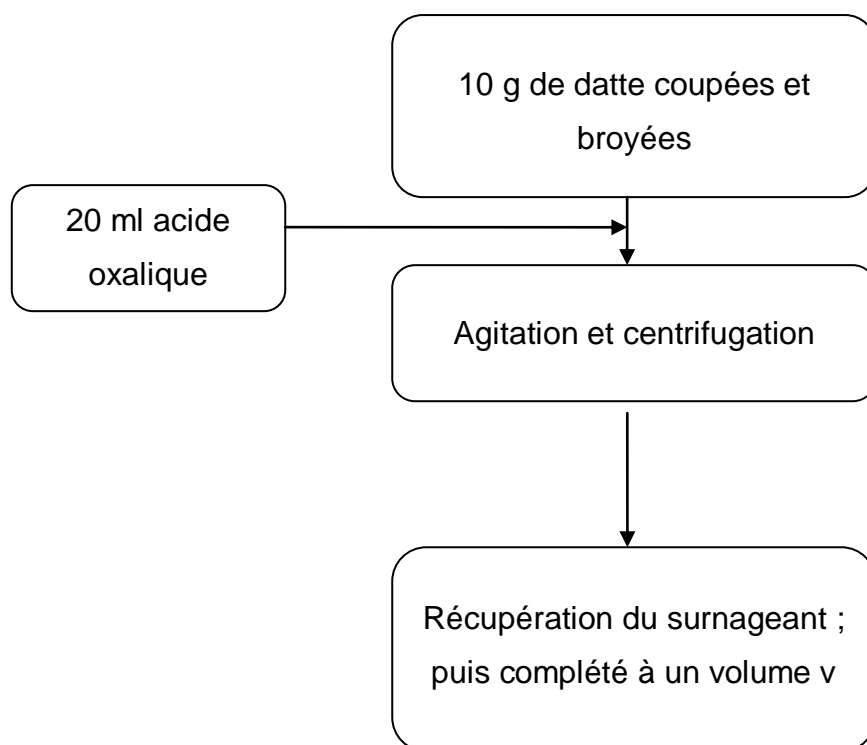


Figure 5.3 : Protocole de préparation de l'extrait de datte pour le dosage de la vitamine C [46].

- Dosage dans la solution étalon

Dans un Erlenmeyer de 150 ml mettre : 10 ml de la solution étalon et 1 ml d'acide acétique à N/20, titrer le mélange avec la solution préparée de DPIP, jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle persistante pendant 30 secondes. Le volume utilisé pour le titrage est V1.

- Dosage dans l'échantillon

Peser 10 g du produit à l'aide d'une balance analytique, le broyer à l'aide du mortier en présence de la solution d'acide oxalique, mettre le broyat dans une éprouvette de 50 ou 100 ml et compléter avec la même solution, filtre ou centrifuger.

Mettre 10 ml du filtrat prélevé à l'aide d'une pipette dans un Erlenmeyer de 150 ml ajouter 1ml d'acide acétique et titrer comme auparavant, soit V2, le volume nécessaire au titrage.

➤ Expression des résultats

La masse de l'acide ascorbique X, exprimée en mg/100 gr de produit, est donnée par la formule suivante :

$$X = \frac{0,4 \times V2 \times V}{V1 \times 10 \times M} \times 100$$

V1 et V2 : volume de DPIP déterminé

V : Volume total du broyat

M : Masse exacte du produit

5.2.12. Dosage des caroténoïdes totaux

La teneur en caroténoïdes totaux des extraits est déterminée selon la méthode rapportée par Talcott et Howard [123] avec quelques modifications.

2 g de pulpe de datte sont homogénéisées puis, pour l'extraction des caroténoïdes, sont traitées avec 25 ml du mélange acétone/éthanol (1 :1, v/v) et 200 mg/l butylehydrox toluène (BHT). La manipulation est réalisée à l'abri de la lumière car les caroténoïdes sont sensibles à cette dernière. Après extraction, l'échantillon est centrifugé à 1500g pendant 15 minutes à 4-5°C.

L'extraction est refaite pour le résidu plusieurs fois dans les mêmes conditions jusqu'à ce que le filtrat soit décoloré. A la fin les surnageants sont récupérés dans une fiole de 100 ml.

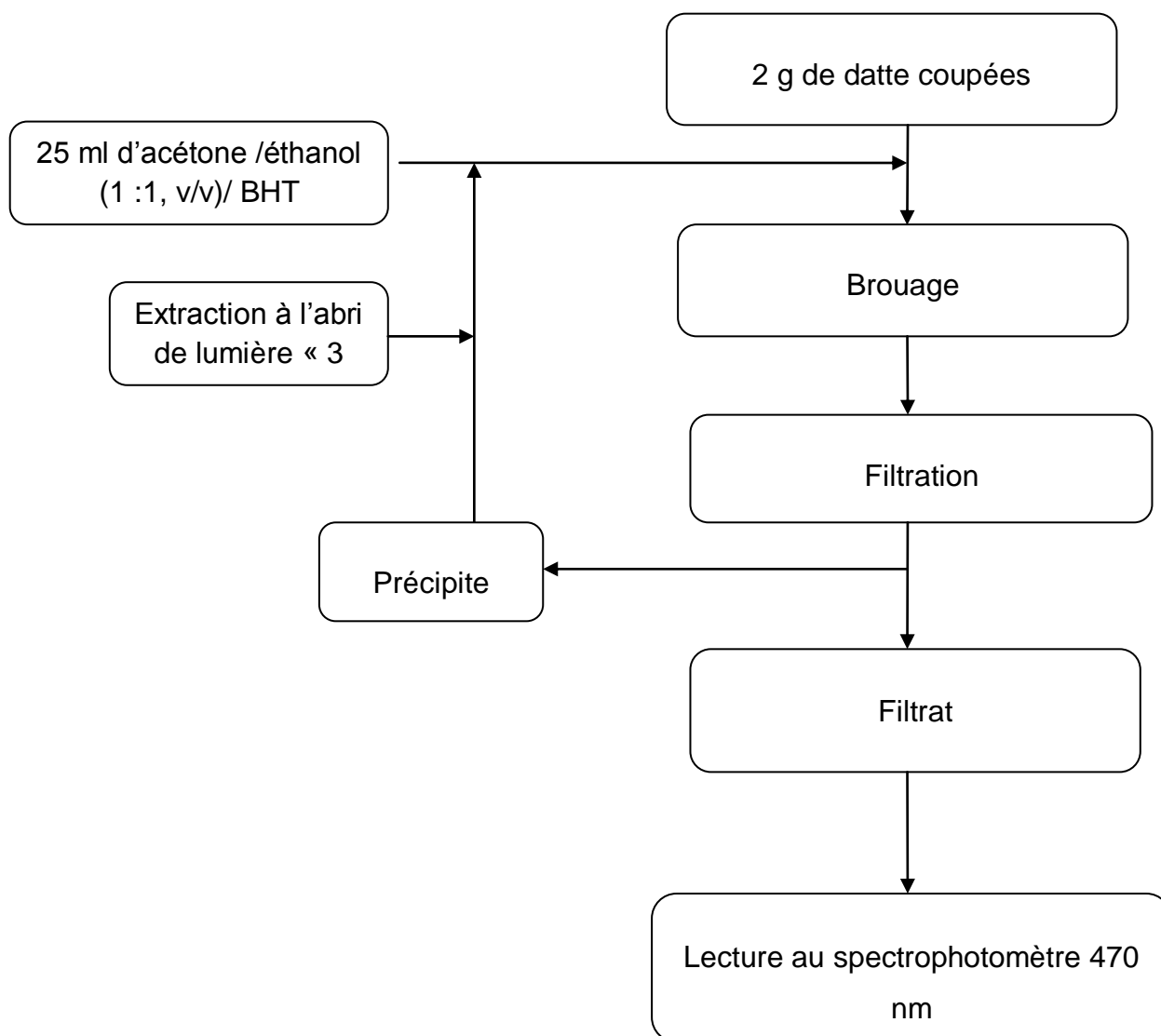


Figure 5.4 : Protocole de préparation d'extrait de datte pour le dosage des caroténoïdes [123].

L'absorbance est lue à 470 nm. La concentration en caroténoïdes est estimée en mg/100g en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le  $\beta$ -carotène (Appendice B).

➤ Préparation de la gamme étalon

Une gamme de 10 concentrations de  $\beta$ - carotène allant de 0 à 40  $\mu\text{g} / \text{ml}$  a été préparée à partir d'une solution mère de 40  $\mu\text{g} / \text{ml}$  de  $\beta$ - carotène (400  $\mu\text{g} \beta$ -carotène dissoute dans 10ml chloroforme).

Tableau 5.6: Préparation de la gamme d'étalonnage de  $\beta$ - carotène.

<b>N° des tubes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Volume pris de la solution mère (ml)	0	0.2	0.4	0.8	1.1	1.5	1,8
Volume ajouté de chloroforme (ml)	2	1.75	1.5	1.25	1.05	0.95	1
Concentration finale de $\beta$ - carotène ( $\mu\text{g/ml}$ )	0	2.5	5	10	15	20	25

### 5.2.13. Etude des activités biologiques

#### 5.2.13.1. Détermination de l'activité antioxydante

##### ❖ Test de blanchissement du $\beta$ - carotène (the bleaching test)

La méthode utilisée pour évaluer l'activité antioxydante en utilisant le système  $\beta$  - carotène-acide-linoléique est décrite par Wanasundara R et *al.* [123].

#### Principe

L'oxydation de l'acide linoléique génère des radicaux peroxydes, ces radicaux libres vont par la suite oxyder la  $\beta$ -carotène entraînant ainsi la disparition de sa couleur rouge qui est suivie spectrophotométriquement à 490 nm. Cependant la présence d'un antioxydant pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du  $\beta$ -carotène.

#### Mode opératoire

La méthode décrite par Tepe et ces collaborateurs [125] a été employée avec une légère modification. Une émulsion  $\beta$ -carotène/acide linoléique a été préparée par solubilisation de 5 mg de  $\beta$ -carotène dans 1 ml de chloroforme, ensuite 25  $\mu\text{l}$  de l'acide linoléique et 200 mg de tween 40 sont additionnés. Le chloroforme est complètement évaporé au rotavapeur et 100 ml d'eau oxygénée sont ajoutés, l'émulsion résultante est vigoureusement agitée.

À 5 ml du mélange précédent, 350 µl de chaque extrait ont été ajoutés, trois répétitions ont été effectuées pour chaque extrait. Les tubes à essai ont été incubés en obscurité à la température ambiante. Deux tubes contrôle ont été aussi préparés avec la même procédure, l'un contenant un antioxydant de référence le BHA (contrôle positif) et l'autre sans antioxydant (contrôle négatif) où l'échantillon est remplacé par 350µl de méthanol.

L'absorbance est lue à 490 nm, L'activité antioxydante relative des extraits (AAR) est calculée selon l'équation suivante :

$$\text{AAR\%} = [\text{Abs48h (échantillon)}/\text{Abs48h (BHA)}] \times 100.$$

❖ Piégeage du radical libre DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Pour étudier l'activité anti radicalaire des différents extraits, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH (diphényl picryl-hydrayl) comme un radical libre relativement stable, selon le protocole décrit par Mansouri A et *al.* [65].

➤ Principe

Dans ce test les antioxydants réduisent le diphényl- picryl-hydrayl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphényl-picryl-hydrazine, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons [65].

➤ Mode opératoire

La solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2,4 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol. 25 µL des solutions d'extraits ou standards (Quercétine) sont ajoutés à 975 µL DPPH, le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30 min et à température ambiante.

Lire l'absorbance à 517 nm ; auster le blanc avec du méthanol pur.

➤ Expression des résultats

L'évaluation de l'activité anti radicalaire en utilisant la méthode DPPH est exprimée en pourcentage selon la relation suivante :

$$\%PI = \frac{(Abs\ controle - Abs\ echantillon)}{Abs\ controle} \times 100$$

❖ Réduction du fer : FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. Cette technique a été développée pour mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique (Fe<sup>3+</sup>) présent dans le complexe K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> en fer ferreux (Fe<sup>2+</sup>). En effet le Fe<sup>3+</sup> participe à la formation du radical hydroxyle par la réaction de Fenton. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700 nm [126]. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés [127].

➤ Mode opératoire

Le pouvoir réducteur a été déterminé suivant la méthode préconisée par Oyaizu, M [128]. En effet, 500 µl de e chaque extrait est mélangé avec 1,25 ml de la solution tampon phosphate (0,2 M ; pH 6,6) et 1,25 ml de ferricyanure de potassium (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>) à 1%. Les mélanges sont incubés à 50°C pendant 30 min. après, 2,5 ml de l'acide trichloracétique (10%) est additionné.

Le tout est centrifugé à 3000 tours pendant 10 min. 2,5 ml du surnageant de chaque concentration est mélangé avec 2,5 ml d'eau distillée et 0,5 ml FeCl<sub>3</sub> (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

L'acide gallique est utilisé comme contrôle positif dans cette expérience dans les mêmes conditions opératoires.

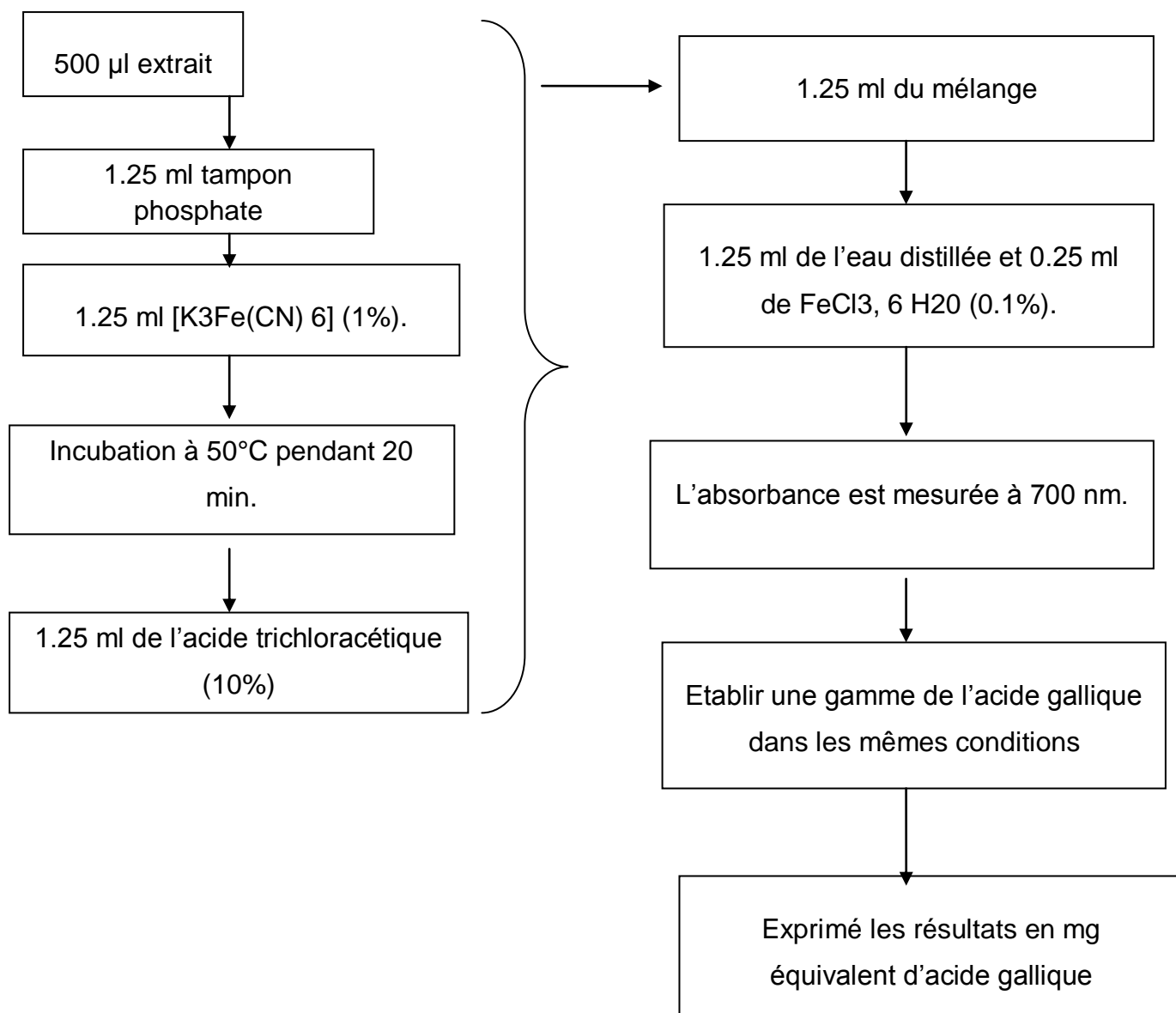


Figure 5.5 : Protocole d'évaluation de pouvoir réducteur test FRAP [126].

➤ Expression des résultats

Le pouvoir réducteur des extraits de dattes est déterminé en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les résultats sont exprimés les résultats en mg équivalent d'acide gallique [126].



Tableau 5.7: Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique pour le test FRAP.

<b>N° des tubes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Volume solution mère (ml)	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1
Volume ajouté d'eau distillée (ml)	1	0,80	0,60	0,40	0,20	0
Concentration d'AG ( $\mu\text{g} / \text{ml}$ )	0	40	80	50	80	200

La courbe d'étalonnage est illustrée en appendice B.

#### 5.2.13.2. Etude des activités antibactérienne et antifongique

##### ❖ Activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne a été réalisée par la méthode de diffusion de disque ou les disques sont imbibés de 20  $\mu\text{l}$  de chaque extrait [129].

##### Préparation des milieux de culture

Le milieu de culture approprié à cette étude est le milieu Muller-Hinton préparé comme suit :

- Dissoudre 38g de la gélose Muller-Hinton dans un litre d'eau distillée.
- Faire bouillir avec agitation jusqu'à dissolution complète.
- Autoclaver pendant 15 minutes à 121°C.
- Couler dans les boîtes de Pétri.

##### Souches utilisées

Les souches utilisées sont des souches de référence : American type culture collection (ATCC), *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, obtenues du laboratoire de microbiologie du centre hospitalier- universitaire (CHU) de Batna.

### Stérilisation du matériel

- On stérilise à l'autoclave à 121° C pendant 15 minutes :
- L'eau distillée et les milieux de cultures.
- On stérilise à l'étuve pendant 15 minutes à 170° C :
- Les tubes à essai utilisés dans la préparation des solutions bactériennes.
- Les disques en papier Wattman (6mm de diamètre) enrobés dans du papier aluminium.

### Préparation de l'inoculum

Dans la zone septique du bec Bunsen, à partir d'une culture pure de 18h sur une gélose nutritive, on racle à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et identiques de chacune des souches bactériennes à tester.

Décharger l'anse dans 10 ml d'eau distillée.

La solution doit être homogène d'opacité de 0.5 Mc Farland.

### Ensemencement et dépôt des disques

- Tremper un écouvillon dans la suspension bactérienne.
- L'essorer en pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, de haut en bas en stries serrés.
- Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte de 60°C à chaque fois. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon une dernière fois sur toute la surface gélosée.
- Recharger l'écouvillon à chaque fois qu'on ensemence plusieurs boîtes de Pétri avec la même souche.
- Déposer les disques imprégnés d'extraits délicatement sur la surface de gélose inoculée à l'aide d'une pince stérile.
- Incuber les boîtes de Pétri pendant 24 heures à 37°C.
- Des antibiogrammes avec des antibiotiques appropriés ont été effectués pour servir de témoins positifs et pour permettre la comparaison de nos résultats.

### Lecture des antibiogrammes

La lecture des antibiogrammes a été faite à l'aide d'un pied à coulisse, elle est réalisée au verso des boîtes de Pétri.

L'extrait n'est considéré actif que si le diamètre d'inhibition autour du disque est supérieur à 6mm.

#### ❖ Activité antifongique

La même procédure de l'activité antibactérienne a été suivie pour tester l'activité antifongique du *Candida albicans* ATCC 10231 et *Aspergillus niger* ATCC 20611, le milieu de culture utilisée pour le repiquage est Sabouraud. L'incubation se fait à 37°C et à 27°C respectivement pour *Candida albicans* et *Aspergillus niger* pendant 24 heures.

#### ❖ Détermination des CMI (Concentration Minimale Inhibitrice)

Les CMI sont déterminées par la méthode standardisée de micro dilution en milieu liquide, pour les extraits les plus actifs présentent des diamètres d'inhibition  $\emptyset \geq 12$  mm. [130].

L'étude est réalisée en microplaques en matière plastique comportant 96 puits à fond « U » (8 rangées de 12 puits numérotés de 1 à 12) qui contient un bouillon Mueller- Hinton, avec un inoculum bactérien de 5 UFC/ml. Les dilutions d'échantillons ont été distribués dans les cupules en partant de la concentration la plus forte (300 mg/ml) à la plus faible (2.34 mg/ml). Les dilutions des extraits ont été réalisées dans le DMSO à 10 %. Les microplaques sont incubées 18 h à 37°C.

La CMI correspond à la première dilution où la croissance est négative (pas de culture visible) (Figure 5.6).

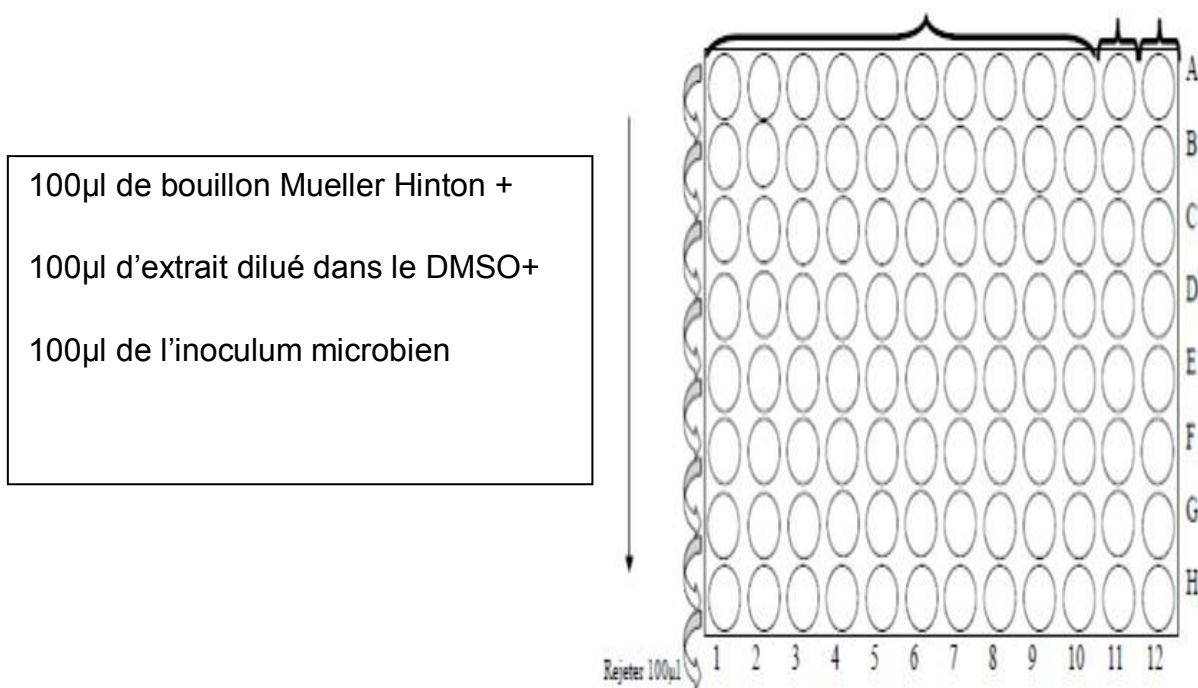


Figure 5.6 : Schéma d'utilisation d'une microplaque.

#### 5.2.14. Analyses statistique

L'étude statistique a été réalisée par les logiciels statistiques Graph Pad Prism et par Excel. Toutes les expériences ont été réalisées en triple, Les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$ SD. Les résultats sont analysés par le test Anova univariée suivie du test Dunnet /Tukey pour les comparaisons multiples et la détermination des taux de signification.

Les valeurs de  $p \leq 0.05$  sont considérées statistiquement significatives.

## CHAPITRE 6

### RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

#### 6.1. Caractérisation morphologiques

Le tableau 6.1 ci-après résume les caractéristiques morphologiques des différentes variétés de datte au cours de la maturation.

Suivant les stades de maturation, on note des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les variétés étudiées. Ces différences sont très marquées pour les poids de fruits entiers et de la pulpe.

Pour l'ensemble de variétés étudiés, la longueur et largeur augmente graduellement jusqu'au stade Routab, puis les deux paramètres diminuent au stade Tamr.

La plus petite longueur du fruit a été enregistrée pour la variété Mech Deglet au stade Kimri ( $2,460 \pm 0,010$  cm), tandis que la plus forte longueur a été enregistrée par la variété Ghars au stade Khalal ( $4,195 \pm 0,092$  cm). Concernant la largeur ; la valeur la plus petite est signalée pour la variété Mech Deglet ( $1,323 \pm 0,093$  cm) au stade Kimri, alors que la valeur la plus forte a été marquée par la variété Deglet Nour ( $2,100 \pm 0,020$  cm) au stade Routab. Durant tous les stades de maturation, la variété Deglet Nour avait presque les valeurs les plus fortes, pour la longueur et la largeur.

Les changements de taille entre les variétés sont d'origine génétique, ainsi les conditions de croissance [2].

En général le stade Khalal a été caractérisé par les plus grandes valeurs de dimension ; Ces résultats concordent avec ceux rapportés par : Al-Qurashi [8] pour les variétés de datte Saoudienne, et El Arem *et al.* [2] pour les variétés de datte tunisienne.

Le poids de fruit et la pulpe, pour les quatre variétés étudiées augmente jusqu'au stade Khalal puis diminue pour atteint le minimum au stade Tamr (tableau 6.1); Les

valeurs maximales ont été relevées pour les deux variétés Deglet Nour et Ghars qui enregistrent respectivement  $9,930 \text{ g} \pm 0,852$ , et  $10,230 \text{ g} \pm 0,720$  au stade Khalal, tandis que les valeurs les plus petites ont été observées pour la variété Deglet Beida au cours des différents stades de maturation. Cette dernière variété a également enregistré le poids le plus petit de noyau  $1,030 \text{ g} \pm 0,074$  pendant le stade Kimri, inversement Ghars était la variété qui avait le poids le plus élevé de noyau  $2,079 \text{ g} \pm 0,212$  pour le même stade.

Le poids de variétés de dattes Algériennes, leurs pulpe et noyaux étaient plus petit à celles trouvées par Sawaya *et al.* [13] dans les variétés de datte Saoudienne, Al-Hooti *et al.* [45] dans les variétés de datte Emiratie, Iqbal *et al.* [43] dans les variétés de datte iranienne. Ces différences sont principalement dues à l'origine des variétés, situation géographique, et aux conditions environnementales [2].

Le rapport « pulpe / fruit » était un critère de la caractérisation de la qualité des dattes. Plus ce rapport est élevé plus la qualité de la datte est meilleure [2]. Le tableau 5.2 montre que le taux le plus petit a été enregistré par la variété Deglet Beida au stade Khalal ( $68,35\% \pm 0,004$ ), alors le taux le plus élevé a été enregistré par la variété Deglet Nour ( $88,71\% \pm 0,018$ ) au stade Tamr.

Au stade Tamr la pulpe représente environ 72,02 à 88,71% du poids de datte, pour l'ensemble des variétés étudiées ; la variété Deglet Nour semble la meilleure, suivie par Ghars, Mech Degla, et enfin Degla Beida. Le rapport pulpe / datte de ces variétés était inférieur aux variétés tunisienne, Degla, et Deglet Nour qui est égal 92.25% et 90.54 respectivement pour les deux variétés cité précédemment par El Arem *et al.* [2]. Ce ratio était presque similaire à celui des deux variétés de dattes communes algériennes à l'étape du Tamr, Mech-Degla (82.77%) et Frezza (88.28%) [119].

**Tableau 6.1** : Les caractéristiques morphologiques de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

Variétés	Stade de maturation	Dimensions (cm)		Poids (g)			Pulpe/ fruit (%)
		longueur	Largeur	Fruit	Pulpe	Noyau	
<b>Deglet Beida</b>	Kimri	2,539±0,027 <sup>A</sup>	1,388±0,237 <sup>A</sup>	3,789±0,238 <sup>A</sup>	2,756±0,217 <sup>A</sup>	1,030±0,074 <sup>A</sup>	72,73±0,020 <sup>A</sup>
	Khalal	2,883±1,163 <sup>A</sup>	1,530±0,026 <sup>A</sup>	5,020±0,064 <sup>A</sup>	3,431±0,049 <sup>A</sup>	1,589±0,029 <sup>A</sup>	68,35±0,004 <sup>A</sup>
	Routab	3,390±0,044 <sup>A</sup>	1,680±0,060 <sup>A</sup>	4,444±0,450 <sup>A</sup>	3,353±0,303 <sup>A</sup>	1,090±0,254 <sup>A</sup>	75,45±0,043 <sup>A</sup>
	Tamr	3,260±0,072 <sup>A</sup>	1,650±0,096 <sup>A</sup>	3,738±0,227 <sup>A</sup>	2,692±0,175 <sup>A</sup>	1,046±0,166 <sup>A</sup>	72,02±0,037 <sup>A</sup>
<b>Deglet Nour</b>	Kimri	3,233±0,070 <sup>B</sup>	1,833±0,040 <sup>B</sup>	8,300±0,235 <sup>B</sup>	7,126±0,227 <sup>B</sup>	1,174±0,028 <sup>A</sup>	85,86±0,004 <sup>B</sup>
	Khalal	3,753±0,035 <sup>B</sup>	1,950±0,020 <sup>B</sup>	9,930±0,852 <sup>B</sup>	8,682±1,037 <sup>B</sup>	1,248±0,194 <sup>B</sup>	87,43±0,032 <sup>B</sup>
	Routab	3,927±0,225 <sup>B</sup>	2,100±0,020 <sup>B</sup>	8,634±0,210 <sup>B</sup>	7,289±0,187 <sup>B</sup>	1,344±0,270 <sup>B</sup>	84,42±0,029 <sup>B</sup>
	Tamr	3,840±0,111 <sup>B</sup>	1,763±0,129 <sup>B</sup>	7,112±0,568 <sup>B</sup>	6,309±0,625 <sup>B</sup>	0,802±0,087 <sup>B</sup>	88,71±0,018 <sup>B</sup>
<b>Gharse</b>	Kimri	3,145±0,548 <sup>B</sup>	1,724±0,361 <sup>B</sup>	8,93±0,458 <sup>B</sup>	6,851±0,351 <sup>B</sup>	2,079±0,212 <sup>B</sup>	76,72±0,034 <sup>A</sup>
	Khalal	4,195±0,092 <sup>C</sup>	2,065±0,078 <sup>B</sup>	10,230±0,72 <sup>B</sup>	8,651±0,446 <sup>B</sup>	1,580±0,281 <sup>C</sup>	84,57±0,017 <sup>B</sup>
	Routab	3,955±0,092 <sup>C</sup>	1,970±0,014 <sup>B</sup>	9,307±0,206 <sup>B</sup>	7,873±0,112 <sup>B</sup>	1,434±0,093 <sup>C</sup>	84,59±0,007 <sup>B</sup>
	Tamr	3,227±0,145 <sup>A</sup>	1,527±0,136 <sup>C</sup>	6,388±0,146 <sup>A</sup>	5,518±0,118 <sup>A</sup>	0,870±0,033 <sup>C</sup>	86,38±0,004 <sup>B</sup>
<b>Mech D</b>	Kimri	2,460±0,010 <sup>A</sup>	1,323±0,093 <sup>A</sup>	4,992±0,486 <sup>C</sup>	3,687±0,509 <sup>A</sup>	1,305±0,040 <sup>A</sup>	73,86±0,030 <sup>A</sup>
	Khalal	3,120±0,096 <sup>A</sup>	1,550±0,078 <sup>A</sup>	5,877±0,291 <sup>A</sup>	4,649±0,175 <sup>C</sup>	1,229±0,131 <sup>D</sup>	79,10±0,031 <sup>C</sup>
	Routab	3,503±0,063 <sup>A</sup>	1,687±0,081 <sup>A</sup>	5,655±0,434 <sup>C</sup>	4,682±0,370 <sup>C</sup>	0,973±0,144 <sup>A</sup>	82,79±0,021 <sup>B</sup>
	Tamr	3,420±0,125 <sup>A</sup>	1,627±0,012 <sup>B</sup>	5,115±0,547 <sup>A</sup>	4,191±0,463 <sup>A</sup>	0,924±0,166 <sup>D</sup>	81,94±0,027 <sup>C</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 20 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

## 6.2. Caractérisation physico-chimique

### 6.2.1. Humidité

Les résultats obtenus après la dessiccation, des différents échantillons sont représentés dans le tableau ci-dessus :

Tableau 6.2 : Teneur en eau de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	77,57% ± 4,39 <sup>A</sup>	82,08% ± 2,49 <sup>A</sup>	78,15% ± 2,36 <sup>A</sup>	78,84% ± 4,46 <sup>A</sup>
Khalal	52,52% ± 1,11 <sup>A</sup>	78,41% ± 0,84 <sup>B</sup>	67,11% ± 1,66 <sup>C</sup>	63,13% ± 3,69 <sup>C</sup>
Routab	21,87% ± 1,54 <sup>A</sup>	51,697% ± 1,16 <sup>B</sup>	38,64% ± 1,23 <sup>C</sup>	19,24% ± 1,49 <sup>A</sup>
Tamr	13,30% ± 1,23 <sup>A</sup>	22,54% ± 0,59 <sup>B</sup>	25,80% ± 0,42 <sup>B</sup>	14,16% ± 1,72 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité de dattes, elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altérations durant la conservation [58].

Les quatre variétés de dattes, présentent une teneur en eau variable entre 77,75% à 82,08% pour le stade Kimri, et 13,30% - 25,80% pour le stade Tamr. La plus forte teneur en eau a été enregistrée pour la variété Deglet Nour au stade Kimri 82,08% ± 2,49, alors que la plus faible teneur a été enregistrée pour la variété Deglet Beida au stade Tamr 13,30% ± 1,23.

Il est à noter que la teneur en eau diminue au fur à mesure que les dattes murissent. Cette diminution est légère au stade Khalal, puis s'avère forte au stade Routab, et atteint la valeur la plus basse au cours du dernier stade de maturité.

L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative (P<0,05) pour les quatre variétés de datte au stade Kimri, en revanche au stade Tamr l'ensemble de variété forment deux groupes distincts de moyen homogène, l'un est constitué de



Deglet Beida et Mech Degla de consistance sèche ; l'autre groupe est formé de Deglet Nour et Ghars de consistance demi-molles et molles.

Des travaux similaires menés par, Ahmed *et al.* [12], Al-Hooti *et al.* [45], et Awad [39] ; ont rapporté que la teneur en eau pendant la maturation, se situent entre 50%-60% pour le stade Khalal, 35%-40% pour le stade Routab, et environ 24% pour le stade Tamr.

### 6.2.2. Matière sèche

La détermination de la matière sèche permet d'exprimer les résultats obtenus en fonction de l'unité du poids sec de fruit. Les résultats des teneurs en matière sèche de variétés de dattes étudiées, au cours de la maturation sont illustrés dans la figure 6.1 et rapporté dans le tableau 6.3 (Appendice C).

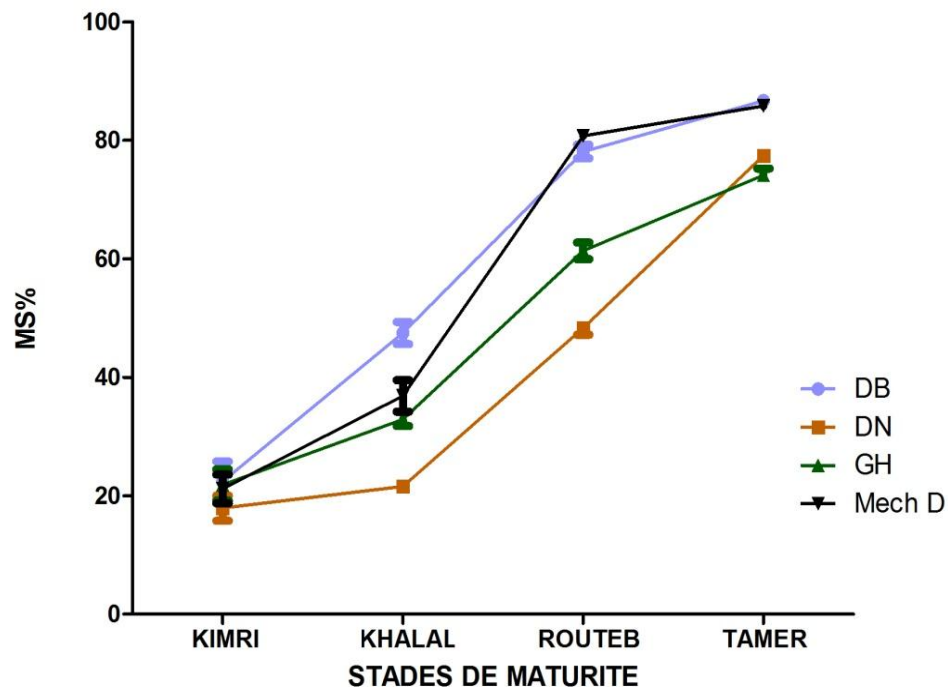


Figure 6.1 : Evolution de la teneur en matière sèche (%) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

L'analyse de la matière sèche a été effectuée sur quatre variétés de dattes, à travers quatre stades de maturation. Au stade Kimri, la teneur en matière sèche oscille entre 17,91-22,42% ; l'ensemble de variétés à ce stade constitue un groupe de moyen homogène (pas différences significatives à  $P < 0,05$ ).

Une légère augmentation de la matière sèche s'établit au stade Khalal, où le taux le plus élevé a été enregistré par Deglet Beida 47,77%, suivie par Mech Degla (36,86%), Ghars (32,88%), et Deglet Nour (21,58%). Au stade Routab, une forte augmentation de la teneur en matière sèche a été constatée, la variété Mech Degla a marqué le taux le plus élevé (80,75%), alors que le taux le plus faible a été enregistré par Deglet Nour (48,30%).

Au stade Tamr, les dattes atteignent leur maximum en matière sèche. Les valeurs trouvées sont proches de celles décrites par la littérature [131 ; 132 ; 133]. Les deux variétés Deglet Nour et Ghars forment un groupe de moyenne homogène dont la teneur en matière sèche est respectivement 77,45%, 74,14% ; alors que Deglet Beida et Mech Degla forment autre groupe distingué du précédent dans les valeurs sont respectivement 86,70% et 85,83%.

D'après Rouhani et Bassiri [11], Shabana *et al.* [58] et Sawaya *et al.* [13], l'augmentation de la teneur en matière sèche dans la datte au cours de la maturation est due à l'accumulation des sucres et la perte en eau.

### 6.2.3. pH

Les résultats obtenus sur le potentiel d'hydrogène (pH) pour les variétés de dattes étudiées sont illustrés dans la figure 6.2 et rapporté dans le tableau 6.4 (Appendice C).

Les différentes variétés de dattes ont un pH relativement acide qui varie de 5,39 à 6,62 au cours des différents stades de maturation. Les valeurs du pH les plus élevés ont été enregistrée au stade Routab par la variété Mech Degla (6.62), suivi par Deglet Beida (6,61) et Ghars (6,58) ; ces derniers forment un groupe de moyenne homogène, par conséquent la variété Deglet Nour a marqué une valeur moins élevé (6,25). Au stade Tamr, les valeurs de pH trouvées pour les quatre variétés de dattes

sont légèrement acides, et sont en accord par rapport aux données citées par la littérature ainsi que les résultats obtenus par nombreux auteurs [32].

Rappelons que, ce pH peut favoriser la multiplication des levures et moisissures et parallèlement inhiber le développement des bactéries à l'exception des acidophiles. Aussi il peut être favorable pour la conservation de certaines vitamines du groupe B telles que B1, B2, B5, B9 et B12 [134].

#### 6.2.4. L'acidité titrable

Les résultats obtenus de l'acidité titrable pour les variétés de dattes étudiées sont illustrés dans la figure 6.3 et rapporté dans le tableau 6.5 (Appendice C).

L'acidité titrable renseigne sur l'état physique du fruit ainsi que le pH. Notons qu'une forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité des dattes [33].

Dans la présente étude, les dattes ayant fait l'objet d'analyses présentent une acidité titrable qui varie entre 0,17 et 0,41 au stade Kimri ; le taux le plus élevé est marqué par la variété Deglet Beida (0,41), suivie par la variété Ghars (0,30). Une diminution dans le taux d'acidité durant le stade Khalal est marquée pour l'ensemble des variétés, suivie d'une légère augmentation au cours des deux derniers stades de maturation à l'exception de la variété Ghars dans le taux d'acidité titrable est toujours en diminution.

Au stade Tamr, les taux d'acidité grasse se rapprochent, Deglet Beida et Deglet Nour constituent un groupe de moyenne homogène dans le taux d'acidité est respectivement 0,22 et 0,25, alors que le taux le plus élevé est noté par Mech Degla (0,29), la variété Ghars (0,19) a enregistré le taux le plus faible.

Rouhani et Bassiri [11], Sawaya *et al.* [13], et Al-Qurashi *et al.* [8] ; ont rapporté dans leurs travaux, que le taux d'acidité diminue au cours de développement puis il augment durant la maturation pour l'ensemble de cultivars étudiés.

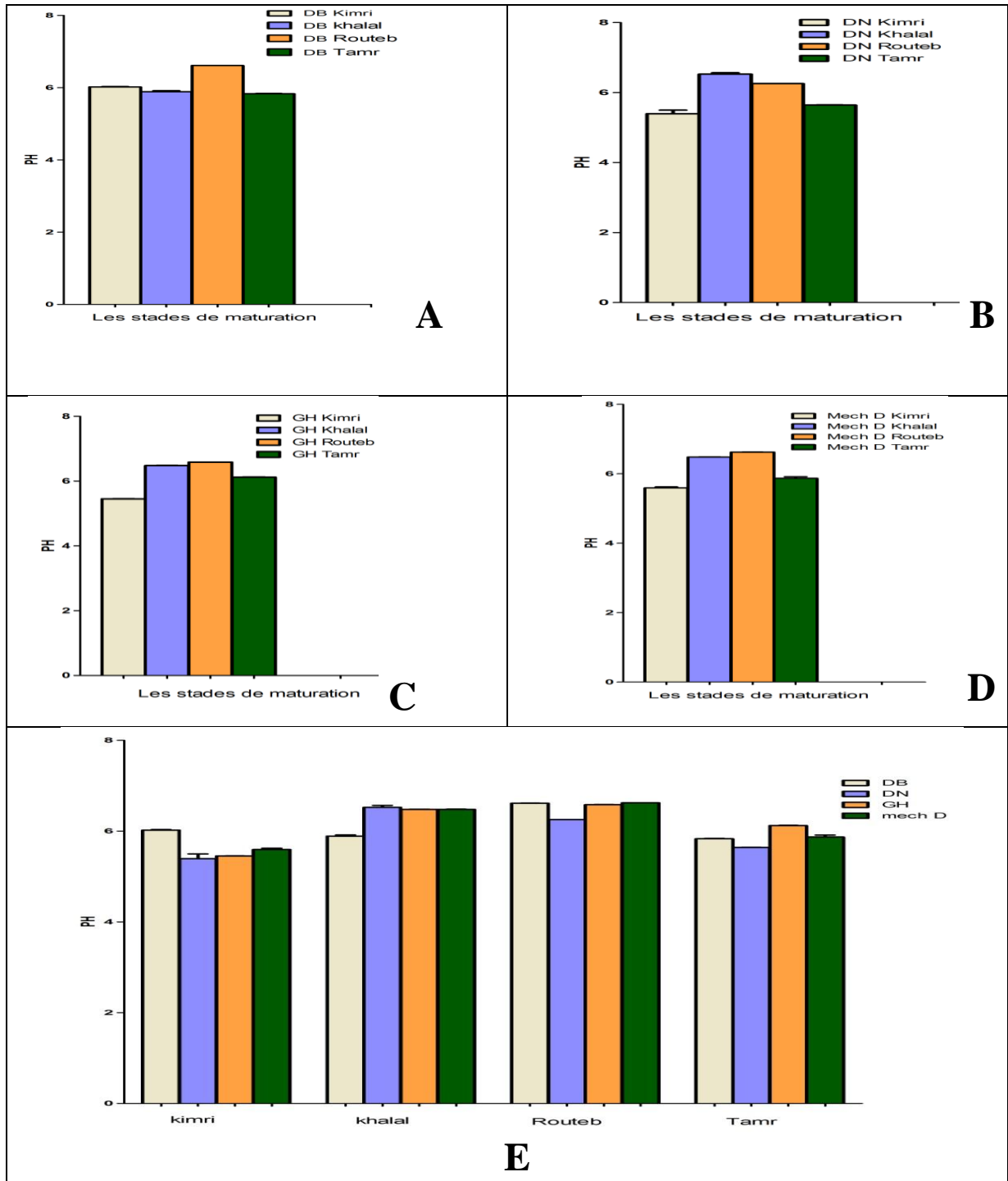


Figure 6.2 Evolution intra variétale : Degla Beida (A), Deglet Nour (B), Ghars (C) et Mech Deglet (D) et inter variétale (e) du pH des dattes étudiées au cours du développement et maturation.

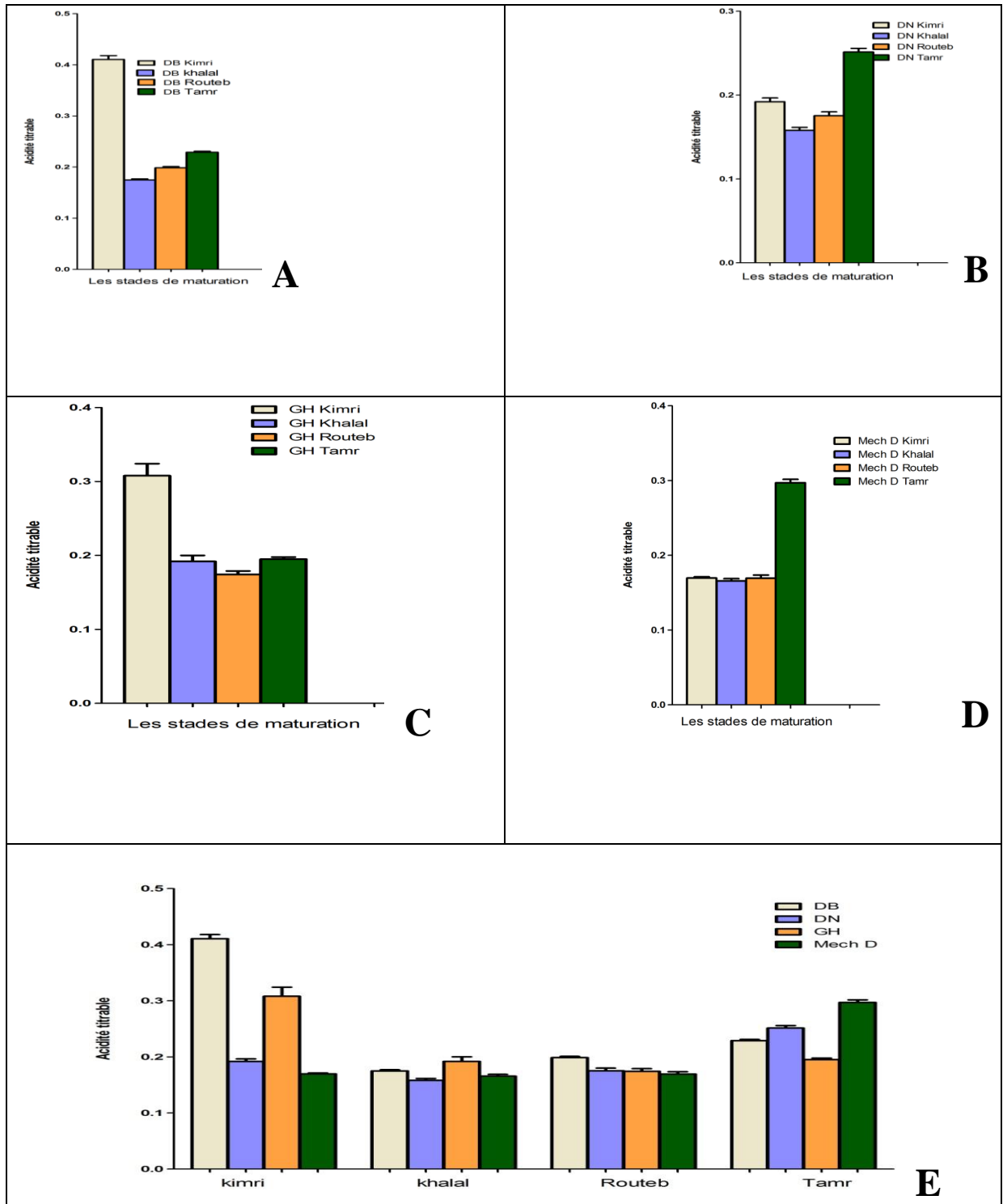


Figure 6.3: Evolution intra variétale : Degla Beida (A), Deglet Nour (B), Ghars (C) et Mech Deglet (D) et inter variétale (e) de l'acidité titrable (meq/g MF) des dattes étudiées au cours du développement et maturation.

### 6.2.5. Teneur en protéines

Les résultats obtenus sur les teneurs en protéines des différentes variétés de dattes étudiés sont illustrés dans la figure 6.4 et rapporté dans le tableau 6.6 (Appendice C).

La teneur en protéine exprimée en g/100g MS pour l'ensemble de variétés étudiés, oscille entre [0,81- 1,13] au stade Kimri, et entre [1,92-2,61] au stade Tamr ; une augmentation significative de la teneur en protéine au cours de la maturation est constatée. La variété Deglet Nour a enregistré des teneurs élevée en protéines par rapport aux autres variétés, dont les teneurs sont  $1,13 \pm 0,11$  ;  $1,78 \pm 0,02$  ;  $2,13 \pm 0,09$  ;  $2,61 \pm 0,11$  respectivement pour les stades Kimri, Khalal, Routab, Tamr. Alors que la variété Ghars pour les mêmes stades a enregistré les teneurs les plus faibles avec des valeurs de:  $0,81 \pm 0,09$  ;  $1,36 \pm 0,05$  ;  $1,57 \pm 0,01$  ;  $1,92 \pm 0,02$ .

L'augmentation de la teneur en protéine dans la datte au cours de la maturation, est due à l'augmentation de l'activité enzymatique comme la cellulase et la polygalacturonase [2].

Travaillant sur six variétés de dattes tunisiennes, El Arem *et al.* [2] ; ont rapporté que la teneur en protéines s'étend de  $2.22 \pm 0.03$  à  $5.02 \pm 0.03$  g/100 g poids frais, au cours des différents stades de maturation, qui sont largement supérieur à nos résultats. Cette différence peut s'expliquer par l'origine des variétés, l'influence des conditions climatiques.

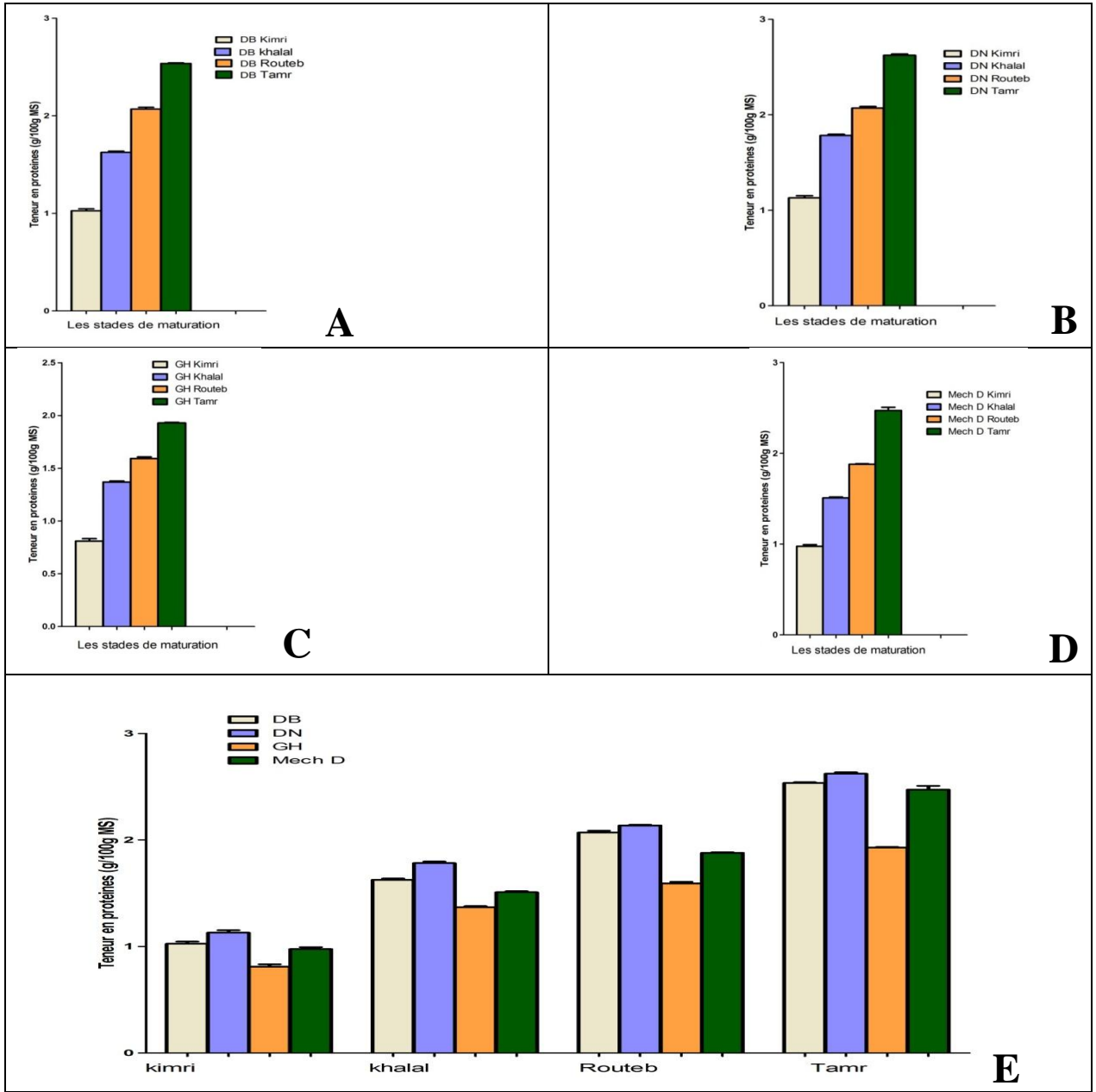


Figure 6.4 : Evolution intra variétale : Degla Beida (A), Deglet Nour (B), Ghars (C) et Mech Deglet (D) et inter variétale (e) de la teneur en protéine (g/100g MS) des dattes étudiées au cours du développement et maturation.

### 6.2.6. Taux de cendres

Les résultats obtenus sur les teneurs en cendres des différentes variétés de dattes étudiés sont illustrés dans la figure 6.5 et rapporté dans le tableau 6.7 (Appendice C).

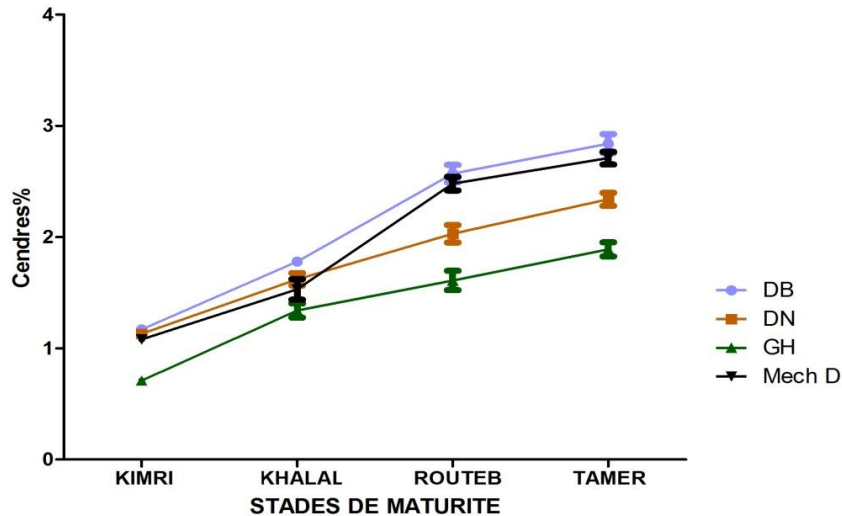


Figure 6.5 : Evolution de la teneur en cendres pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.

Par définition, le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. Plusieurs auteurs dont Maatallah [135], Fethi et El Kohtani [133], et Favier *et al.* [61] affirment que la datte est un fruit qui renferme, en général, des teneurs en cendres de l'ordre de 2 %.

Le taux de cendre pour les quatre variétés étudiées augmente au cours des différents stades de maturation. Au stade Kimri le taux de cendre varié entre 0,71 et 1,17% de la matière sèche, alors qu'au stade Tamr, il atteint des valeurs comprises entre 1,89-2,84% de la matière sèche. Au cours des différents stades de maturation, la variété Degla Beida a enregistré les taux les plus élevés avec des valeurs de  $1,17 \pm 0,06$  ;  $1,78 \pm 0,03$  ;  $2,57 \pm 0,07$  ;  $2,84 \pm 0,08$  % de la matière sèche, respectivement pour les stades Kimri, Khalal, Routab et Tamr.



Les valeurs trouvées chez les quatre variétés de dattes étudiées à savoir Degla Beida, Deglet nour, Ghars, et Mech Degla au stade Tamr sont concordants avec celles trouvés par Silabdi, 2010 [136].

Les travaux réalisés par Ahmed *et al.* [12] ont mentionné des taux de cendres de dattes moins élevés, qui se situent entre 0,6 et 0,8% poids frais pour le stade Kimri, et de l'ordre de 1,3 à 1,9% poids frais pour le stade Tamr.

#### 6.2.7. Teneur en éléments minéraux

Les résultats des éléments minéraux (K et Na) déterminés par la méthode spectrophotométrie de flamme sont rapportés dans les tableaux 6.8 et 6.9 respectivement.

Tableau 6.8 : Teneur en potassium (mg/100g MS) des différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	928,87±1,12 <sup>A</sup>	610,14±1,42 <sup>B</sup>	645,24±1,39 <sup>C</sup>	882,20±1,72 <sup>D</sup>
Khalal	876,29±1,03 <sup>A</sup>	535,10±1,12 <sup>B</sup>	621,62±1,54 <sup>C</sup>	760,52±1,31 <sup>D</sup>
Routab	617,11±0,14 <sup>A</sup>	352,04±0,13 <sup>B</sup>	460,12±0,08 <sup>C</sup>	679,04±0,11 <sup>D</sup>
Tamr	546,12±0,12 <sup>A</sup>	581,70±0,09 <sup>B</sup>	487,73±0,11 <sup>C</sup>	590,47±0,07 <sup>D</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD.

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

La teneur en potassium diminue graduellement pour les quatre variétés étudiées au cours des différents stades de maturation. Au stade Kimri, la teneur en potassium varie entre 610,14 et 928,87 mg/100g MS, alors qu'au stade Tamr atteint des valeurs qui comprise entre 487,73 et 590,47 mg/100g MS.

L'analyse statistique montre des différences significatives à P<0,05, entre les quatre variétés au cours des différents stades de maturation.

Des résultats plus élevés ont été retrouvés pour les dattes iraniennes, au cours des différents stades de maturation avec une teneur qui range entre  $2440 \pm 160$  mg ;  $2720 \pm 340$  mg/100g MS au stade Kimri, et  $1170 \pm 110$  -  $1380 \pm 40$  mg/100g MS pour le stade Tamr [42].

Tableau 6.9 : La teneur en sodium (mg/100g MS) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	$13,68 \pm 0,27^A$	$12,89 \pm 0,56^A$	$20,48 \pm 0,15^B$	$21,38 \pm 0,68^B$
Khalal	$20,16 \pm 0,23^A$	$18,21 \pm 0,38^B$	$28,59 \pm 0,41^C$	$32,45 \pm 0,29^D$
Routab	$15,21 \pm 0,19^A$	$14,23 \pm 0,21^A$	$26,02 \pm 0,14^B$	$26,13 \pm 0,16^B$
Tamr	$17,86 \pm 0,05^A$	$15,42 \pm 0,11^B$	$25,89 \pm 0,09^C$	$28,16 \pm 0,08^D$

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures  $\pm$  SD.

Les moyennes avec différents lettres pour le même stade sont significativement différents ( $P < 0,05$ ).

La teneur en potassium augmente graduellement pour l'ensemble des variétés étudiées au cours des différents stades de maturation. Au stade Kimri, la teneur en potassium varie entre 12,89 et 21,38 mg/100g MS, alors qu'au stade Tamr atteint des valeurs qui comprise entre 15,42 - 28,16 mg/100g MS.

Au cours des différents stades de maturation, les teneurs en sodium les plus élevés ont été enregistrées par la variété Mech Deglet, suivie par la variété Ghars.

L'analyse statistique montre des différences significatives à ( $P < 0,05$ ), entre les quatre variétés au cours des différents stades de maturation.

L'étude de Rastegar *et al.* [42], a révélé des teneurs élevées en sodium par apport à nos résultats, avec des teneurs entre  $120 \pm 3$  mg/100g MS et  $134 \pm 12$  mg/100g MS ; cependant, Al-Hooti *et al.* [45] ont trouvé des valeurs inférieure 1,5 – 9,4 mg/100g MS.

### 6.2.8. Teneur en sucre

Les résultats obtenus sur la teneur en sucres totaux, sucres réducteurs et saccharose, pour les différentes variétés de dattes au cours de la maturation sont rassemblé dans le tableau ci-dessus (Tableau 6.10).

**Tableau 6.10** : Teneur en sucre (% MS) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

Les variétés	Stade de maturité	Sucre réducteurs	saccharose	Sucre totaux
D.B	Kimri	08,12% ± 0.02 <sup>A</sup>	01,79% ± 0,05 <sup>A</sup>	09,91% ± 0,02 <sup>A</sup>
	Khalal	14,66% ± 0.58 <sup>A</sup>	29,49% ± 0,54 <sup>A</sup>	44,15% ± 0,36 <sup>A</sup>
	Routab	25,91% ± 0.42 <sup>A</sup>	24,24% ± 0.34 <sup>A</sup>	50,15% ± 0,48 <sup>A</sup>
	Tamr	36,41% ± 1,02 <sup>A</sup>	27,74% ± 0.11 <sup>A</sup>	64,15% ± 1,31 <sup>A</sup>
D.N	Kimri	09,25% ± 0.03 <sup>A</sup>	01,87% ± 0,04 <sup>A</sup>	11,13% ± 0,08 <sup>A</sup>
	Khalal	04,98% ± 0.38 <sup>B</sup>	16,11% ± 0,42 <sup>B</sup>	21,10% ± 0,42 <sup>B</sup>
	Routab	08,98% ± 0.02 <sup>B</sup>	18,11% ± 0.21 <sup>B</sup>	27,10% ± 0,36 <sup>B</sup>
	Tamr	16,98% ± 0,80 <sup>B</sup>	36,12% ± 0.18 <sup>B</sup>	53,10% ± 0,10 <sup>B</sup>
GH	Kimri	08,12% ± 0.03 <sup>A</sup>	02,13% ± 0,01 <sup>A</sup>	10,26% ± 0,02 <sup>A</sup>
	Khalal	19,08% ± 0.54 <sup>C</sup>	12,79% ± 0,61 <sup>C</sup>	31,87% ± 0,21 <sup>C</sup>
	Routab	32,83% ± 0.21 <sup>C</sup>	05,04% ± 0.41 <sup>C</sup>	37,87% ± 0,28 <sup>C</sup>
	Tamr	62,08% ± 1,31 <sup>C</sup>	03,53% ± 0.01 <sup>C</sup>	65,62% ± 1,16 <sup>A</sup>
Mech. DG	Kimri	06,98% ± 0.02 <sup>A</sup>	02,32% ± 0,06 <sup>A</sup>	09,30% ± 0,05 <sup>A</sup>
	Khalal	05,95% ± 0.21 <sup>B</sup>	29,45% ± 0,22 <sup>A</sup>	35,40% ± 0,19 <sup>D</sup>
	Routab	09,95% ± 0.04 <sup>B</sup>	45,45% ± 1,08 <sup>D</sup>	55,40% ± 0,41 <sup>D</sup>
	Tamr	17,40% ± 1,15 <sup>B</sup>	52,26% ± 1.23 <sup>D</sup>	69,66% ± 1,00 <sup>C</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

D'après les résultats donnés au tableau 6.10, nous remarquons que la composition et la teneur en sucres des dattes, changent en fonction de la variété et le stade de maturation.

La teneur en sucre totaux augmente pour l'ensemble des variétés étudiées au cours de la maturation. Au stade Kimri cette teneur varie de  $09,30\% \pm 0,05$  à  $11,13\% \pm 0,08$  % MS, alors qu'au stade Tamr ces valeurs sont comprises entre  $53,10\% \pm 0,10$  et  $69,66\% \pm 1,00$  % MS.

Les différences de la teneur en sucres totaux entre les variétés deviennent significatives ( $P < 0,05$ ) à partir du stade Khalal.

La plus faible teneur en sucres totaux a été enregistrée par la variété Mech Deglet au stade Kimri  $09,30\% \pm 0,05$  de la matière sèche, tandis que la plus forte teneur a été marquée par la même variété au stade Tamr  $69,66\% \pm 1,00$  de la matière sèche.

Ces résultats sont proches de ceux rapportés précédemment sur différentes variétés de datte [45, 2, 42]. Ahmed *et al.* [12] ont constaté que la teneur en sucres totaux dans 12 différentes variétés de dattes cultivées dans les Emirats Arabes Unis variait de 44,3 à 64,1 g / 100 g MS au stade Tamar.

La teneur en sucre réducteurs change de  $08,12\%$ - $36,41\%$  ;  $09,25\%$ - $16,98\%$  ;  $08,12\%$ - $62,08\%$  et  $06,98\%$  - $17,40\%$  MS respectivement pour les variétés Degla Beida, Deglet Nour Ghars et Mech Degla durant la maturation.

Au cours du développement et maturation, la variété Ghars montre une forte teneur en sucres réducteurs ( $62,08\% \pm 1,31$ ) comparée aux autres variétés. L'augmentation de la teneur en sucres réducteurs est bien remarquée en passant du stade Routab au stade Tamr ; ceci peut être dû à la croissance de l'activité enzymatique d'invertase [137,138].

Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Rastegar *et al.* [42], sur trois variétés de dattes iraniennes (shahani, Piarom et deiry) qui ont montré une teneur en sucres réducteurs au stade Tamr comprise entre  $52,6\% \pm 1$  et  $63,3\% \pm 0,2$ .

La teneur en saccharose est en corrélation négative avec la teneur en sucres réducteurs, la teneur la plus élevée a été enregistrée par la variété Mech Degla ( $52,26\% \pm 1.23$ ), tandis que la plus faible teneur a été signalée pour la variété Ghars ( $03,53\% \pm 0.01$ ). Ces résultats se rapprochent globalement des résultats rapportés par El Arem *et al.* [2].

L'absence de saccharose dans certaines variétés peut s'expliquer par des facteurs génétiques et environnementaux qui peuvent influencer sur la composition qualitative et quantitative de la fraction glucidique par modification de l'activité enzymatique impliqué dans les processus de synthèse et dégradation des sucres [42].

#### 6.2.9. Chromatographie sur couche mince (CCM)

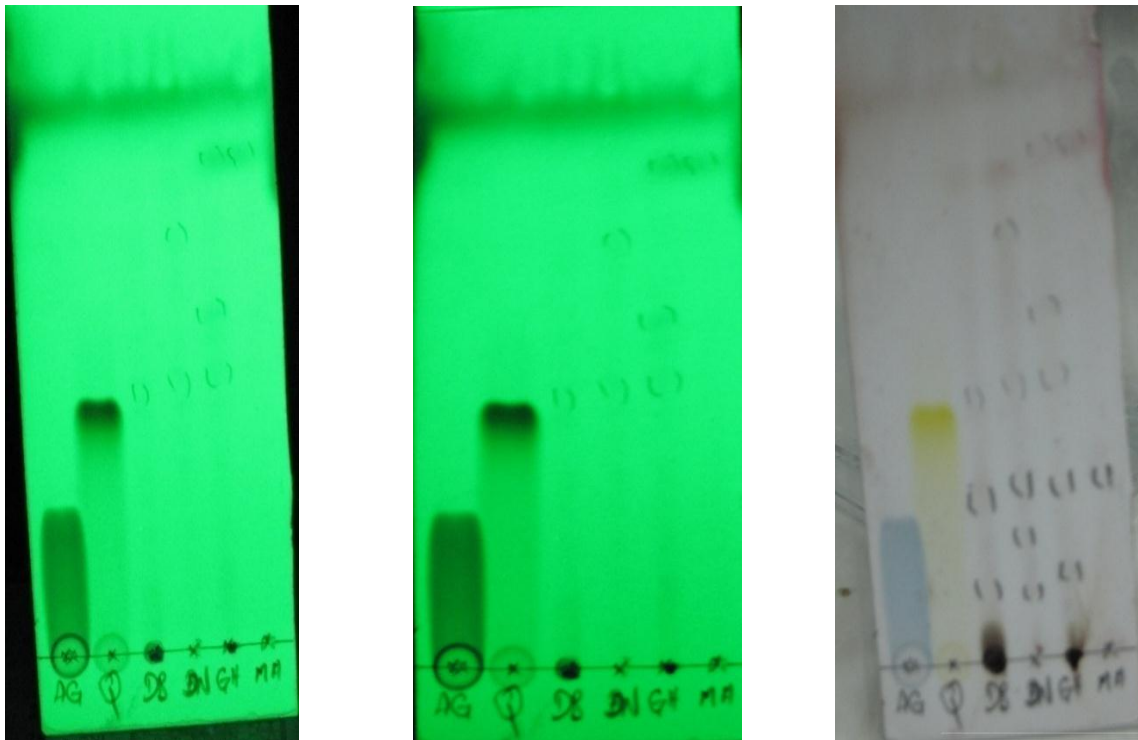


Figure 6.6 : Chromatogrammes des différents extraits bruts obtenus par CCM.

Par ses faibles contraintes techniques, son emploi simple et son cout modeste, la CCM est un outil de choix pour l'analyse phytochimique de routine d'extraits bruts, de fractions, ainsi que de produits purs isolés [145].

Les chromatogrammes ainsi obtenus comportent une série des spots ; l'identification des composés était basée sur la comparaison entre les Rf, et la couleur observée sous UV de chaque spot avec celles des étalons. Suite au nombre très réduit des étalons, on s'est arrêté à l'identification de principaux composés des classes phénols simples et flavonoïdes.

Les chromatogrammes révèlent que les quatre variétés contiennent principalement de la Quercétine, faisant partie des classes des flavonoïdes et de l'acide gallique faisant partie des classes phénols simples. notons aussi que sous UV, on constate l'apparition de petites tâches de couleurs variables, qu'on a qualifié de composés appartenant de la famille des polyphénols, mais que nous n'avons pas pu identifier. Nous constatons aussi que certaines tâches sont communes entre tous les stades alors que les certaines autres sont caractéristiques de chaque stade, ce qui pourrait signifier que l'évolution des polyphénols est aussi bien qualitative que quantitative.

#### 6.8. Teneur en polyphénols

La figure 6.7 ci-dessous représente les teneurs en polyphénols de différentes variétés de dattes étudiés, au cours de la maturation. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique/ 100 g MS et rapporté dans le tableau 6.11 (Appendice C).

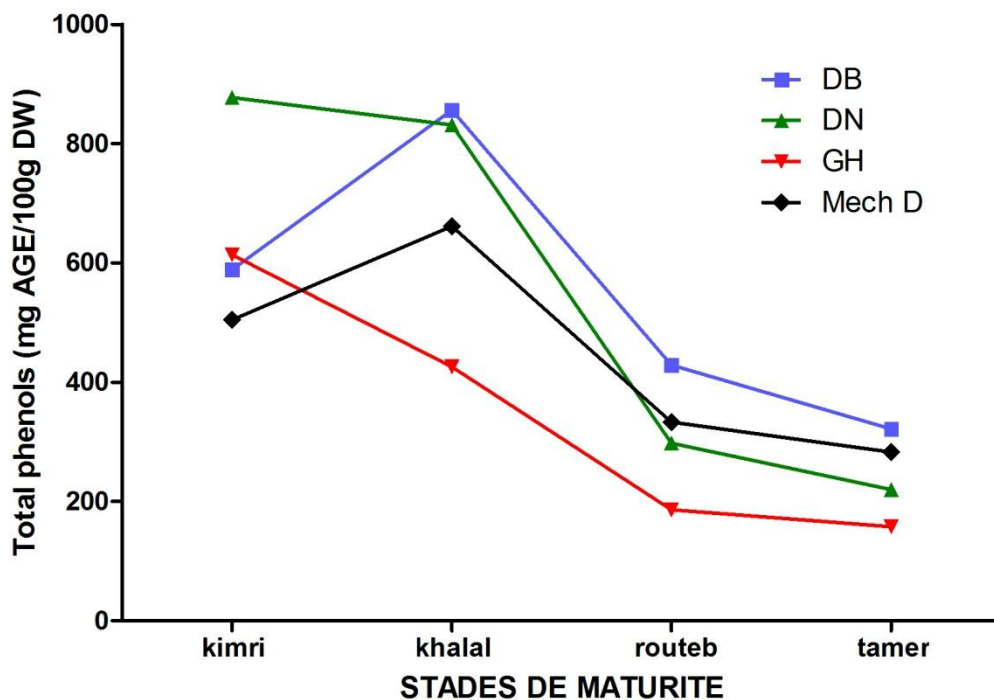


Figure 6.7 : Evolution de la teneur en polyphénols (mg eqAG / 100g MS) pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.

La teneur en polyphénols, pour les variétés Degla Beida et Mech Degla augmente en passant de stade Kimri au Khalal, puis elle diminue au cours du reste des stades de maturation ; cependant, celle-ci dans les deux variétés Deglet Nour et Ghars diminue graduellement au cours de la maturation.

Au stade Kimri, la teneur en polyphénols varie entre 504,54 et 877,24 mg eqAG/ 100 g MS, alors qu'au stade Tamr atteint des valeurs qui comprise entre 157,45 et 321,83 mg eqAG/100 g MS. La teneur la plus forte a été marquée par la variété Deglet Nour au stade Kimri (877,24 mg eqAG/ 100 g MS) tandis que la plus faible teneur a été marquée par Ghars au stade Tamr (157,45 mg eqAG/ 100 g MS).

Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées par Awad *et al.* [46] qui signalent des valeurs variées de 30 mg à 180mg/100g MS durant la maturation de la variété Medjool, et inférieure à celles de Shahdadi *et al.* [140] qui donnent des valeurs

comprises entre 800 mg et 1100 mg eqAG/ 100 g MS pour deux variétés de dattes iraniennes au cours de la maturation.

L'influence du stade de maturité se traduit par la diminution progressive de la teneur en polyphénols, ce phénomène est expliqué par la synthèse active des polyphénols qui a lieu après la pollinisation durant la phase de division cellulaire, puis elle diminue à partir de la phase de croissance cellulaire [141]; alors que la diminution de la teneur en polyphénols pendant la maturation peut être due à l'action des polyphénol oxydases (PPO) et des peroxydases (POD), plusieurs études ont reporté qu'il y a une corrélation entre les taux des polyphénols et l'activité enzymatique des PPO durant la maturation ; Gooding *et al.* [142] ont montré que l'activité enzymatique des PPO dans les fruits de bananier diminue en fonction de stade de maturité. En plus, Ayaz *et al.* [143] ont montré qu'il y a une diminution de la teneur en polyphénols ainsi que l'activité enzymatique des PPO au cours de trois stades de maturité des nèfles.

Les différences de teneurs en polyphénols résultent de l'effet d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont :

- Les facteurs climatiques et environnementaux : la lumière, les précipitations, la topographie, la saison et le type de sols [144].
- Le patrimoine génétique : la concentration des polyphénols est très variable d'une espèce à une autre et d'une variété à autre et diminue régulièrement durant la maturation ainsi que la période de récolte et le stockage par différentes voies du brunissement [145].
- La méthode d'extraction et la méthode de quantification [146].

Toutefois, les résultats du dosage des composés phénoliques n'indiquent pas les valeurs exactes des teneurs en polyphénols, puisque malgré sa grande sensibilité, la méthode Folin-Ciocalteu peut présenter des problèmes d'interférence, en effet le réactif Folin-Ciocalteu peut réagir avec les acides aminés (tyrosine, tryptophane), les sucres réducteurs comme le glucose et le fructose [147].



### 6.9. Teneur en flavonoïdes

Le tableau ci-dessous représente les teneurs en flavonoïdes des différents extraits des variétés de dattes au cours de la maturation. Les résultats sont exprimés en mg eqQ / 100g MS.

Tableau 6.12 : Teneur en flavonoïdes (mg eqQ / 100g MS) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	118,67±1,82 <sup>A</sup>	138,27±1,16 <sup>B</sup>	78,64±2,14 <sup>C</sup>	98,27±1,23 <sup>D</sup>
Khalal	153,36±1,56 <sup>A</sup>	106,39±1,32 <sup>B</sup>	51,27±0,84 <sup>C</sup>	117,33±1,74 <sup>D</sup>
Routab	83,49±0,58 <sup>A</sup>	43,25±0,42 <sup>B</sup>	28,11±0,31 <sup>C</sup>	61,06±0,61 <sup>D</sup>
Tamr	62,45±0,12 <sup>A</sup>	31,83±0,17 <sup>B</sup>	19,34±0,25 <sup>C</sup>	49,68±0,09 <sup>D</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05)

Généralement la teneur en flavonoïdes diminue au cours de la maturation, à l'exception d'une augmentation enregistré dans le passage Kimri-khalal pour les deux variétés Degla Beida et Mech Degla, suivie d'une diminution au cours du reste de stades de maturation.

La teneur la plus élevée a été enregistrée par la variété Degla Beida au stade Kimri (153,36mg eqQ / 100g MS), tandis que la teneur la plus faible a été enregistrée par la variété Ghars au stade Tamr (19,34 mg eqQ / 100g MS).

Nos valeurs sont supérieures à ceux trouvée par Guizani *et al.* [147], qui sont de l'ordre de 34 à 66 mg Catéchine equiv / 100g pour quelques variétés de datte Omanaise.

Benmeddour *et al.* [126] au stade Tamr, ont trouvé des valeurs assez proche de nos résultats qui sont 72,77 mg eqQ / 100g, 15,22 mg eqQ / 100g et 45 mg eqQ / 100g MS respectivement pour Degla Beida, Deglet Nour et Mech Degla.

### 6.10. Teneur en vitamine C

Les résultats obtenus sur les teneurs en vitamine C des différentes variétés de dattes étudiés sont illustrés dans la figure 6.8 et rapporté dans le tableau 6.13 (Appendice C).

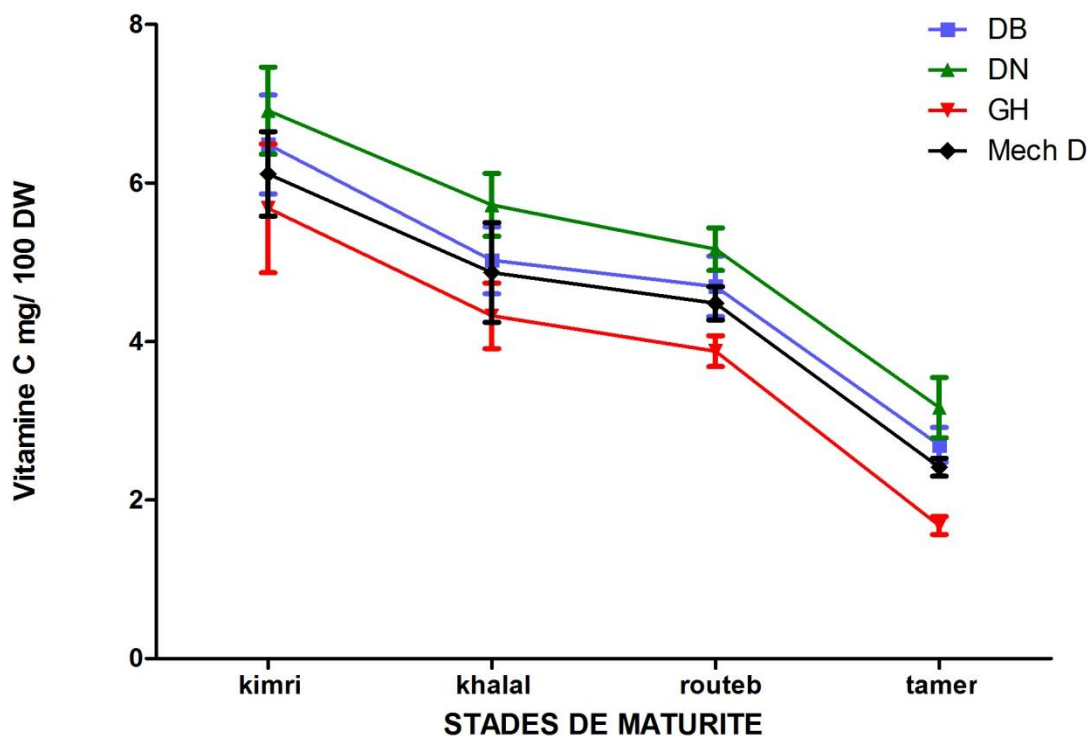


Figure 6.8 : Evolution de la teneur en vitamine C pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.

La teneur en vitamine C diminue au cours du développement et maturation pour l'ensemble des variétés de dattes étudiées. La teneur en vitamine C varié de 5,68 mg/100g MS à 6,91 mg/100g MS au stade Kimri ; et de 1,67 mg/100g MS à 3,16 mg/100g MS au stade Tamr. La variété Deglet Nour a enregistré les teneurs les plus élevée au cours des différents stades de maturation, alors que la variété Ghars a enregistré les teneurs les plus faibles au cours des différents stades de maturation.

Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Al-Qurashi *et al.* [8] sur une variété d'Arabie Saoudite (Helali) qui a montré des teneurs en vitamine C comprises entre 7.74 mg/100 g MS et 14.82 mg/100 g MS. Cependant Favier *et al.* [149] et Bessas

[150] au stade Tamr, citent des valeurs proches de nos valeurs « de 2mg à 5mg/100g de dattes ».

### 6.11. Teneur en caroténoïdes totaux

Les résultats obtenus sur les teneurs en caroténoïdes totaux des différentes variétés de dattes étudiés sont illustrés dans la figure 6.9 et rapporté dans le tableau 6.14 (Appendice C).

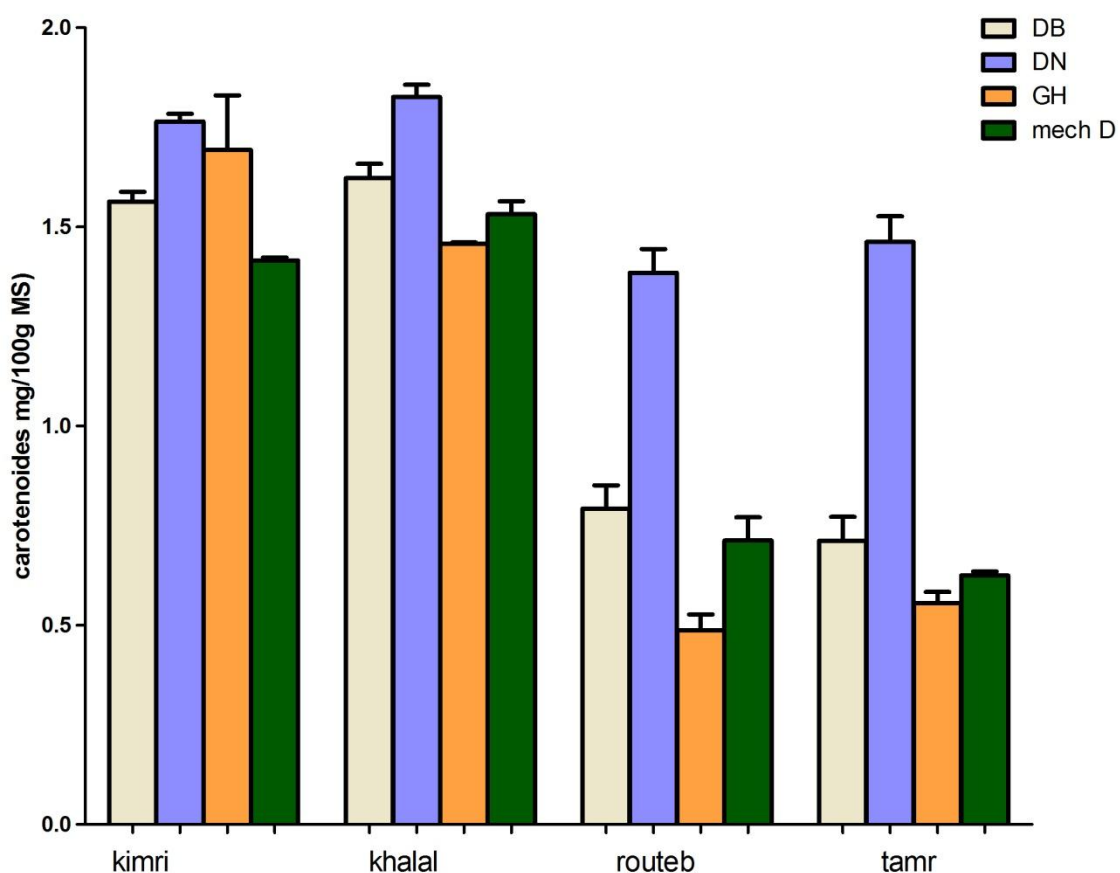


Figure 6.9 : Evolution de la teneur en caroténoïdes totaux pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.

La teneur en caroténoïdes totaux exprimée en mg/100g MS pour l'ensemble de variétés étudiés, oscille entre [1,416 - 1,765] au stade Kimri, et entre [0,556-1,462] au stade Tamr ; une diminution significative de la teneur en caroténoïdes totaux au

cours de la maturation est constatée. La variété Deglet Nour a enregistré des teneurs élevées en caroténoïdes totaux par rapport aux autres variétés, dont les teneurs sont  $1,765 \pm 0,082$  ;  $1,826 \pm 0,014$  ;  $1,385 \pm 0,087$  ;  $1,462 \pm 0,016$  respectivement pour les stades Kimri, Khalal, Routab, Tamr. Alors que la variété Ghars a enregistré les teneurs les plus faibles (à l'exception au stade Kimri) dans les valeurs sont :  $1,694 \pm 0,045$  ;  $1,458 \pm 0,084$  ;  $0,487 \pm 0,097$  ;  $0,556 \pm 0,025$  mg/100g MS.

De même, il a été observé une légère augmentation de la teneur en caroténoïdes totaux, pour les deux variétés Deglet Nour et Ghars en passant du stade Routab au stade Tamr ; ceci n'est pas due à une nouvelle activité de biosynthèse mais plutôt à la diminution de la teneur en eau dans le fruit à ce stade [29].

Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées par Boudries *et al.* [29] qui s'étend dans la gamme 61.7 -167, 32.6-672, et 37.3-773  $\mu\text{g} / 100\text{g}$  du dans Deglet Nour, Tantebouchte et Hamraya respectivement pour les stades de maturation (Khalal, Routab et Tamar), et inférieur à ceux de Al-Farsi *et al.* [74], qui donnent des valeurs comprises entre 1,31 et 3,30 mg / 100 g MF pour trois variétés de dattes omanaises (Fard, Khasab et Khalas).

### 6.3. Evaluation des activités biologiques

#### 6.3.1. Activité antioxydante

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode universelle, unique et fiable traduisant la capacité antioxydante. En effet, pour juger de l'effet antioxydant global d'un extrait d'une ressource végétale ou alimentaire, l'utilisation de plusieurs tests d'activité est nécessaire [151].

Beaucoup de tests standardisés évaluant l'activité antioxydant sont simples, peu coûteux et rapides à mettre en œuvre. Les tests DPPH, test de blanchissement du  $\beta$ -carotène, et FRAP ont été retenus dans le cadre de cette étude. Des modifications ont été, cependant, apportées afin de les optimiser et de les adapter à notre étude.

### 6.3.1. Résultats du test de blanchissement du $\beta$ - carotène (the bleaching test)

Les résultats obtenus sur l'évaluation de l'activité antioxydante par le test de blanchissement du  $\beta$ -carotène, sur des différentes variétés de dattes étudiées sont illustrés dans la figure 6.10 et rapporté dans le tableau 6.15 (Appendice C).

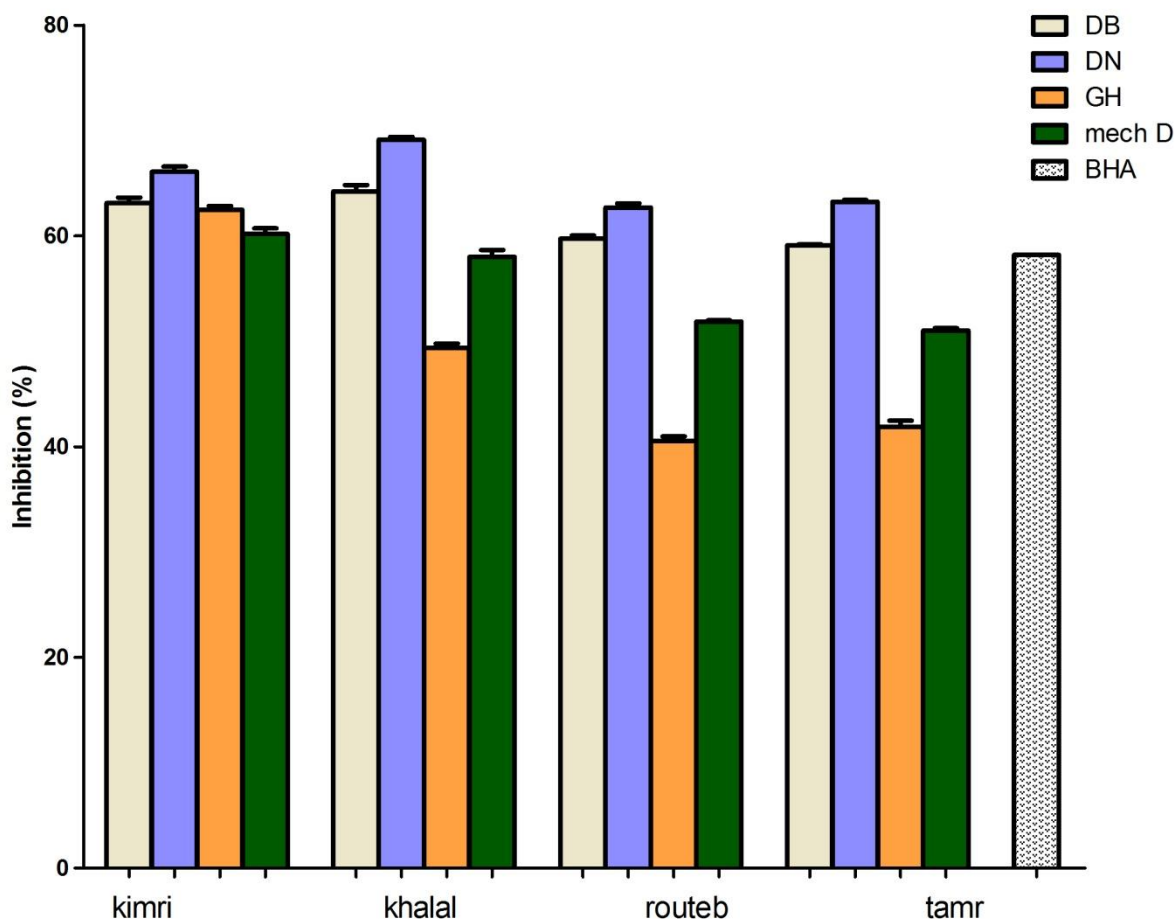


Figure 6.10 : Evolution de l'activité antioxydante exprimée en pourcentage d'inhibition pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.

Dans ce test, l'oxydation de l'acide linoléique ( $C_{18} : 2\Delta^{9, 12}$ ) génère des radicaux peroxydes suite à l'abstraction des atomes d'hydrogène à partir de groupements méthylènes de l'acide linoléique [152]. Ces radicaux libres vont par la suite oxyder la  $\beta$ -carotène hautement insaturée, entraînant ainsi la disparition de sa couleur jaune, qui est suivie spectrophotométriquement à 490 nm. Cependant, la

présence d'un antioxydant pourrait neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique et donc prévenir l'oxydation et le blanchissement du  $\beta$ -carotène.

D'après les résultats, on constate que tous les extraits testés, et le BHA inhibent l'oxydation couplée de l'acide linoléique et du  $\beta$  carotène, au stade Kimri l'activité antioxydante (inhibition%) oscille entre 60,17-66,08% des valeurs qui sont nettement supérieur au control positif BHA (58,20%); une légère augmentation s'établit au stade Khalal, dans le taux le plus élevé a été enregistré par Deglet Nour 69,14%, suivi par Degla Beida (64,23%), Mech Degla (58,02%), et Ghars (49,38%). Au stade Routab une forte diminution de l'activité antioxydante a été constatée, la variété Deglet Nour a marqué le taux le plus élevé (62,69%), alors que le taux le plus faible a été enregistré par la variété Ghars (40,53%).

Au stade Tamr, les valeurs de l'activité antioxydante (inhibition %) sont proches de celles du stade Routab pour l'ensemble des variétés étudiées ; dans l'ordre décroissant est Deglet Nour (63,24%), Degla Beida (59,11%), BHA (58,20%), Mech Degla (51,02%) et Ghars (41,87%).

Ben Abbes [153], réalisant le même test sur l'extrait éthanoïque de Deglet Nour au stade Tamr, a donné une valeur de l'activité antioxydante (inhibition %) de 33.66%, résultat qui est inférieure du notre résultat. Selon Haddadi [154], plusieurs facteurs semblent moduler les résultats d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique, à savoir la nature liposoluble ou hydrosoluble des antioxydants, ainsi leurs concentrations.

De plus, Ferreria *et al.* [155] ont remarqué que le test d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique couplée à celle du  $\beta$ -carotène, parait très utile comme un modèle mimétique de la peroxydation des lipides dans les membranes biologiques.

### 6.3.2. Résultats du piégeage du radical libre DPPH<sup>•</sup> (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl)

Les résultats obtenus sur l'évaluation de l'activité antioxydante par le Piégeage du radical libre DPPH<sup>•</sup> (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), sur des différentes variétés de

dattes étudiées sont illustrés dans la figure 6.11 et rapporté dans le tableau 6.16 (Appendice C).

L'activité antioxydante, pour les variétés Degla Beida et Mech Degla augmente en passant de stade Kimri au Khalal, puis elle diminue au cours du reste des stades de maturation ; cependant, celle-ci dans les deux variétés Deglet Nour et Ghars diminue graduellement au cours de la maturation.

Au stade Kimri, l'activité antioxydante variée entre 72,14% et 86,27%, alors qu'au stade Tamer elle atteint des valeurs qui sont comprises entre 59,11% et 65,49%. Le taux le plus élevé a été marqué par la variété Deglet Nour au stade Kimri (86,27%) tandis que le plus faible taux a été noté pour Ghars au stade Tamer (59,11%).

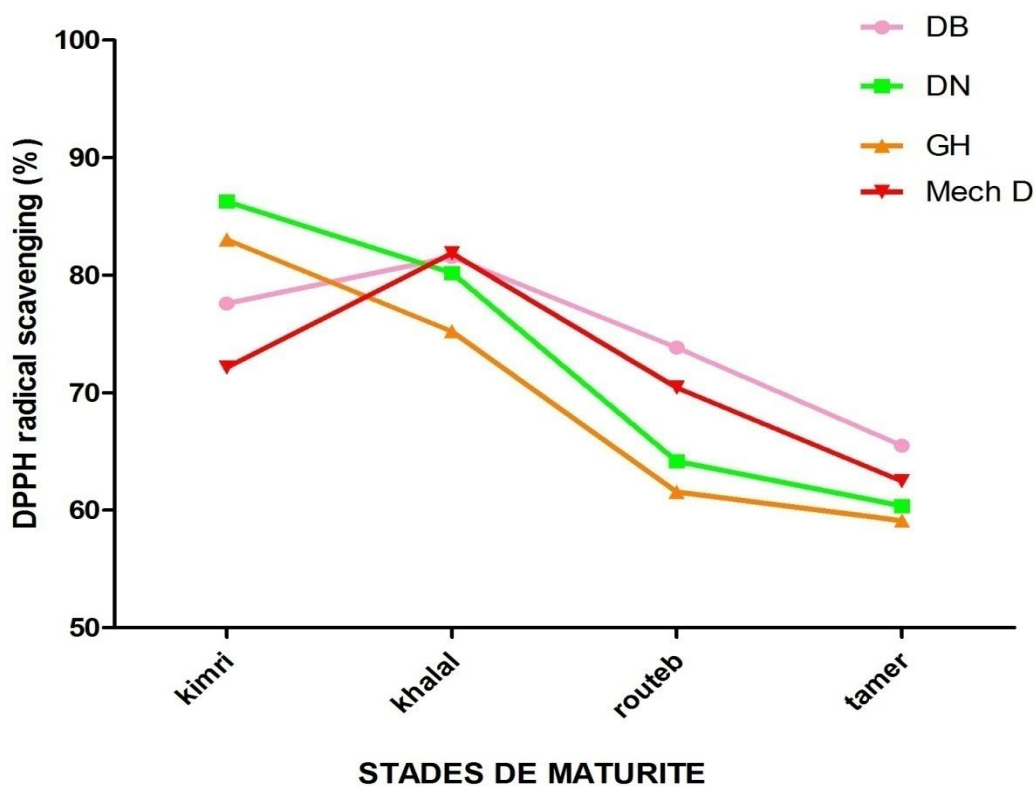


Figure 6.11 : Evolution de pouvoir radicalaire pour les différentes variétés au cours du développement et maturation.

La capacité antioxydante, tel que mesuré par piégeage des radicaux DPPH%, a diminué généralement au cours des différents stades de maturation (Kimri, Khalal, Routab et Tamr) (figure 6.11.).

La forte corrélation observée entre l'évolution de la capacité antioxydante et celle des polyphénols totaux au cours de la maturation, dans la plupart des cultivars suggère une forte contribution de ces composés dans la capacité antioxydante totale. Plusieurs études ont rapporté des corrélations positives entre la capacité antioxydante et la concentration totale en polyphénols dans les dattes [65, 156], et dans d'autres fruits [157, 158, 159]. Cependant, Yu *et al.* [160] n'ont trouvé aucune corrélation significative entre la concentration totale entre les composés phénoliques et la capacité de piégeage des radicaux libres (DPPH%) dans des échantillons de céréales. Ceci s'explique probablement, par le fait que les différents composés phénoliques ont des réponses différentes à la méthode de Folin-Ciocalteu [161].

Ces valeurs sont proches de celles trouvées par Awad *et al.* [46] qui se situent entre 56% et 88% pour la variété Helali (variété de datte d'Arabie saoudite), et de celles de Guizani *et al.* [148], qui donnent des valeurs comprises entre 62,5% et 72% pour trois variétés de dattes omanaises (Fardh, Khasab et Khalas).

### 6.3.3. Résultats de la réduction du fer : FRAP (Ferric reducing antioxidant power)

Le pouvoir réducteur, est l'un des mécanismes utilisé pour évaluer la capacité antioxydante, il repose sur la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique ( $Fe^{3+}$ ) présent dans le complexe  $K_3Fe(CN)_6$  en fer ferreux ( $Fe^{2+}$ ).

Le tableau ci-dessous représente le pouvoir réducteur de différentes variétés de dattes au cours de la maturation. Les résultats sont exprimés en mg eqAG / 100g MS.



Tableau 6.17 : Activité antioxydante (mg eqAG / 100g MS) de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	421,50±2,87 <sup>A</sup>	310,76±8,47 <sup>B</sup>	306,55±5,13 <sup>B</sup>	317,72±8,42 <sup>B</sup>
Khalal	447,37±3,03 <sup>A</sup>	289,70±7,71 <sup>B</sup>	253,70±5,04 <sup>C</sup>	334,47±5,84 <sup>D</sup>
Routab	402,38±6,07 <sup>A</sup>	213,53±7,95 <sup>B</sup>	197,07±3,58 <sup>B</sup>	292,41±4,45 <sup>C</sup>
Tamr	389,22±6,52 <sup>A</sup>	252,50±8,94 <sup>B</sup>	237,25±5,93 <sup>B</sup>	271,70±7,70 <sup>B</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05)

Généralement, le pouvoir réducteur diminue au cours de la maturation, à l'exception d'une augmentation enregistré dans le passage Kimri-khalal pour les deux variétés Degla Beida et Mech Degla, suivie d'une diminution au cours du reste de stades de maturation.

Le taux le plus élevé a été enregistré par la variété Degla Beida au stade Khalal (447,37 mg eqAG / 100g MS), tandis que le taux le plus faible a été enregistré par la variété Ghars au stade Routab (19,34 mg eqAG / 100g MS). Au cours de différents stades de maturation, la variété Degla Beida a enregistré les taux les plus élevés, suivie par Mech Degla, Deglet Nour, et enfin la variété Ghars.

Benmeddour *et al.* [126], au stade Tamr ont trouvé des valeurs assez proches de nos résultats qui sont 420 mg eqAG / 100g MS, 376 mg eqAG / 100g MS et 272 mg eqAG / 100g MS ; respectivement pour les variétés Degla Beida, Deglet Nour et Mech Degla.

### 6. 3.2. Résultats des activités antibactérienne et antifongique

#### 6. 3.2.1. Activité antibactérienne

Les activités antibactériennes des différents extraits ont été dépistées selon la méthode de diffusion en milieu solide. Cette activité a été révélée sur trois souches

bactériennes de référence (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922).

#### Diamètre des zones d'inhibition donné par les disques d'antibiotiques

Les diamètres des zones d'inhibitions des antibiotiques sur les différentes souches utilisées sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6.18: Diamètres moyens des zones d'inhibition (en mm) obtenus avec les disques d'antibiotiques.

	AMP	CTX	OFX	TE	SP
<i>Escherichia coli</i> ATCC25922	21,67	26,32	33,00	14,0	9,5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC27853	6,33	20,43	18,5	7,5	7,33
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	25,08	36,65	37,33	14,33	12,67

La bactérie *Escherichia coli* est sensible à l'ampicilline, la Cefotaxime et l'Ofloxacin avec des diamètres de zones d'inhibition de 21.67 , 26.32 et 33 mm respectivement, alors qu'elle est plus au moins résistante à la Ticarciline avec un diamètre de 14 mm et à la Spiramycine avec un diamètre de 9.5mm.

*Pseudomonas aeruginosa* qui est une bactérie Gram -, a montré une résistance à trois antibiotiques en occurrence l'Ampicilline (6.33mm), Ticarciline (7.5mm) et Spiramycine (7.33mm) alors que l'Ofloxacin et la Céfoxitine ont manifesté un effet bactéricide avec 18.5 et 20.43mm respectivement.

*Staphylococcus aureus* qui est une bactérie Gram +, est la souche la plus sensible aux différents antibiotiques surtout la Cefotaxime (36.65mm) et l'Ofloxacin (37.33mm).

Parmi les antibiotiques testées, l'Ampicilline a montré un effet inhibiteur envers *E. coli* et *S. aureus* alors que *P. aeruginosa* a montré une certaine résistance envers cet antibiotique. La Ticarciline et la Spiramycine ont manifesté un effet inhibiteur sur les bactéries, inférieur à ceux manifestés par les autres antibiotiques.

#### Diamètre des zones d'inhibition donné par les différents extraits

Les diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes étudiées obtenus avec les extraits de dattes sont indiqués dans les tableaux (6.19 à 6.21).

- Avec *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853

Tableau 6.19: Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits (en mm) obtenus avec *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	23,10±0,05 <sup>A</sup>	11,28±0,19 <sup>B</sup>	18,26±0,13 <sup>C</sup>	14,37±0,18 <sup>D</sup>
Khalal	22,69±0,07 <sup>A</sup>	13,27±0,22 <sup>B</sup>	21,46±0,26 <sup>C</sup>	14,35±0,26 <sup>D</sup>
Routab	22,12±0,02 <sup>A</sup>	15,47±0,26 <sup>B</sup>	24,44±0,10 <sup>C</sup>	15,35±0,10 <sup>B</sup>
Tamr	20,08±0,03 <sup>A</sup>	14,44±0,34 <sup>B</sup>	18,29±0,14 <sup>C</sup>	13,15±0,10 <sup>D</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05)

- Avec *Escherichia coli* ATCC25922

Tableau 6.20 : Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits (en mm) obtenus avec *Escherichia coli* ATCC25922.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	/	7,15±0,18	/	/
Khalal	/	7,50±0,15	/	/
Routab	7,25±0,5 <sup>A</sup>	8,50±0,26 <sup>B</sup>	8,25±0,28 <sup>B</sup>	7,42±0,08 <sup>A</sup>
Tamr	7,00±0,17 <sup>A</sup>	7,25±0,09 <sup>A</sup>	7,55±0,18 <sup>B</sup>	8,18±0,08 <sup>B</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes ( $P < 0,05$ )

- Avec *Staphylococcus aureus* ATCC25923

Tableau 6.21 : Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits (en mm) obtenus avec *Staphylococcus aureus* ATCC25923.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	/	/	/	/
Khalal	7,25±0,26 <sup>A</sup>	/	7,55±0,30 <sup>A</sup>	/
Routab	8,55±0,31 <sup>A</sup>	8,00±0,26 <sup>A</sup>	8,25±0,18 <sup>A</sup>	8,45±0,26 <sup>A</sup>
Tamr	8,50±0,26 <sup>A</sup>	7,50±0,36 <sup>B</sup>	7,25±0,26 <sup>B</sup>	7,05±0,26 <sup>B</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes ( $P < 0,05$ )

D'après les résultats obtenus, on constate que les différents extraits au cours de différents stades de maturation présentent une activité antibactérienne avérée pour certaines souches, moindre ou nulle pour d'autres.

Tous les extraits testés ont enregistré une activité antibactérienne forte contre la souche *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853 ; cependant la souche *Escherichia coli* ATCC25922 était plus au moins résistante aux différents extraits testés.

Généralement, au stade Kimri les deux souches bactériennes *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* étaient résistantes pour l'ensemble des extraits de datte à l'exception de la variété Deglet Nour qui a montré une activité antibactérienne (le diamètre de la zone d'inhibition 7,15 mm). Cependant *Pseudomonas aeruginosa* était plus sensible que les autres bactéries, dont la plus grande zone d'inhibition a été enregistrée par la variété Degla Baida (23,10 mm), tandis que la variété Deglet Nour a marqué la plus petite zone d'inhibition (11,28 mm).

Les extraits méthanoliques des quatre variétés étudiées (Degla Baida, Deglet Nour, Ghars et Mech Degla) dans le stade Khalal ont montré une activité antibactérienne pour la souche *Pseudomonas aeruginosa* (dans le diamètre de la zone d'inhibition

est : 22.69, 13.27, 21.46, et 14.35 mm respectivement), alors que pour le même stade, la souche *Staphylococcus aureus* était sensible seulement pour les deux extraits Degla Baida et Ghars dans le diamètre de la zone d'inhibition est 7,25 mm 7,55 mm respectivement ; également, *Escherichia coli* était résistante pour l'ensemble des extraits testés à l'exception de Deglet Nour qui a montré une activité antibactérienne (7.50 mm).

Au stade Routab, tous les extraits testés montrent une activité antibactérienne vis à vis des souches testées ; la souche *Pseudomonas aeruginosa* était toujours sensible aux extraits, la plus grande zone d'inhibition a été enregistrée par la variété Ghars (24,44 mm), tandis que la plus petite zone d'inhibition a été marquée par la variété Mech Degla (15.35 mm). Pour *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*, les diamètres de la zone d'inhibition étaient assez proche pour l'ensemble des extraits testés, et la plus grande zone d'inhibition a été enregistré par Degla Baida (8,55 mm) pour la souche *Staphylococcus aureus* ; et la plus petite zone d'inhibition a été marquée par la même variété (7.25 mm) pour la souche *Escherichia coli*.

Au stade Tamr, les différents extraits de datte testés montrant constamment une activité antibactérienne, avec une diminution dans le diamètre de la zone d'inhibition par apport au stade Routab. Pour la souche *Pseudomonas aeruginosa*, la variété Degla Baida a marqué la plus grande zone d'inhibition (20,08 mm), alors que la variété Mech Degla a enregistré la plus petite zone d'inhibition (13,15 mm). Dans le cas *Escherichia coli* la variété Mech Degla a signalé la plus grande zone d'inhibition (8,18 mm) tandis que le reste montrait des zones d'inhibition assez proches ; Dans le cas de la souche *Staphylococcus aureus*, les trois extraits de Deglet Nour, Ghars et Mech Degla ont montré des zones d'inhibition comprises entre 7,05 mm et 7,50 mm, alors que celui de Degla Baida a marqué la plus grande zone d'inhibition (08,50 mm).

La comparaison des diamètres des zones d'inhibition données par les différents extraits de dattes testés, à ceux donnés par les antibiotiques appropriés indique que l'inhibition des souches étudiées par nos extraits est minime devant celle des antibiotiques ; sauf pour la souche *Pseudomonas aeruginosa*.

L'activité antibactérienne des extraits de datte peut être due au composé phénolique [162, 163]. Ces derniers diminuent au cours de la maturation [8, 39] ; alors ceci peut expliquer la diminution de l'activité antibactérienne au cours de la maturation.

Cowan [164] a rapporté que les différentes classes de polyphénols, essentiellement les tanins et les flavonoïdes peuvent augmenter la toxicité des extraits envers les microorganismes en fonction du site, la conformation spatiale et le nombre de groupement hydroxyles.

Cet effet est expliqué par l'inhibition de la prolifération des bactéries par la précipitation des protéines et/ou l'inhibition des enzymes de microorganismes [165, 166, 167].

Le mécanisme des effets antimicrobiens des polyphénols est sans doute très complexe, parmi les hypothèses avancées, on peut citer :

- Inhibition de la synthèse d'acide nucléique,
- altération des fonctions de la membrane cytoplasmique,
- Séquestration de substrats nécessaires à la croissance microbienne,
- Inhibition du métabolisme énergétique microbien [168].

Natarajan *et al.* [169] ; Fazeli *et al.* [170] ont montré que la méthode utilisée pour l'évaluation de l'activité antibactérienne influe sur les résultats .Ces auteurs ont constaté que la méthode de diffusion à partir des puits sur gélose est plus adaptée pour étudier l'activité des extraits aqueux et organiques que la méthode de diffusion en milieu gélosé.

#### 6. 3.2.2. Activité antifongique

Les tableaux ci-dessous représentent les diamètres d'inhibition des antifongiques et des extraits vis-à-vis les deux souches fongiques utilisées (*C. albicans* et *A. niger*):

Diamètres des zones d'inhibition donnés par les disques d'antifongiques

Tableau 6.22: Diamètres moyens des zones d'inhibition (en mm) obtenus avec les disques d'antifongiques.

	<i>C. albicans</i>	<i>A. niger</i>
Kétoconazole	15,2 ± 0,06	/
Conazole	/	18,2 ± 0,22

Diamètres des zones d'inhibition donnés par les extraits de dattes

- Avec *Candida albicans*

Tableau 6.23: Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits de dattes (en mm) obtenus avec *Candida albicans*.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	/	/	/	/
Khalal	/	/	6.83±0.06	/
Routab	6,65±0,13	/	/	/
Tamr	6,50±0,10 <sup>A</sup>	6.35±0.09 <sup>B</sup>	/	/

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05)

- Avec *Aspergillus niger*

**Tableau 6.24:** Diamètres moyens des zones d'inhibition des extraits de dattes (en mm) obtenus avec *Aspergillus niger*.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	/	7,58±0,18 <sup>A</sup>	7,12±0,03 <sup>A</sup>	/
Khalal	/	7,45±0,05 <sup>A</sup>	8,65±0,18 <sup>B</sup>	7,55±0,18 <sup>A</sup>
Routab	6,55±0,18 <sup>A</sup>	7,13±0,03 <sup>B</sup>	7,55±0,18 <sup>C</sup>	7,77±0,16 <sup>C</sup>
Tamr	6,30±0,15 <sup>A</sup>	6,35±0,17 <sup>A</sup>	6,52±0,13 <sup>A</sup>	7,32±0,08 <sup>B</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05)

L'analyse générale des tableaux 6.23 et 6.24 nous permet de constater que la totalité des extraits possèdent une activité antifongique plus au moins faible un sur les deux souches fongiques.

En effet, pour la souche *Candida albicans* ; les extraits de Mech Degla ne possèdent aucune activité antifongique, Ghars seulement au stade Khalal, Deglet Nour au stade Routab, et enfin Degla Beida qui possède pour les deux derniers stades de maturation Routab et Tamr dans le diamètre des zones d'inhibition sont 6,65mm, 6,50 mm respectivement.

Dans le cas de la souche *Aspergillus niger*, tous les extraits testés ont une activité antifongique à l'exception de Degla Beida pour les deux premiers stades (Kimri, Khalal), et Mech Degla pour le premier stade Kimri ; qui n'ont aucune activité vis-à-vis la souche testée. La plus grande zone d'inhibition a été enregistrée par la variété Ghars au stade Khalal (8,65 mm), tandis que la plus petite zone d'inhibition a été marquée par la variété Degla Baida au stade Tamr (6,30 mm) ; alors que le reste des extraits testés montrent des diamètres de la zone d'inhibition assez proches.



### 6.3.3. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

Les résultats obtenus sur la Concentration Minimale Inhibitrice ; déterminées par la méthode de micro dilution en milieu liquide, pour la *Pseudomonas aeruginosa* sont déduits dans la figure 6.12.

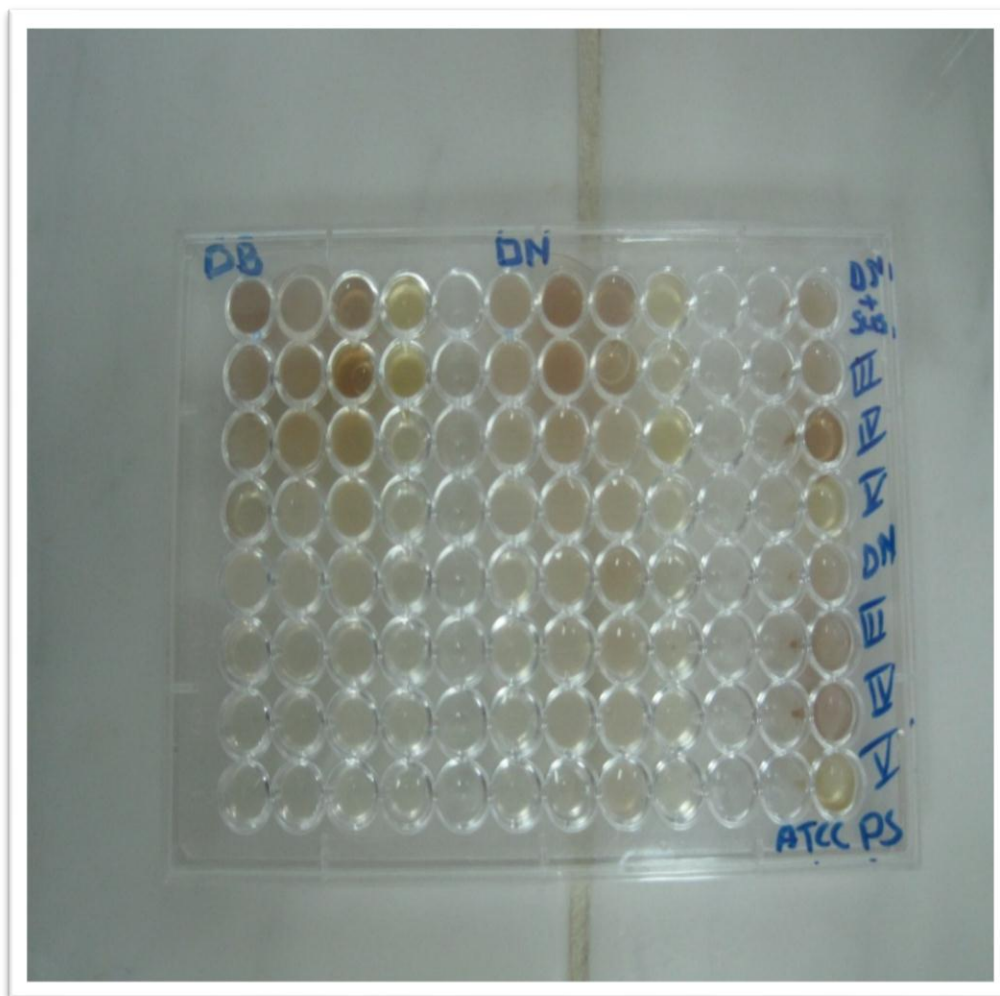


Figure 6.12 : Calcule du CMI pour différentes variétés de datte par la méthode de micro dilution.

Les résultats obtenus sur la Concentration Minimale Inhibitrice ; déterminées par la méthode de micro dilution en milieu liquide, pour la *Pseudomonas aeruginosa* est illustré dans le tableau 6.25.

Les résultats montrent que la souche *Pseudomonas aeruginosa* est sensible à la concentration la plus faible de l'extrait méthanolique Ghars aux stades Khalal et Routab (CMI de 18,75 mg / ml). Bien que celle soit sensible pour le reste des extraits testés à partir de 37,5 mg / ml. On constate que les CMI sont inversement proportionnelles aux diamètres des zones d'inhibition, obtenus avec la méthode des disques en milieu solide.

Tableau 6.25: La Concentration Minimale Inhibitrice (mg/ml).

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	37.5	37.5	37.5	37.5
Khalal	37.5	37.5	18,75	37.5
Routab	37.5	37.5	18,75	37.5
Tamr	37.5	37.5	37.5	37.5

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures  $\pm$  SD

Dhaouadi et al. [171] ont trouvé des valeurs de CMI d'extrait acétonique de sirop de datte tunisienne de 50 et 250  $\mu$ g/ml avec les souches de *S. aureus* ATCC 6538 et *P. aeruginosa* ATCC9027 respectivement. Des valeurs qui sont largement inférieur à nos résultats ; ceci peut être à l'origine d'autres facteurs tels que les méthodes d'extraction, préparation de l'extrait, solvant utilisé, et la souche testée.

## CONCLUSION

La présente étude a été menée sur quatre variétés de datte algérienne (Degla Baida, Deglet Nour, Ghars et Mech Degla), au cours de quatre stades de maturation (Kimri, Khalal, Routab, et Tamr) à travers une caractérisation morphologique et physico-chimique, une extraction et caractérisation des composés bioactifs avec évaluation de leurs activités biologiques. Au terme de notre recherche, nous pouvons conclure que :

Pour l'ensemble des variétés étudiées, la longueur et la largeur du fruit augmentent graduellement pour atteindre leur maximum au stade Routab, tandis que le poids du fruit et de la pulpe augmentent jusqu'au stade Khalal puis diminuent pour atteindre leur minimum au stade Tamr.

Généralement le stade Khalal était caractérisé par les plus grandes valeurs de dimensions et de poids. Durant tous les stades de maturation, la variété Deglet Nour avait presque les plus fortes valeurs.

Le rapport « pulpe/fruit » est un critère de caractérisation de la qualité des dattes ; au stade Tamr la pulpe représente environ 72,02 à 88,71% du poids de datte ; la variété Deglet Nour semble la meilleure (88,71%), suivie par Ghars (86,38%), Mech Degla (81,94%), et enfin Degla Beida (72,02%).

La teneur en matière sèche augmente au fur à mesure que les dattes murissent ; cette augmentation est due à la perte en eau et l'accumulation des sucres. Les deux variétés Degla Beida et Mech Degla marquent les teneurs les plus élevées.

La caractérisation physicochimique au cours de la maturation des quatre variétés de datte a montré que ces dernières présentent des valeurs proches de pH, d'acidité titrable, de protéines, et de cendres. En revanche, une différence remarquable est notée concernant leurs compositions en sucres (saccharose, sucres réducteurs).

Le criblage chromatographique des extraits a été effectuée pour séparer et identifier les différents constituants des extraits de dattes à différents stade de maturation ; bien que les résultats ne soient pas satisfaisants, ils peuvent servir de

base à des études ultérieures avec une gamme de solvants et de conditions plus appropriés liés au profil phénolique de datte au cours de la maturation.

Le suivi des antioxydants totaux au cours du développement et maturation par le dosage des polyphénols totaux, flavonoids, vitamine C, carotenoids totaux a montré que ces derniers diminuent au cours de la maturation.

Les tests au DPPH, Test de blanchissement du  $\beta$ - carotène, et la réduction du fer FRAP servant à évaluer l'activité antioxydante de nos extraits indiquent que les résultats n'étaient pas similaires pour les trois tests, ce qui prouve la présence de diverses molécules à activité biologique présentes dans les extraits. Généralement l'activité antioxydante pour l'ensemble des extraits, diminue au cours de la maturation, ce qui indique la présence d'une corrélation entre le pouvoir anti radicalaire des extraits et leurs teneurs en antioxydants totaux.

Les résultats obtenus de l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits, ont révélé une résistance de certaines souches bactériennes et paradoxalement une forte sensibilité d'autres souches en occurrence *Pseudomonas aeruginosa* qui, généralement, manifeste une résistance aux extraits de plantes, laissant penser la présence de substances douées d'activité antibiotique.

L'activité antifongique a été évaluée sur deux (02) souches fongiques (*Candida Albicans* et *Aspergillus Niger*), par la méthode de diffusion sur milieu gélosé, a montré que tous les extraits se sont révélés soit inactifs ou faiblement actifs avec des spectres d'inhibition faibles vis-à-vis des deux souches fongiques testées.

Ces résultats restant préliminaires, des études complémentaires approfondies touchant à l'identification des composés phénoliques par des méthodes plus performantes (HPLC, RMN, etc.) semblent être nécessaires.

## APPENDICES A

Les courbes d'étalonnages (1).

Tableau 5.1: Courbe d'étalonnage du sodium

Concentration (ppm)	2	4	8	16	32
Densité optique	0,07	0,12	0,20	0,32	0,47

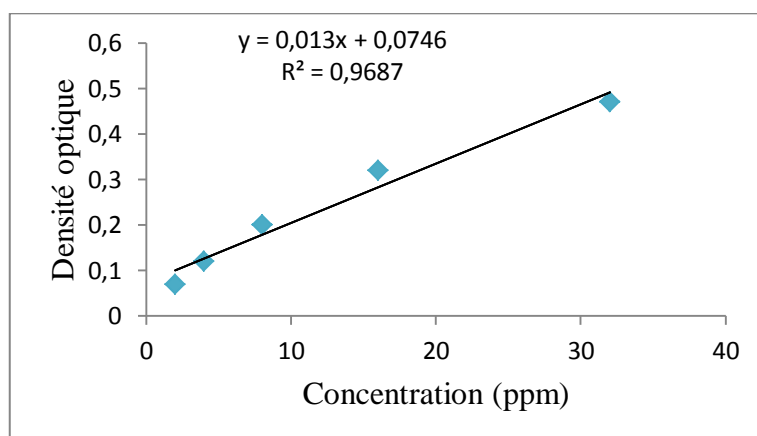


Figure 1 : Courbe d'étalonnage du sodium.

Tableau 5.2: Courbe d'étalonnage du potassium.

Concentration (ppm)	2	4	8	16	32
Densité optique	0,23	0,25	0,49	0,92	1,43

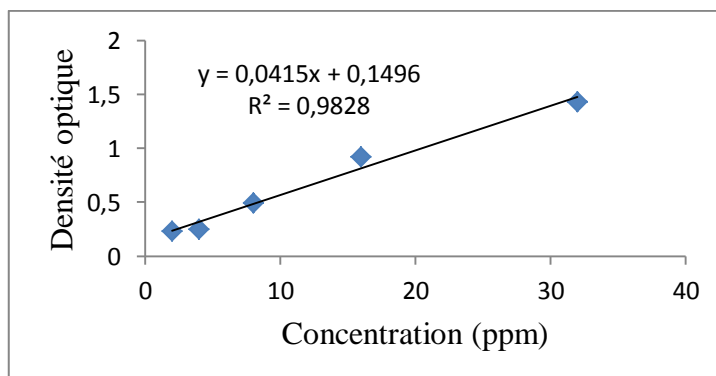


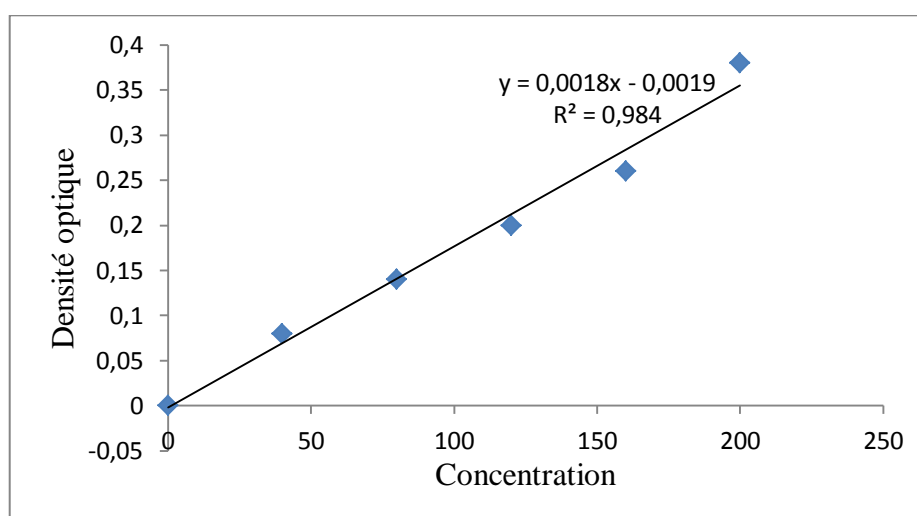
Figure 2 : Courbe d'étalonnage du potassium.

## APPENDICES A

### Les courbes d'étalonnages (2)

Tableau 5.3 : Courbe d'étalonnage des sucres totaux hydrosolubles

Concentration en ( $\mu\text{g}$ )	0	40	80	120	160	200
Densité optique	0	0,08	0,14	0,20	0,26	0,38



Courbe d'étalonnage du glucose à 0,01 %

### Préparation des solutions de Fehling :

#### Solution de Fehling A:

- $\text{CuSO}_4$  .....:40 g/l.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  : .....5 ml.
- Eau distillée : .....1000ml.

#### Solution de Fehling B :

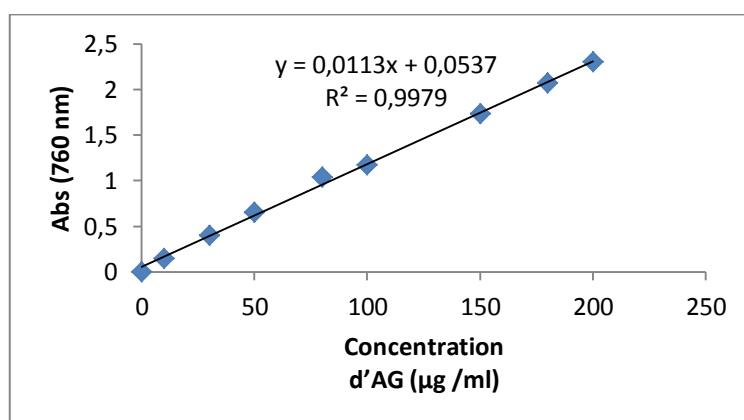
- Tartrate double de Na et de K.....200g.
- NaOH : .....375ml.
- Eau distillée. ....1000ml.

## APPENDICES B

### Les courbes d'étalonnages (1)

Tableau 5.4 : Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique.

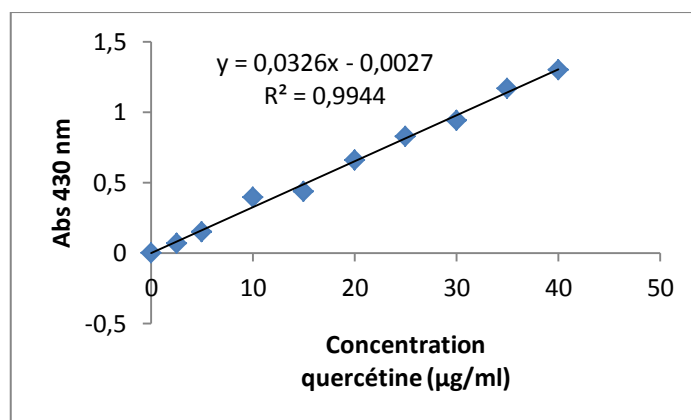
Concentration d'AG ( $\mu\text{g/ml}$ )	0	10	30	50	80	100	150	180	200
Abs (760 nm)	0	0,15	0,4	0,65	1,04	1,17	1,73	2,07	2,3



Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Tableau 5.5 : Préparation de la gamme d'étalonnage de la quercétine.

Concentration quercétine ( $\mu\text{g/ml}$ )	0	2.5	5	10	15	20	25	30	35	40
Abs (430 nm)	0	0,064	0,146	0,394	0,433	0,659	0,828	0,94	1,166	1,297



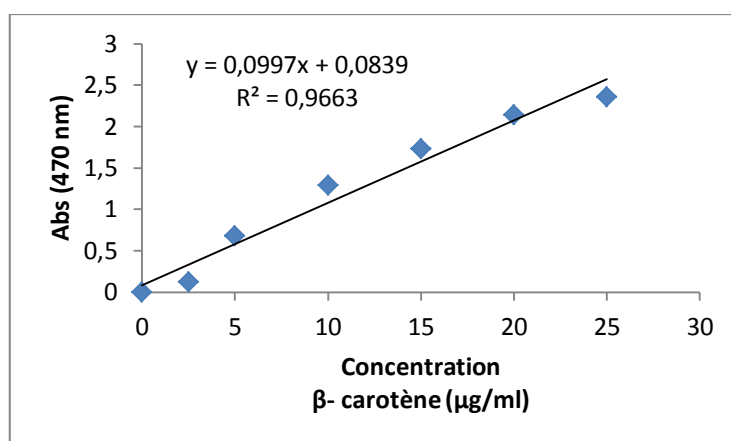
Courbe d'étalonnage de la Quercétine.

## APPENDICES B

### Les courbes d'étalonnages (2)

Tableau 5.6 : Préparation de la gamme d'étalonnage de  $\beta$ - carotène.

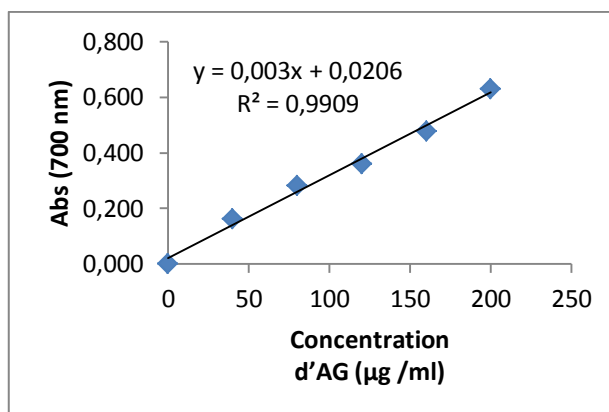
Concentration $\beta$ - carotène ( $\mu\text{g/ml}$ )	0	2.5	5	10	15	20	25
Abs (470 nm)	0	0,12	0,679	1,289	1,733	2,136	2,355



Courbe d'étalonnage du  $\beta$ - carotène.

Tableau 5.7 : Préparation de la gamme d'étalonnage de l'acide gallique pour le test FRAP.

Concentration d'AG ( $\mu\text{g /ml}$ )	0	40	80	50	80	200
Abs (700 nm)	0	0,163	0,281	0,361	0,487	0,630



Courbe d'étalonnage l'acide gallique pour le test FRAP.



## APPENDICES C

### Tableaux des résultats (1)

Tableau 6.3 : Teneur en matière sèche de différentes variétés de datte (%) au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	22,423%±3,342 <sup>A</sup>	17,913%±2,113 <sup>A</sup>	21,844%±2,655 <sup>A</sup>	21,155%±2,425 <sup>A</sup>
Khalal	47,477%±1,887 <sup>A</sup>	21,586%±1,065 <sup>B</sup>	32,887%±1,104 <sup>C</sup>	36,862%±2,683 <sup>C</sup>
Routab	78,125%±1,167 <sup>A</sup>	48,303%±1,107 <sup>B</sup>	61,355%±1,403 <sup>C</sup>	80,751%±1,004 <sup>A</sup>
Tamr	86,70%±0,468 <sup>A</sup>	77,459%±0,623 <sup>B</sup>	74,14%±1,098 <sup>B</sup>	85,832%±0,543 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

Tableau 6.4 : pH de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	6,022 ± 0,021 <sup>A</sup>	5,395 ± 0,179 <sup>B</sup>	5,454 ± 0,004 <sup>B</sup>	5,595 ± 0,048 <sup>A</sup>
Khalal	5,890 ± 0,049 <sup>A</sup>	6,526 ± 0,071 <sup>B</sup>	6,487±0.123 <sup>B</sup>	6,481 ± 0,007 <sup>B</sup>
Routab	6,615 ± 0,004 <sup>A</sup>	6,255 ± 0,003 <sup>B</sup>	6,584 ± 0,004 <sup>A</sup>	6,624 ± 0,004 <sup>A</sup>
Tamr	5,833 ± 0,014 <sup>A</sup>	5,643 ± 0,006 <sup>B</sup>	6,124 ± 0,006 <sup>C</sup>	5,871 ± 0,074 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

## APPENDICES C

### Tableaux des résultats (2)

Tableau 6.5 : Acidité titrable de différentes variétés de datte au cours de la maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	0,411 ± 0,013 <sup>A</sup>	0,192 ± 0,014 <sup>B</sup>	0,308 ± 0,028 <sup>C</sup>	0,170 ± 0,003 <sup>B</sup>
Khalal	0,175 ± 0,003 <sup>A</sup>	0,158 ± 0,014 <sup>B</sup>	0,192 ± 0,041 <sup>A</sup>	0,166 ± 0,006 <sup>A</sup>
Routab	0,199 ± 0,004 <sup>A</sup>	0,176 ± 0,008 <sup>A</sup>	0,174 ± 0,008 <sup>A</sup>	0,169 ± 0,008 <sup>A</sup>
Tamr	0,229 ± 0,003 <sup>A</sup>	0,253 ± 0,008 <sup>A</sup>	0,195 ± 0,004 <sup>B</sup>	0,297 ± 0,004 <sup>C</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

Tableau 6.6 : Teneur en protéines de différentes variétés de datte (g / 100g MS) au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	1,03±0,056 <sup>A</sup>	1,13±0,112 <sup>B</sup>	0,81±0,096 <sup>C</sup>	1,01±0,143 <sup>A</sup>
Khalal	1,62±0,121 <sup>A</sup>	1,78±0,023 <sup>B</sup>	1,36±0,056 <sup>C</sup>	1,52±0,072 <sup>D</sup>
Routab	2,07±0,012 <sup>A</sup>	2,13±0,096 <sup>A</sup>	1,57±0,012 <sup>B</sup>	1,87±0,087 <sup>C</sup>
Tamr	2,53±0,07 <sup>A</sup>	2,61±0,11 <sup>B</sup>	1,92±0,02 <sup>C</sup>	2,46 ± 0,09 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

## APPENDICES C

### Tableaux des résultats (3)

Tableau 6.7 : Teneur en cendres de différentes variétés de datte (g / 100g MS) au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	1,17 ± 0,006 <sup>A</sup>	1,13±0,112 <sup>A</sup>	0,71 ± 0,027 <sup>B</sup>	1,08 ± 0,007 <sup>C</sup>
Khalal	1,78 ± 0,034 <sup>A</sup>	1,62 ± 0,056 <sup>A</sup>	1,34 ± 0,064 <sup>B</sup>	1,53 ± 0,092 <sup>C</sup>
Routab	2,57 ± 0,079 <sup>A</sup>	2,03 ± 0,097 <sup>B</sup>	1,61 ± 0,087 <sup>C</sup>	2,48 ± 0,062 <sup>A</sup>
Tamr	2,84 ± 0,086 <sup>A</sup>	2,34 ± 0,059 <sup>B</sup>	1,89 ± 0,063 <sup>C</sup>	2,71 ± 0,057 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

Tableau 6.11 : Teneur en polyphénols (mg eqAG/ 100g MS) de différentes variétés de datte au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	588,73±3,32 <sup>A</sup>	877,24±2,55 <sup>B</sup>	613,52±3,02 <sup>C</sup>	504,54±2,15 <sup>D</sup>
Khalal	856,21±1,47 <sup>A</sup>	831,18±2,15 <sup>A</sup>	425,84±2,65 <sup>B</sup>	661,62±1,88 <sup>C</sup>
Routab	428,65±1,17 <sup>A</sup>	297,52±1,43 <sup>B</sup>	186,26±1,04 <sup>C</sup>	333,12±1,14 <sup>D</sup>
Tamr	321,83±0,09 <sup>A</sup>	219,78±0,07 <sup>B</sup>	157,45±0,11 <sup>C</sup>	282,52±0,08 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

## APPENDICES C

### Tableaux des résultats (4)

Tableau 6.13 : Teneur en vitamine C de différentes variétés de datte (mg / 100g MS) au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	6,486 ± 0,625 <sup>A</sup>	6,914 ± 0,548 <sup>A</sup>	5,681 ± 0,813 <sup>B</sup>	6,115 ± 0,533 <sup>C</sup>
Khalal	5,024 ± 0,424 <sup>A</sup>	5,724 ± 0,397 <sup>A</sup>	4,325 ± 0,412 <sup>B</sup>	4,872 ± 0,629 <sup>C</sup>
Routab	4,695 ± 0,382 <sup>A</sup>	5,166 ± 0,270 <sup>B</sup>	3,878 ± 0,197 <sup>C</sup>	4,484 ± 0,211 <sup>A</sup>
Tamr	2,695 ± 0,22 <sup>A</sup>	3,166 ± 0,381 <sup>B</sup>	1,678 ± 0,114 <sup>C</sup>	2,413 ± 0,115 <sup>A</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

Tableau 6.14 : Teneur en caroténoïdes totaux (mg / 100g MS) de différentes variétés de datte au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	1,564 ± 0,018 <sup>A</sup>	1,765 ± 0,082 <sup>B</sup>	1,694 ± 0,045 <sup>C</sup>	1,416 ± 0,011 <sup>D</sup>
Khalal	1,623 ± 0,054 <sup>A</sup>	1,826 ± 0,014 <sup>B</sup>	1,458 ± 0,084 <sup>C</sup>	1,532 ± 0,074 <sup>C</sup>
Routab	0,793 ± 0,007 <sup>A</sup>	1,385 ± 0,087 <sup>B</sup>	0,487 ± 0,097 <sup>C</sup>	0,713 ± 0,037 <sup>A</sup>
Tamr	0,712 ± 0,004 <sup>A</sup>	1,462 ± 0,016 <sup>B</sup>	0,556 ± 0,025 <sup>C</sup>	0,625 ± 0,013 <sup>C</sup>

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

## APPENDICES C

### Tableaux des résultats (5)

**Tableau 6.15** : Activité antioxydante par le teste de blanchissement de différentes variétés de datte (% d'inhibition) au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG	BHA
Kimri	63,12±1,20	66,08±2,02	62,47±1,82	60,17±1,64	58,20±0,042
Khalal	64,23±1,13	69,14±1,75	49,38±1,43	58,02±1,35	
Routab	59,72±0,384	62,69±0,851	40,53±0,719	51,87±0,523	
Tamr	59,11±0,126	63,24±0,143	41,87±0,139	51,02±0,132	

Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

**Tableau 6.16** : Activité antioxydante par piégeage du radical libre DPPH\* (% d'inhibition) de différentes variétés de datte au cours du développement et maturation.

	D.B	D.N	GH	Mech. DG
Kimri	77,58±3,12 <sup>A</sup>	86,27±2,87 <sup>B</sup>	83,04±3,04 <sup>B</sup>	72,14±2,56 <sup>D</sup>
Khalal	81,55±1,18 <sup>A</sup>	80,19±1,37 <sup>A</sup>	75,22±1,45 <sup>B</sup>	81,86±1,06 <sup>A</sup>
Routab	73,85±1,44 <sup>A</sup>	64,17±1,92 <sup>B</sup>	61,54±2,07 <sup>B</sup>	70,42±1,73 <sup>A</sup>
Tamr	65,49±0,10 <sup>A</sup>	60,37±0,07 <sup>B</sup>	59,11±0,22 <sup>B</sup>	62,48±0,15 <sup>A</sup>

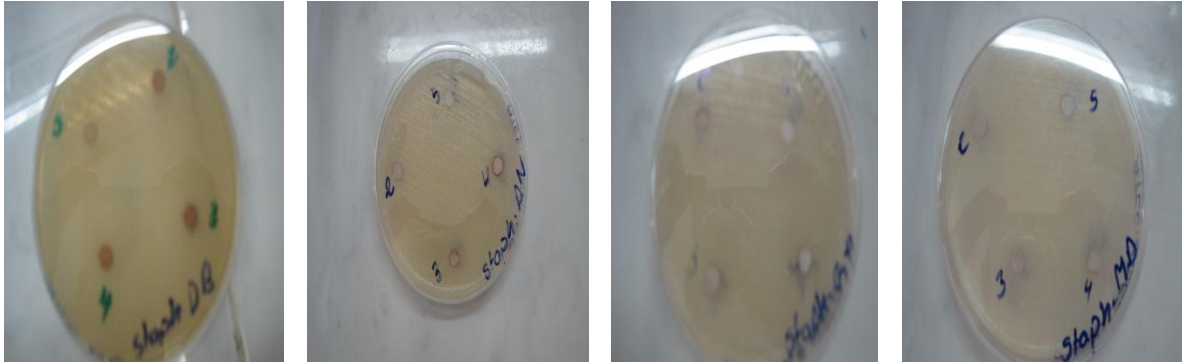
Les valeurs représentent la moyenne de 3 mesures ± SD

Les moyennes avec différentes lettres pour le même stade sont significativement différentes (P<0,05).

## APPENDICES D

### Antibiogrammes des différents extraits (1)

#### 1. Effet des extraits de datte sur la souche *Staphylococcus aureus* ATCC25923



DB

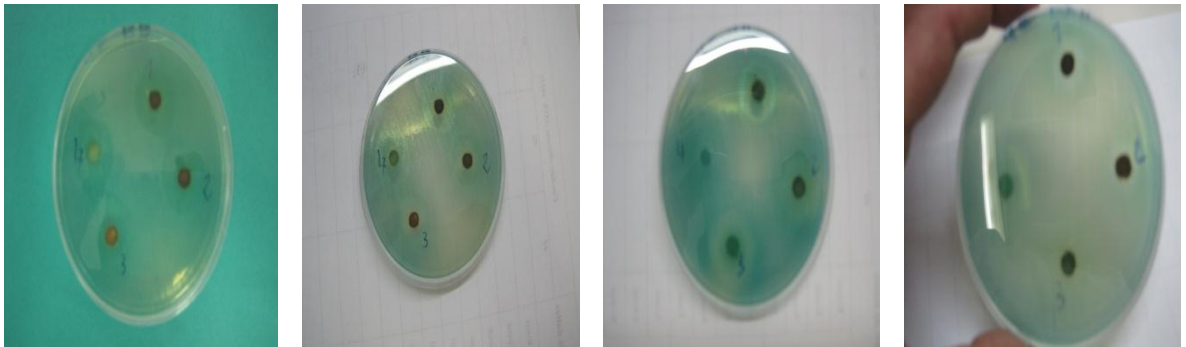
DN

GH

Mech D

2 : Kimri ; 3 : Khalal ; 4 : Routab ; 5 : Tamr

#### 2. Effet des extraits de dattes sur la souche *Pseudomonas aeruginosa* ATCC27853



DB

DN

GH

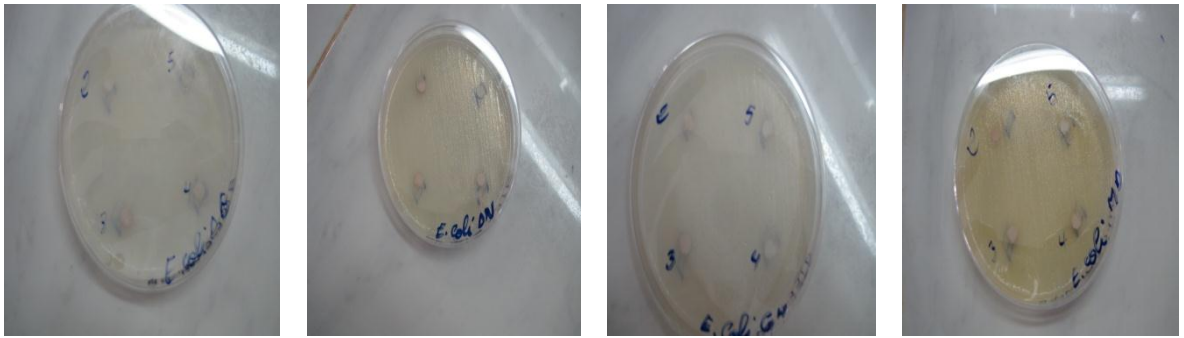
Mech D

1 : Kimri ; 2 : Khalal ; 3 : Routab ; 4 : Tamr

## APPENDICES D

### Antibiogrammes des différents extraits (2)

#### 3. Effet des extraits de dattes sur la souche *Escherichia coli* ATCC25922



DB

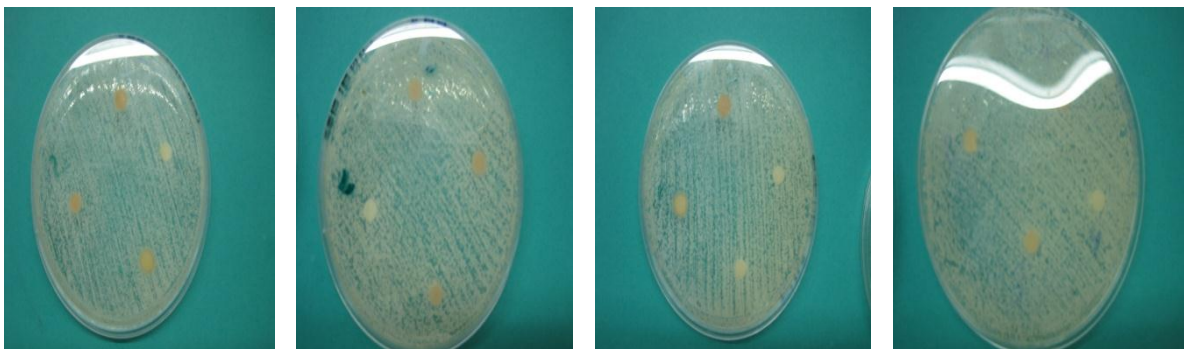
DN

GH

Mech D

2 : Kimri ; 3 : Khalal ; 4 : Routab ; 5 : Tamr

#### 4. Effet des extraits de dattes sur la souche *Candida albicans*



DB

DN

GH

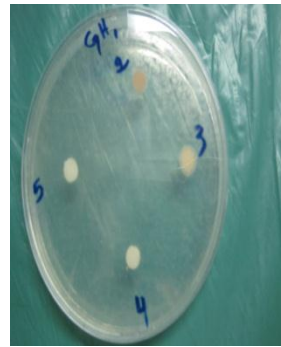
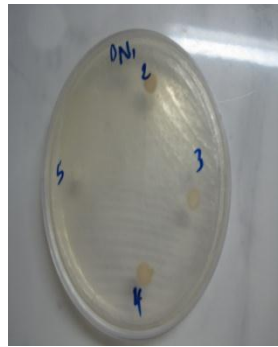
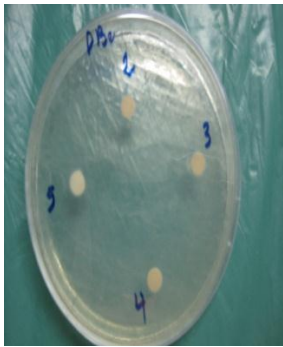
Mech D

2 : Kimri ; 3 : Khalal ; 4 : Routab ; 5 : Tamr

## APPENDICES D

### Antibiogrammes des différents extraits (3)

#### 5. Effet des extraits de dattes sur la souche *Aspergillus niger*



DB

DN

GH

Mech D

2 : Kimri ; 3 : Khalal ; 4 : Routab ; 5 : Tamr



## APPENDICES E

### Liste des abréviations (1)

**AG** : Acidité grasse

**AMP** : Ampicilline

**ATCC**: American type culture collection

**BHA** : Butylhydroxyanisole

**BHT**: Butylhydroxytoluene

**C** : Cendre

**CON** : Conazole

**CMI** : Concentration minimale inhibitrice

**C18** : 2 acides linoléiques

**CTX** : Cefotaxime

**D** : Diamètre du fruit

**DB**: Degla Baida

**DN** : Deglet Nour

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle ( $\alpha,\alpha$ -diphényl- $\beta$ -picrylhydrazyle)

**EAG**: Equivalent en acide gallique

**EM** : Extraits méthanoliques

**EQ** : Equivalent en quercétine

**FAO**: Food and agriculture organization

**FRAP**: Ferric reducing antioxidant power

**GH**: Ghars

**H** : Humidité

**HPLC**: High Performance Liquide Chromatography

**KRT**: Kétoconazole

**L** : Longueur du fruit

**LDL**: Low density lipoprotein

**MD**: Mech Degla

**MG** : Matière grasse

**MH** : Gélose Muller-Hinton

**MO** : Matière organique

## APPENDICES E

### Liste des abréviations (2)

**MS** : Matière sèche

**NO**: Monoxyde d'azote

**OFX**: Ofloxacine

**PF** : Poids du fruit

**PPT** : Polyphénols totaux

**ROO·**: Radical peroxyde

**SP**: Spiramycine

**ST**: Sucres totaux

**TE**: Ticarciline

**UV**: Ultra-violet

**VLDL**: Very low density lipoprotein

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Briones, R., Serrano L., Ben Younesb R., Mondragona I., Labidia J. 2011. Polyol production by chemical modification of date seeds. *Industrial Crops and Products*, vol: 34, 1035– 1040.
2. El Arem ,A., Flamini G., Saafi Emna B., Issaoui M., Zayene N., Ferchichi A., Hammami, M., Helal A-N., Achour L. 2011. Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chemistry*, vol:127, 1744–1754.
3. Briones., Muhammad Siddiq., Ibrahim Greiby. "Overview of Date Fruit Production, Postharvest handling, Processing, and Nutrition" In: Muhammad Siddiq. *Dates Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits*. (eds). Wiley Also. USA: Muhammad S, 2014, p.1-28.
4. Hanachi S., Khitri D., Benkhalifa A. et Brac de Perrière, R.A., *Inventaire variétal de la palmeraie algérienne*, (1998), 225 p.
5. Baliga M S., Baliga B V., Kandathil S M., Bhat H P., Vayalil P K., "A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.)". *Food Chemistry International*, FRIN -03245, (6 July, 2010), 11 p.
6. Munier P., "Le palmier dattier", G-P, Maisonneuve et la rose, Paris. ISBN 2-7068-0563-3, (1973), 141-150.
7. Toutain G., *Rapport synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier"*. In *Options méditerranéennes, série, n° 28, Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens*, Ed. IAM, Zaragoza, Spain, (1996), 201-205.
8. Adel D. Al-Qurashi. 2010. Physico-chemical changes during development and ripening of 'Helali' date palm fruit. *Food, Agriculture & Environment*. 2: 404-408.

9. Awad M. A. 2007. Increasing the rate of ripening of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) c.v. 'Helali' by preharvest and postharvest treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 43:121-127.
10. Ragab M. H. H., Shehata El-Tabey, A. M. and Sedky, A. 1956. Studies on Egyptian dates, II. Chemical changes during development and ripening of six varieties. *Food Technol.* 10:407-410.
11. Rouhani I. and Bassiri, A. 1976. Changes in the physical and chemical characteristics of Shahani dates during development and maturity. *J. Hortic. Sci.* 51:489-494.
12. Ahmed, I. A., Ahmed, A. K. and Robinson, R. K. 1995. Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry* 54:305-309.
13. Sawaya W. N., Khalil J. K., Khatchadourian H. A., Safi W. M. and Mashadi A. S. 1982. Sugars, tannins and some vitamins contents of twenty-five date cultivars grown in Saudi Arabia at the khalal (mature color) and tamer (ripe) stages. *Proceeding of the First International Symposium on the Date Palm, King Faisal Univ., Al-Hassa*, pp. 468-478.
14. Ba-Angood S. A. and Ahmed M. S. 1984. Chemical composition of major date cultivars grown in the United Arab Emirates. *Date Palm J.*3:381-394.
15. Mustafa A. B., Harper D. B., Johnston D. E., 1986. Biochemical changes during ripening of some Sudanese date varieties. *J. Sci. Food Agric.* 37:43-53.
16. Bukhaev V. T., Abdul Nour B. A. and Nouri V. F. 1987. Physical and chemical changes in dates during ripening with special reference to pectic substances. *Date Palm J.* 5:199-207.
17. Djerbi M., "Biotechnologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : voies de propagation des clones résistants au bayoud et de haute qualité natière". *Options Méditerranéennes-série séminaires-N° 14 (1991)*, 31-38.
18. Djerbi M., *Précis de phoeniciculteurs*. FAO, (1994), 192 p.

19. Mazoyer, M., Larousse agricole, le monde agricole au XXI<sup>ème</sup> siècle, Ed. MATHILDE MAJOREL, (2002), 224 p.
20. Espiard, E., Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-Lavoisier, (2002), 360 p.
21. Philippe L., Cheikh T., Fatoumata SD., Imédia, Dakar, Sénégal, " Mémento de l'agronome". Editions du GRET (groupe de recherche et d'échanges technologiques), Editions du CIRAD (centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Ministère français des affaires étrangères. ISBN : 2-86844-129-7, 2-87614-522-7, (décembre, 2002) ,1700 pages.
22. Jean-Louis M., Raymond P., " Dictionnaire raisonné de biologie". Frisson – roche –Paris, ISBN : 2-87671, 300-4-12, (2003), 1222 pages.
23. Mazoyer, M., Larousse agricole, le monde agricole au XXI ème siècle, Ed. MATHILDE MAJOREL, (2002), 224 p.
24. Gilles P., Cultiver le palmier dattier .Ed. CIRAS, (2000), 110 p.
25. Toutain G. (1979). Eléments d'agronomie saharienne et la recherche au développement. Imprimerie Jouve, Paris. 277 p.
26. Bouguedoura, N., Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétiques des appareils végétatifs et reproducteurs, Thèse de doctorat, U.S.T.H.B., Alger, (1991), 201 p.
27. Matallah M.A.A., 2004. Contribution à l'étude de la conservation des dates variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption, Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, 79 p.
28. I.T.D.A.S., 2011. Statistiques agricoles (Station expérimentale d'Ain-Bennoui, Biskra).

29. Boudries H., Panagiotis K., Dàmaso HM., "Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.) at different maturation stages". Food chemistry, vol: 101, (2007), 1372- 1377.
30. Dowsen ,V. H. W. et Aten, A., Récolte et conditionnement des dattes, F.A.O, Rome, (1963), 397 p.
31. Richard, R., Le précis de la phoeniciculteurs, F.A.O, Tunis, (1972), 192 p.
32. Buelguedj M., Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien, (1996).
33. Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., et Ferry M., Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits, V: 47, n°6, (1992), 667-678.
34. Al-Shahib W., Marshall R.J., Dietary fiber content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. International Journal of Food Science and Technology, V: 37, (2002), 719-721.
35. Rygg G L (1946 a). Compositional change in the date fruit during growth and ripening. USDA, Tech. Bul 910, pp 51.
36. Bousdira K., Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes des cultivars les plus connus de la région du Mzab, classification et évaluation de la qualité. Mémoire de Magister. Département Technologie Alimentaire., Boumerdès, (2007), 149 p.
37. Cavell A J (1947). Basra dates, relationship between ripening and sugar content of twelve varieties. J. Soc. Chem. Ind. London, 66: p 195- 198.
38. Abdelbasset El Hadrami and Jameel M. Al-Khayri., A review of Socioeconomic and traditional importance of date palm, J. Food Agric, (2012), 24 (5): 371-385.

39. Awad M.A., 2011. Growth and compositional changes during development and ripening of early summer 'Lonet-Mesaed' date palm fruits. J. Food Agric. Environ.9, 40–44.
40. Awad M.A., Al-Qurashi A.D., Mohamed S.A., 2011. Biochemical changes in fruit of an early and a late date palm cultivar during development and ripening. Int. J. Fruit Sci. 11, 167–183.
41. Yuxin Yin., Xiaowei Zhang., Yongjun Fang., Linlin Pan., Gaoyuan Sun., Chengqi Xin., Mohammed M. Ba Abdullah., Xiaoguang Yu., Songnian Hu., Ibrahim S. Al-Mssallem., Jun Yu., 2012. High-throughput sequencing-based gene profiling on multi-staged fruit development of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Plant Mol Biol. 78:617–626.
42. Somayeh Rastegar ., Majid Rahemi ., Amin Baghizadeh ., Mahdiyeh Gholami., 2012. Enzyme activity and biochemical changes of three date palm cultivars with different softening pattern during ripening. Food Chemistry 134: 1279–1286.
43. Muhammad Iqbal., Imranullah Munir and Niamatullah M., 2011. Physio-chemical characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars at various maturity stages under environmental conditions of dera ismail khan. J. Agric. Res. 49(2).
44. Sahari M A., Barzegar M., and Radfar R. (2007). Effect of varieties on the composition of dates (*Phoenix dactylifera* L.). International Journal of Food science and Technology, 1–7.
45. Al-hooti S., Jiuan S., and Quabazard H., "Studies on the physico-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity". Arab Gulf journal of scientific research, vol: 13, (1995), 553-569.
46. Mohamed A. Awad., Adel D. Al-Qurashia., Saleh A. Mohamedc., 2011. Antioxidant capacity, antioxidant compounds and antioxidant enzyme activities in five date cultivars during development and ripening. Scientia Horticulturae 129: 688–693.

47. Taira, S., 1996. Astringency in persimmon. In: Linskens, H.P., Jackson, J.F. (Eds.), *Modern Methods of Plant Analysis, Fruit Analysis*, vol. 18. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 97–110.
48. Yusof, S., Mohamed S., Abu Bakar, A., 1988. Effect of fruit maturity on the quality and acceptability of guava puree. *Food Chem.* 30, 45–58.
49. Mustafa A. B., Harper D. B., and Johnston D. E. (1986). Biochemical changes during ripening of some Sudanese date varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37, 43–53.
50. Al Farsi M. A. and Lee, C. Y., Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, V: 48, (2008), 877–887.
51. Yahiaoui K., Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Mémoire Magister, INA. El-Harrach, Alger, (1998), 103 p.
52. Estanove P., Note technique : Valorisation de la datte. In *Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens*. Ed. CIHEAM, (1990), 301-318.
53. Noui Y., Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès, (2007), 62 p.
54. Favier J.C., Ireland R.J., Laussucq C, et Feinberg M., Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome III, Ed. ORSTOM Edition, Lavoisier, INRA Editions, (1993), 27-28.
55. Siboukeur, O., Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister, INA. El-Harrach, Alger, (1997), 106 p.
56. Djidel, A., Production de l'acide lactique par *Lactobacillus casei* subsp. Sur jus de datte : cinétique et optimisation en cultures discontinues, semi-



- continues et continues, Thèse de Doctorat, Université de Nancy, (2007), 246 p.
57. Buelguedj M., 2001. Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien, N° 11, INRAA. El-Harrach, Alger, 289 p.
  58. Benchabane, A., Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, (1996), 205-210.
  59. Albert L., La santé par les fruits, Ed. VEECHI, (1998), 44-74.
  - 60.] Jaccot B., et Campillo B., Nutrition humaine, Ed. MASSON, Paris, (2003), 311 p.
  61. Favier J.C., Ireland R.J., Toque C., Feinberg M ., 1995. Répertoire général des aliments. Table de composition. Ed. TEC et DOC-LAVOISIER, INRA EDITIONS, CNEVA et CIQUAI, p 897.
  62. Djouab, A., Essai de formulation d'une margarine allégée à base d'un extrait de dates Mech-degla. Mémoire de Magister, spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès, (2007), 102 p.
  63. Açourene S., Buelguedj M., Tama M. et Taleb B., Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans. Recherche Agronomique, N° 8. Ed. INRAA, (2001), 19-39.
  64. Vilkas M., Vitamines. Ed. Hermann, (1993), 158 p.
  65. Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., and Kefalas P., Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.). Food chemistry, V: 89, (2005), 411-426.
  66. Abdul Ameer A.A. (2008).Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. International Journal of Food Science & Technology. 43(6): 1033–1040.

67. Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris, A., Baron M., and Shahidi F. (2005b). Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(19): 7586–7591.
68. Fayadh JM. and Alshowiman, SS. (1990). Chemical composition of date palm (*Phoenix-Dactylifera* L.). *Journal of The Chemical Society of Pakistan*. 12(1): 84–103.
69. Krinsky NI. (1993). Actions of carotenoids in biological systems. *Annu Rev Nutr*. 13: 561–587.
70. Castenmiller JJ. and West CE. (1998). Bioavailability and bioconversion of carotenoids. *Annu Rev Nutr*. 18: 19–38.
71. Praveen k. Vayalil., Date Fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): An Emerging Medicinal Food, *Food Science and Nutrition*, (2012), 52:249–271.
72. Gross J., Haber O., and Ikan R. (1983). The carotenoid pigments of the date. *Scientia Horticulturae*. 20(3): 251–257.
73. Ben-Amotz A. and Fishier R. (1998). Analysis of carotenoids with emphasis on 9-cis [beta]-carotene in vegetables and fruits commonly consumed in Israel. *Food Chemistry*. 62(4): 515.
74. Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M., and Shahidi F. (2005a). Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53(19): 7592–7599.
75. Kikuchi N. and Miki T. (1978). The separation of date (*Phoenix dactylifera* L.) sterols by liquid chromatography. *Microchimica Acta*. 69(1): 89–96.
76. Biglari F., AlKarkhi A M., and Easa A M. (2008). Antioxidant activity and phenolic content of various date palms (*Phoenix dactylifera* L.) fruits from Iran. *Food Chemistry*. 107(4): 1636–1641.

77. Vinson JA., Zubik L., Bose P., Samman N., and Proch, J. (2005). Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *J Am Coll Nutr.* 24(1): 44–50.
78. Vinson JA., Hao Y., Su X., and Zubik L. (1998). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 46(9): 3630–3634.
79. Wu X., Beecher G R., Holden JM., Haytowitz DB., Gebhardt SE., and Prior RL. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem.* 52(12): 4026–4037.
80. Mohamed DA. and Al-Okbi SY. (2005). In vitro evaluation of antioxidant activity of different extracts of *Phoenix dactylifera* L. fruits as functional foods. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau.* 101(7): 305–308.
81. Mattila P., Hellstrom J., and Torronen R. (2006). Phenolic acids in berries, fruits, and beverages. *J. Agric. Food Chem.* 54(19): 7193–7199.
82. Maier VP., Metzler DM., and Huber AF. (1964). 3-Caffeoylshikimic acid (dactylifric acid) and its isomers, a new class of enzymic browning substrates. *Biochemical and Biophysical Research Communications.* 14(2): 124–128.
83. Regnault-Roger C., Hadidane R., Biard, JF., and Boukef K. (1987). High performance liquid and thin-layer chromatographic determination of phenolics acids in palm (*Phoenix dactylifera* L.) products. *Food Chemistry.* 25(1): 61–67.
84. Tom´as Lorente F. and Ferreres F. (1988). Sulfatos de flavonoides en frutos de phoenix dactilifera. *Revista de Agroqu´imica y Tecnolog´ia de Alimentos* 28(4): 581–585.
85. Gu L.W., Kelm M A., Hammerstone JF., Beecher G., Holden J., Haytowitz D., and Prior, R. L. (2003). Screening of foods containing proanthocyanidins and their structural characterization using LC-MS/MS and thiolytic degradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 51(25): 7513–7521.

86. Hong YJ., Tomas-Barberan FA., Kader AA., and Mitchell A E. (2006). The flavonoid glycosides and procyanidin composition of Deglet Noor dates (*Phoenix dactylifera* L.). J Agric Food Chem. 54(6): 2405–2411.
87. Devshony S., Eteshola E. et Shani A., Characteristics and some potential applications of date palm (*Phoenix Dactylifera* L.) seeds and seed oil, Journal of the American Oil chemists' Society, V:69, (1992), 595-597.
88. Tahraoui A., El-Hilaly J., Israili Z. H., and Lyoussi B. (2007). Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). J Ethnopharmacol.110(1): 105–117.
89. Puri A., Sahai R., Singh K. L., Saxena R. P., Tandon J. S., and Saxena K. C. (2000). Immunostimulant activity of dry fruits and plant materials used in Indian traditional medical system for mothers after child birth and invalids. J Ethnopharmacol. 71(1–2): 89–92.
90. Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A., and Sghairoun M. (2007). Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10 (13):2202–2207.
91. Vayalil P. K. (2002). Antioxidant and ant mutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera* L. Arecaceae). J. Agric. Food Chem. 50(3): 610–617.
92. Jassim S. A. A., Naji M. A. (2008). In vitro evaluation of the antiviral activity of an extract of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) pits on a pseudomonas phage. Evidence based complementary and alternative medicine, 15, 1–6.
93. Shraideh Z. A., Khaled H., Abu-Elteen., and Sallal, A. K. J. (1998). Ultrastructural effects of date extract on *Candida albicans*. Mycopathologia, 142, 119–123.

94. Doha, M. A., and Al-Okbi S. Y. (2004). In vivo evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activity of different extracts of date fruits in adjuvant arthritis. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 13, 397–402.
95. Salah A., and Al-Maiman. (2005). Effect of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed fibers on plasma lipids in rats. *Journal of King Saud University*, 17, 117–123.
96. El-Mougy S. A., Abdel-Aziz S. A., Al-Shanawany M., and Omar, A. (1991). The gonadotropic activity of *Palmae* in mature male rats. *Alexandria Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5, 156–159.
97. Lafay S., Gueux E., Rayssiguier Y., Mazur A., Rémésy C., and Scalbert, A. (2005). Caffeic acid inhibits oxidative stress and reduces hypercholesterolemia induced by iron overload in rats. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 75, 119–125.
98. Wong N. C. (2001). The beneficial effects of plant sterols on serum cholesterol. *The Canadian Journal of Cardiology*, 17, 715–721.
99. Bagchi D., Sen C. K., Ray S. D., Das D. K., Bagchi M., Preuss H. G., and Vinson J. A. (2003). Molecular mechanisms of cardioprotection by a novel grape seed proanthocyanidin extract. *Mutation Research*, 523–524, 87–97.
100. Auger C., Teissedre P. L., Gérain P., Lequeux N., Bornet A., Serisier S., Besançon P., Caporiccio B., Cristol J. P., and Rouanet J. M. (2005). Dietary wine phenolics catechin, quercetin, and resveratrol efficiently protect hypercholesterolemic hamsters against aortic fatty streak accumulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2015–2021.
101. Kamada C., Da Silva E. L., Ohnishi-Kameyama M., Moon J. H., and Terao, J. (2005). Attenuation of lipid peroxidation and hyperlipidemia by quercetin glucoside in the aorta of high cholesterol-fed rabbit. *Free Radical Research*, 39, 185–194.
102. Finné Nielsen I. L., Elbøl Rasmussen S., Mortensen A., Ravn-Haren G., Ma H. P., Knuthsen P., Hansen B. F., McPhail D., Freese R., Breinholt V.,

- Frandsen H., and Dragsted L. O. (2005). Anthocyanins increase low-density lipoprotein and plasma cholesterol and do not reduce atherosclerosis in Watanabe Heritable Hyperlipidemic rabbits. *Molecular Nutrition & Food Research*, 49, 301–308.
103. Dhingra S., and Bansal M. P. (2005). Hypercholesterolemia and apolipoprotein B expression: regulation by selenium status. *Lipids in Health and Disease*, 5(4), 28.
104. Dhingra S., and Bansal M. P. (2006). Modulation of hypercholesterolemia-induced alterations in apolipoprotein B and HMG-CoA reductase expression by selenium supplementation. *Chemico-biological Interactions*, 161, 49–56.
105. Kaur H. D., and Bansal M. P. (2009). Studies on HDL associated enzymes under experimental hypercholesterolemia: possible modulation on selenium supplementation. *Lipids in Health and Disease*, 16(8), 55.
106. Saafi E. B., Louedi M., Elfeki A., Zakhama A., Najjar M. F., Hammami M., and Achour L. (2010). Protective effect of date palm fruit extracts (*Phoenix dactylifera* L.) on dimethoate induced-oxidative stress in rat liver. *Experimental and Toxicological Pathology* (Electronic publication ahead of print).
107. Al Qarawi A. A., Abdel-Rahman H., Ali B. H., Mousa H. M., and El-Mougy S. A. (2004). Protective effect of extracts from dates (*Phoenix dactylifera* L.) on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in rats. *The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 3, 176–180.
108. Al Qarawi A. A., Abdel-Rahman H., Mousa H. M., Ali B. H., and El-Mougy S. A. (2008). Nephroprotective Action of *Phoenix dactylifera* in gentamicin-induced nephrotoxicity. *Pharmaceutical Biology*, 46, 227–230.
109. Ishurda O., and John F. K. (2005). The anti-cancer activity of polysaccharide prepared from Libyan dates (*Phoenix dactylifera* L.). *Carbohydrate Polymères*, 59, 531–535.

110. Audigie C.L., Manipulation d'analyse biochimique, Ed. Doin. Paris, (1978), 27-74.
111. Lecoq R., 1965. Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome I. Ed. DOIN, DEREN et CIE, pp 241-251.
112. AOAC, " Official methods of analyses", Washington, DC: Association of official analytical chemist.
113. Navarr J., 1974. Manuel d'œnologie (2 eme édition), Bailliere. Paris, 218 p.
114. Escribano-Bailon M.T., Santos-Buelga C., Polyphenols extract from food In "Methods in polyphenols analysis, Ed. Royal Society of Chemistry, (2003), 1-16.
115. Diallo D., Sanogo R., Yasambou H., Traoré A., Coulibaly K. et Maïga A., Étude des constituants des feuilles de Ziziphus mauritiana Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali, C. R. Chimie, V. 7, (2004), 1073–1080.
116. Ribéreau-Gayon P., Les composés phénoliques des végétaux, Ed. Dunod Paris, (1968), 254 p.
117. Yrjönen T., Extraction and planar Chromatographic separation techniques in the analysis of natural products, Conference room 513 at Wiikki Infocentre, Faculty of pharmacy, University of Helsinki, (2004), 64 p.
118. Riov J. and Gottlieb H.E., Metabolism of auxin in pine tissues: Indole-3-acetic acid conjugaison, Physiologia Plantarum, V. 50, (1980), 347-352.
119. Benamara S., Gougam H., Amellal H., Djaouab A., Benammed A. and Noui, Y., Some technologic proprieties of common date (Phoenix dactylifera L.) Am. J. Food technol., V. 3, n°2, (2008), 79-88.
120. Bahourun T., Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle, Food Agric., N° special, (1997), 83-95.

121. Lagnika L., Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises, Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur, Strasbourg, (2005), 249p.
122. Ranganna S., 1979. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products, 2nd ed. Tata McGraw-Hill, New Delhi, 634.
123. Talcott S.T., and Howard, L.R. (1999). Phenolic autoxidation is responsible for color degradation in processed carrot puree. J. Agric. Food chemistry, 47, 2109-2115.
124. Wanasundara R., Amarowicz F., Shahidi., and J.Agric.(1994).Isolation and identification of an antioxydative component in canola meal.J.Food .Chem .42: 1285.
125. Tepe B., Daferera D., Sokmen A., Sokmen M., Polissiou M., 2005. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). Food Chemistry; 90: 333-340.
126. Benmeddour Z. et Mehinagic E., Le Meurlay D., Louaileche H., Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: A comparative study, Journal of Functional Foods (2013) 5: 346–354.
127. Hubert A.J. (2006). Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja. Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaine, Thèse de doctorat de l'institut national polytechnique de Toulouse, école doctorale des Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bio ingénieries, spécialité : qualité et sécurité des aliments, p 174.
128. Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction prepared from glucose amine, Japanese Journal of Nutrition, 44: 307-315.
129. Rahal A. (2005).Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle nationale.4ème édition, Alger .116 p.



130. Dramane S. ,2010 . Evaluation des activités anti microbiennes et anti radicaux libres de quelques taxons bio actifs de Cote d'Ivoire .Euro Journal of Scientific Research ; Vol : 40, 2, 307-317.
131. Açourene S., Tama M. et Taleb B., Synthèse bibliographique sur la valorisation de datte. I.N.R.A. Station Sidi-Mehdi, Touggourt, (1997), 59-66.
132. Kaid K., Caractérisation biochimique de rob préparé à partir de deux variétés Mech Degla et Ghars, Mémoire d'ingénieur, université de Batna, (2007), 39 p.
133. Kenfhar B., Contribution a l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (*Phoenix Dactylifera* L.) dans la région de Droh (Wilaya de Biskra), Mémoire d'ingénieur, Université de Batna, (2004), 87 p.
134. Bourgeois C., Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Ed. Tech et Doc Lavoisier, Paris, (2003), 483 p.
135. Matallah M., 1970. Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, Alger, 113 p.
136. Silabdi S., 2010. Extraction, purification et caractérisation d'antioxydants naturels en vue d'une valorisation nutritionnelle. Thèse de magistère. Université de Saad Dahlab, Blida.
137. Coggins C. W., and Knapp J. C. F. (1969). Growth, development and softening of the Deglet Noor date fruits. Date Growers' Ins. Rept, 46, 11–14.
138. Mustafa A. B., Harper D. B., and Johnston D. E. (1986). Biochemical changes during ripening of some Sudanese date varieties. Journal of the Science of Food and Agriculture, 37, 43–53.
139. Hussein F., 1970. Fruit growth and composition of two dry date cultivars grown in Aswan. Trop. Agri. Trin, 47, 157-162.

140. Shahdadi F., Mirzaei H. O., Daraei Garmakhany. (2013). Study of phenolics compound and antioxidant activity of date fruit as a function of ripening stages and drying process. *Journal of Food Science Technologie*.
141. Travers I., 2004. Influence des conditions pédoclimatiques du terroir sur le comportement du pommier et la composition des pommes à cidres dans le pays d'Auge. Thèse de doctorat de CEAN : 15-31.
142. Gooding P.S., Bird C., and Robinson S.P. 2001. Molecular cloning and characterization of banana fruit polyphénols oxydase. *Planta*, 213, 748-757.
143. Ayaz FA., Demir O., Torun H., Kolcuoglu Y., Colak A. (2008). Characterization of polyphenoloxidase (PPO) and totalphenolic contents in medlar (*Mespilus germanica* L.) fruit during ripening and over ripening. *Food Chemistry* 106: 291-298.
144. Harris R S. and Karmas E. (1977). Nutritional evaluation of food processing, 3rdEd. The Avi Publishing company Inc, New York. 612p.
145. Macheix J. J., Fleuriet A. and Billot J. (1990). Fruit phenolics . Boca Raton . CRC Press. 378p.
146. Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J. and Lee C.Y. (2003). Cacao has more phenolics phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Food chem.* 51 :7292-7295.
147. Boizot N .et Charpentier J P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques*, N° spécial : 79-83.
148. Guizani N., Rahman M.S., Essa M. 2012. In-vitro antioxidant activities of Three Date Varieties (*Phoenix dactylifera* L.) from Sultanate of Oman at Two Edible Maturity Stages. *Proceedings of the International Confrence on Agricultural engineering. CIGR-Ageng 2012. Valencia, Spain- July 8-12, 2012.* 5p.

149. Favier J.C., Ireland R.J., Laussucq C. et Feinberg M., Répertoire général des aliments, Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome III, Ed. ORSTOM Edition, Lavoisier, INRA Editions, (1993), 27-28.
150. Bessas A., Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien. Mémoire d'ingénieur, Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbes, (2008), 77 p.
151. Cao G. et Prior R. L. (1998). "Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum." *Clinical Chemistry* 44(6): 1309-1315.
152. Sarikurkcü C., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., et Harmandar M. (2008). Studies on the antioxidant activity of the essential oil and methanol extract of *Marrubium globosum* subsp. *globosum* (Lamiaceae) by three different chemical assays. *Bioresour. Technol*, 99, pp 4239-4246.
153. Ben Abbes F., 2011. Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera* L. ». Thèse de magistère. Université de Ferhat Abbas, Sétif.
154. Haddadi H., (2005). Détermination de l'activité antioxydante de quelques fruits. Mémoire de magister. Université de Béjaïa (FSNV), 76 p.
155. Ferreira A., Proença C., Serralheiro ML, Araújo ME., 2006. The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *J.Ethnopharmacology*; 108: 31-37.
156. Al-Turki S., Shahba M.A., Stushnoff C., 2010. Diversity of antioxidant properties and phenolic content of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits as affected by cultivar and location. *J. Food Agric. Environ.* 8, 253–260.
157. Javanmardi J., Stushnoff C., Locke E., Vivanco J.M., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chem.* 83, 547–550.

158. Holasova M., Fiedlerova V., Smrcinova H., Orsak M., Lachman J., Vavreinova S., 2002. Buckwheats: the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Res. Int.* 35, 207–211.
159. Leontowicz M., Gorinstein S., Leontowicz H., Krzeminski R., Lojek A., Katrich E., Ciz, M., Martin-Belloso O., Soliva-Fortuny R., Haruenkit R., Trakhtenberg S., 2003. Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipids and antioxidant potentials in rats fed cholesterol-containing diets. *J. Agric. Food Chem.* 51, 5780–5785.
160. Yu L., Perret J., Davy B., Wilson J., Melby C.L., 2002. Antioxidant properties of cereal products. *J. Food Sci.* 67, 2600–2603.
161. Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J.P., Pihlaja K., Kujala T.S., Heinonen M., 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47, 3954–3962.
162. Rauha JP, Remes S, Heinonen M, Hopia A, Kahkonen M., 2000. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *Int J Food Microbiol* 56: 3-12.
163. Pereira JA., Oliveira I., Sousa A., Valentao P., Andrade PB., 2007b. Walnut (*Juglansregia* L.) leaves: phenolic compounds, antimicrobial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food Chemistry Toxicology* 45: 2287-2295.
164. Cowan M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12 (4):564-582.
165. Naz S., Siddiqi R., Ahma S., Rasool S., Sayeed S., 2007. Antibacterial activity directed isolation of compounds from *Punicagranatum*. *Journal of Food Sciences* 72:341-345.
166. Fan W., Chi Y., Zhang S., 2008. The use of a tea polyphenols dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthysmolitrix*) during storage of ice. *Food Chem* 108: 148-153.

167. Saleh FA., Otaibi MM., (2013). Antibacterial Activity of Date Palm (*Phoenix Dactylifera* L.) Fruit at Different Ripening Stages. J Food Process Technol 4: 285.
168. Hilliard J. J., Krause H. M. and Bernstein J. I. (1995) A comparison of active site binding of 4- quinolones and novel flavone gyrase inhibitors to DNA gyrase. Adv. Exp. Med. Biol. 390: 59-69.
169. Natarajan D., John Britto S., Srinivasan K., Nagamurugan N., Mohanasundari C., Perumal G., 2005. Anti-bacterial activity of Euphorbia fusiformis-A rare medicinal herb. J Ethnopharmacol; 102: 123-126.
170. Fazeli MR., Amin G., Ahmadian-Attari MM., Ashtiani H., Jamalifar H., Samadi N., 2007. Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. Food Control; 18: 646-649.
171. Dhaouadi K., Raboudi F., Estevan C., Barajoun E., Vilanova E., Hamdaoui M. and Fatouch S.(2011) Cell Viability Effects and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Tunisian Date Syrup (Rub El Tamer) Polyphenolic Extracts. J. Agric. Food Chem. 59:402-406.