



République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ziane Achour –Djelfa-

جامعة زيان عاشور-الجلفة-

Faculté De Sciences De La Nature Et De Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département De Biologie

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magistère en biologie

Option : Contrôle de Qualité et Analyses Alimentaires

Thème :

Dattes des villes côtières, cas de la ville de Jijel : qualité et valorisation

Réalisé Par : M^{elle} Boulkour Assia

Membres de jury :

| | | |
|--------------------------|--------------|----------------|
| Prof. Choukri Ali | Président | Univ. Djelfa. |
| Prof. Khlil Aminatta | Examineur | Univ. Ouargla. |
| Dr. Sassi Mohammed (MCB) | Examineur | Univ. Tiaret. |
| Mr.Yabrir Benalia (MAA) | Examineur | Univ. Djelfa. |
| Dr. Idoui Tayeb (MCA) | Promoteur | Univ. Jijel. |
| Dr. Dahia Mostefa(MCB) | Co-Promoteur | Univ. Djelfa. |

2011-2012



Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier **Allah**, notre créateur qui m'a donné la volonté, l'aide, la patience et le courage pour accomplir ce modeste travail. Ce dernier n'aurait pas vu le jour sans la contribution de plusieurs personnes, tout avec leurs conseils qu'avec leurs critiques.

Le grand merci s'adresse à mon encadreur **Dr. Idoui Tayeb** maître de conférences A à l'université de Jijel pour avoir accepté de m'encadrer et de me diriger ainsi que pour ses discussions enrichissantes, ses conseils qui m'ont permis d'évoluer dans ma vision de la recherche, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je tiens à remercier aussi, **Dr. Dahia Mostefa.**, mon co-encadreur, maître de conférences B à l'université de Djelfa pour ses conseils, orientations et ses encouragements ainsi qu'au temps qu'il a consacré à redonner un peu de rigueur à ma plume.

Mr. Choukri Ali, professeur à l'université de Djelfa pour l'honneur qu'il ma fait en présidant mon jury.

Sans oublier madame **Ould El Hadje Aminatta**, professeur à l'université d'Ouargla, **Mr. Sassi Mohammed** maître de conférences A à l'université de Tiaret et **Mr. Yabrir Benalia** maître assistant A à l'université de Djelfa pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Mes vifs remerciements aillent aussi à tout qui ont contribué à l'enrichissement de ce travail, plus particulièrement :

M^{lle} Kriebech Aicha pour son aide précieuse et pour tout ce qu'elle ma prodigué comme conseils et encouragements.

Tous Les membres du département de biologie moléculaire et cellulaire, les membres du laboratoire de biologie de l'université de Jijel en particulier ; **M^m Roula** ; responsable de laboratoire, **M^{lle} Linda**, **M^{lle} Nassiha**, **M^{lle} Samira**, et **Mr. Adjroud M.** Pour leur aide, leurs conseils et leur gentillesse.

Mes remerciements vont également à toute ma famille et surtout mes parents qui m'ont soutenu, encouragé et motivé toute au long de ce travail.

Merci à tous

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Ma mère et mon père pour leur soutien, leur aide,

leur patience et leur amour

Mes frères et Mes sœurs

Toute ma famille

Tous mes amis (es)



Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction 01

I. Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Aspect agronomique du palmier dattier

| | |
|--|----|
| I.1. Généralités sur le palmier dattier | 03 |
| I.2. Classification botanique..... | 03 |
| I.3. Biologie du palmier dattier | 03 |
| I.3.1. Description du palmier dattier | 03 |
| I.3.2. Morphologie du palmier dattier | 04 |
| I.3.3. Cycle de développement..... | 05 |
| I.3.4. Cycle végétatif annuel et cultural du palmier dattier | 05 |
| I.4. Répartition géographique du palmier dattier | |
| I.4.1. Dans l'Algérie..... | |
| I.4.2. Dans le monde..... | |

Chapitre II : La datte et sa technologie

| | |
|---|----|
| II.1. Description de la datte | 09 |
| II.2. Formation et maturation de la datte..... | 09 |
| II.3. Classification des dattes..... | 11 |
| II.4. La production de dattes..... | 11 |
| II.4.1. La production Algérienne | 11 |
| II.4.2. La production mondiale..... | 11 |
| II.5. composition biochimique de la datte | 12 |
| II.5.1. Composition biochimique de la pulpe | 12 |
| II.5.1. 1. L'eau | 12 |
| II.5.1. 2. Les glucides | 12 |
| II.5.1. 3. Les protides et les lipides..... | 12 |
| II.5.1. 4. Les fibres | 13 |
| II.5.1. 5. Les minéraux | 13 |
| II.5.1. 6. Les vitamines..... | 13 |
| II.5.2. Composition biochimique du noyau..... | 13 |
| II.6. La technologie de la datte et la mise en valeur des déchets | 14 |
| II.6.1. La technologie de la datte..... | 14 |

| | |
|--|----|
| II.6.1.1. Le conditionnement de la datte..... | 14 |
| II.6.1.2. La Transformation de la datte..... | |
| a. La pâte de datte..... | 14 |
| b. La farine (poudre) de datte..... | 14 |
| c. Sirop, crèmes et confitures de dattes..... | 15 |
| II.6.2. Mise en valeur des déchets..... | 15 |
| II.6.2.1. Biomasse et protéines unicellulaires..... | 15 |
| II.6.2. 2. Alcool..... | 15 |
| II.6.2.3. Vinaigre..... | 15 |
| II.6.2.3. Acide citrique..... | 16 |
| II.6.2.3. Aliments de bétail..... | 16 |
| II.7. Profil phénolique de la datte et son pouvoir antioxydant et antimicrobien..... | 18 |
| II.7.1. Les acides cinnamiques..... | 18 |
| II.7.2. Les caroténoïdes..... | 18 |
| II.7.1. Les flavonoïdes..... | 18 |

Chapitre III : Le yaourt et sa technologie

| | |
|--|----|
| III.1. Historique..... | 20 |
| III.2. Définition du yaourt et réglementation..... | 20 |
| III.3. caractéristiques nutritionnelles et thérapeutiques du yaourt..... | 22 |
| III.3.1. Amélioration de la digestibilité du lactose..... | 22 |
| III.3. 2. Amélioration de la digestibilité des protéines..... | 22 |
| III.3. 3. Teneur en vitamines et sels minéraux..... | 22 |
| III.3.4. Activité antimicrobienne..... | 23 |
| III.3.5. Stimulation du système immunitaire..... | 24 |
| III.3.6. Amélioration de transit intestinal et la prévention de la diarrhée..... | 24 |
| III.3.7. Amélioration de statut antioxydant et antidiabétique..... | 24 |
| III.4. La fabrication du yaourt..... | 25 |
| III.4.1. Réception du lait..... | 25 |
| III.4.2. Standardisation du mélange..... | 26 |
| III.4.3. Homogénéisation..... | 26 |
| III.4.4. Traitement thermique..... | 26 |
| III.4.5. Fermentation lactique..... | 27 |
| III.4.6. Conditionnement et stockage..... | 27 |

II. Matériel et Méthodes

| | |
|---|----|
| II.1. Matériel..... | 28 |
| II.1.1. Description et choix des trois variétés de dattes étudiées..... | 28 |
| II.1.2. Prélèvement des échantillons..... | 29 |
| II.1. 3. La poudre de datte commercialisée..... | 29 |
| II.1.4. Le lait utilisé pour la fabrication de yaourt..... | 29 |
| II.1.5. Le sucre cristallisé et le ferment lactique..... | 29 |

| | |
|---|----|
| II.1.6. Les souches | 29 |
| II.1.7. Les rats..... | 30 |
| II.2. Méthodes | 30 |
| II.2. 1. Détermination des caractères physiques de la datte entière | 30 |
| II.2.2. Détermination des caractères physicochimiques de la datte | 30 |
| II.2.2.1. Détermination de la teneur en eau (Normes française V04-208-Sep 1969) | 30 |
| II.2.2.2. Détermination de la teneur en cendres (NFV05-113, 1972)..... | 31 |
| II.2.2.3. Détermination du pH (NF V 05-108, 1970) | 31 |
| II.2.2.4. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)..... | 31 |
| II.2.2.5. Détermination du degré Brix (NF V 05-109, 1970) | 32 |
| II.2.2.6. Détermination de l'indice de couleur | 32 |
| II.2.2.7. Détermination de la conductivité électrique | 32 |
| II.2.2.8. Dosage de la vitamine C (par la méthode de titrage direct)..... | 32 |
| II.2.2.9. Dosage spectrophotométrique des sucres totaux (méthode de Dubois) | 33 |
| II.2.2.10. Détermination de la teneur en protéines (Méthode de Kjeldahl)(NF-V 03-050, 1970).... | 33 |
| II.2.2.11. Dosage des éléments minéraux par spectrophotométrie d'absorption atomique (NF V 05-113, 1972) | 34 |
| II.2.2.12. Détermination de la teneur en polyphénols totaux | 34 |
| a. Extraction des polyphénols | 34 |
| b. Préparation de la gamme d'étalonnage | 34 |
| c. Dosage proprement dit | 35 |
| d. Détermination de la teneur en flavonoïdes..... | 35 |
| e. Détermination de la teneur en flavonoles..... | 36 |
| f. Détermination de la teneur des caroténoïdes | 36 |
| g. Dosage des anthocyanes..... | 36 |
| h. Détermination de la teneur en Proanthocyanidines (Tanins condensés)..... | 36 |
| II.2.3. Evaluation de la microflore de la datte | 37 |
| II.2.3.1. Préparation de la solution mère et les dilutions décimales | 37 |
| a. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM) | 37 |
| b. Dénombrement des levures et moisissures..... | 37 |
| c. Dénombrement de la flore lactique..... | 37 |
| d. Dénombrement des entérobactéries..... | 38 |
| e. Dénombrement coliformes totaux (CT) et thermotolérantes (CTT)..... | 38 |
| II.2.4. La préparation des poudres de dattes et l'appréciation de leurs qualités..... | 38 |
| II.2.4.1. La préparation des poudres de dattes..... | 38 |
| II.2.4.2. Evaluation de la qualité des poudres de dattes | 39 |
| a. Détermination de la granulométrie de la poudre | 39 |
| b. détermination des paramètres physicochimiques | 39 |
| c. Dosage spectrophotométrique de l'amidon total, l'amylose et l'amylopectine | 39 |
| d. Détermination de la teneur en matière grasse (NF EN ISO 734-1, 2000)..... | 40 |
| e. détermination de la composition en acides gras par GC-MS | 40 |
| f. Qualité microbiologique des poudres de dattes | 41 |
| II.2.5. Etude de l'effet de la poudre de dattes sur la qualité du yaourt étuvé..... | 41 |

| | |
|--|----|
| II.2.5. 1. La fabrication des yaourts..... | 41 |
| II.2.5. 2. Contrôle de la qualité des yaourts fabriqués..... | 43 |
| a. Détermination de l'acidité et de nombre de cellules du ferment au cours de la fabrication | 43 |
| b. Qualité du yaourt au cours de stockage (contrôle de produit fini)..... | 44 |
| II.2.6. La détermination de l'activité antioxydante des extraits de dattes <i>in-vitro</i> et <i>in-vivo</i> | 45 |
| II.2.6.1. <i>In vitro</i> | 45 |
| a. Détermination de l'activité antioxydante par l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique | 45 |
| b. Le pouvoir réducteur | 46 |
| c. Le pouvoir réducteur du H ₂ O ₂ | 46 |
| d. L'activité antiradicalaire | 47 |
| II.2.6.2. <i>In vivo</i> | 47 |
| a. Détermination de la capacité plasmatique vis-à-vis du radical DPPH..... | 48 |
| b. Mesure de l'activité enzymatique de la catalase | 48 |
| c. Dosage de glutathion cytosolique..... | 48 |
| d. Dosage du malondialdéhyde (test TBARS) | 49 |
| II.2.7. l'étude de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques de dattes | 49 |
| II.2.8. Analyse statistique des résultats | 50 |

III. Résultats et Discussion

| | |
|---|----|
| III.1. Rendement de chaque palmier dattier..... | 51 |
| III.2. Résultats des caractéristiques physiques et morphologiques..... | 51 |
| III.2.1. Datte entière..... | 51 |
| III.2.2. Granulométrie de la poudre de dattes | 54 |
| III.3. Résultats de caractéristiques physicochimiques des dattes et leurs poudres | 55 |
| III.3.1. Teneur en eau et en matière sèche..... | 55 |
| III.3.2. Teneur en cendres et conductivité électrique..... | 57 |
| III.3.3. pH et acidité titrable | 58 |
| III.3.4. Indice de couleur et la teneur en vitamine C | 60 |
| III.3.5. Degré Brix | 61 |
| III.3.6. Résultats du dosage de l'amidon, l'amylose et l'amylopectine..... | 62 |
| III.3.7. Résultats du dosage des sucres totaux | 62 |
| III.3.8. Résultats de la teneur en matière grasse..... | 64 |
| III.3.9 Détermination de la composition de matière grasse en acides gras | 64 |
| III.3.10. Résultats de la teneur en azote total et en protéines | 66 |
| III.3.11. Teneur en éléments minéraux | 68 |
| III.11.1. Le zinc..... | 68 |
| III.11.1. Le manganèse..... | 69 |
| III.11.3. Le fer..... | 69 |
| III.11.4. Le cuivre..... | 70 |
| III.3.12. Tenure en antioxydants | 71 |

| | |
|--|-----|
| III.3.12.1. Teneur en polyphénols totaux | 71 |
| III.3.12.2. Teneur en flavonoïdes | 73 |
| III.3.12.3. Teneur en flavonoles | 73 |
| III.3.12.4. Teneur en caroténoïdes | 74 |
| III.3.12.5. Teneur en anthocyanes | 75 |
| III.3.12.6. Teneur en pro-anthocyanidines (tanins condensés) | 76 |
| III.4. Evaluation de la microflore | 76 |
| III.4.1. Datte entière | 76 |
| III.4.2. Poudre de dattes | 78 |
| III.5. Contrôle de Yaourt | 79 |
| III.5.1. Au cours de fabrication | 79 |
| III.5.1.1. Evaluation de l'acidité titrable pendant la fabrication..... | 80 |
| III.5.1.2. Nombre de cellules viables de ferment | 80 |
| III.5.2. Au cours du stockage | 81 |
| III.5.2.1. Analyses physicochimiques..... | 82 |
| a. Teneur en eau | 82 |
| b. Teneur en matière sèche | 83 |
| c. Teneur en cendres | 83 |
| d. Teneur en protéines et en azote total | 84 |
| e. Teneur en acide lactique (acidité dornic) | 85 |
| III.5.2.2. Analyses microbiologique | 86 |
| a. Evolution du nombre des cellules du ferment | 86 |
| b. Evaluation de la qualité microbiologique du yaourt | 86 |
| III.5.2.2. Analyse sensorielle (test de dégustation)..... | 87 |
| III.6. Résultats de l'activité antioxydante..... | 90 |
| III.6.1. <i>In-vitro</i> | 90 |
| III.6.1.1 Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique..... | 90 |
| III.6.1.2. Activité antiradicalaire | 91 |
| III.6.1.3. Pouvoir réducteur de H ₂ O ₂ (activité de la catalase)..... | 92 |
| III.6.1.4. Pouvoir réducteur (activité de réductase) | 92 |
| III.6.2. <i>In-vivo</i> | 93 |
| III.6.2.1. Effet sur la capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH..... | 93 |
| III.6.2.2. Mesure de l'activité enzymatique de la catalase..... | 94 |
| III.6.2.3. Dosage de glutathion hépatique | 95 |
| III.6.2.4. Dosage du malondialdéhyde (MDA)..... | 96 |
| III.7. Résultats de l'activité antibactérienne | 97 |
| Conclusion | 100 |

Références bibliographiques

Annexes

Liste des Tableaux

| | |
|--|-----------|
| Tableau 01 : Calendrier du cycle végétatif annuel du palmier dattier | 06 |
| Tableau 02 : Calendrier cultural annuel du palmier dattier | 06 |
| Tableau 03 : Nombre de palmiers dattiers en Algérie | 07 |
| Tableau 04 : Stades d'évolution et appellation de la datte..... | 10 |
| Tableau 05 : Minéraux et vitamines pour 100 g de pulpe..... | 13 |
| Tableau 06 : Composition biochimique de noyau de dattes | 14 |
| Tableau 07 : Composition comparée en vitamines du lait entier et d'un yaourt au lait entier | 23 |
| Tableau 08 : Causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et incidences sur la qualité du yaourt..... | 26 |
| Tableau 09 : Dosage de l'amidon dans les échantillons à étudier..... | 39 |
| Tableau 10 : Les conditions générales appliquées lors de l'injection..... | 41 |
| Tableau 11 : Recette d'un yaourt nature et yaourts aux poudres de dattes..... | 42 |
| Tableau 12 : Flores recherchées et dénombrées au cours du stockage des yaourts..... | 44 |
| Tableau 13 : Les dilutions des extraits de dattes..... | 50 |
| Tableau 14 : Rendement de chaque palmier dattier | 51 |
| Tableau 15 : Caractéristiques morphologiques des dattes | 52 |
| Tableau 16 : Granulation des différentes poudres de dattes | 55 |
| Tableau 17 : Teneurs en composés phénoliques dans les trois variétés de dattes étudiées | 72 |
| Tableau 18 : Qualité microbiologique des trois échantillons de dattes..... | 77 |
| Tableau 19 : Qualité microbiologique des poudres de dattes | 78 |
| Tableau 20 : Qualité microbiologique des yaourts au cours du stockage..... | 87 |
| Tableau 21 : Résultats du test de dégustation | 88 |
| Tableau 22 : Diamètres des zones d'inhibition des souches étudiées exprimés en cm | 98 |

Liste des Figures

| | |
|--|-----------|
| Figure 01 : Schéma du palmier dattier | 05 |
| Figure 02 : Datte et noyau du palmier dattier | 09 |
| Figure 03 : Formation et maturation des dattes..... | 10 |
| Figure 04 : Répartition mondiale de la production des dattes..... | 12 |
| Figure 05 : Technologies de la datte. | 17 |
| Figure 06 : Diagramme de fabrication d'un yaourt étuvé à base de fruits..... | 25 |
| Figure 07 : Organigramme du dosage des polyphénols totaux | 35 |
| Figure 08 : Les étapes de préparation de la poudre de dattes..... | 38 |
| Figure 09 :Diagramme de fabrication du yaourt étuvé, nature et aux poudres de dattes..... | 42 |
| Figure 10 :Teneur en eau et en matière sèche pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres..... | 56 |
| Figure 11 :Teneur en cendres et la conductivité électrique des dattes et de leurs poudres | 57 |
| Figure 12 :pH et acidité titrable de dattes étudiées et de leurs poudres..... | 59 |
| Figure 13 :Teneur en vitamine C et indice de couleur pour les trois échantillons de dattes et leurs farines | 60 |
| Figure 14 :Degré Brix pour les trois variétés de dattes | 61 |
| Figure 15 :Teneur en amidon total, amylose et amylopéctine des farines de dattes | 62 |
| Figure 16 : Résultats de dosage des sucres totaux dans les dattes entières et dans leurs poudres | 63 |
| Figure 17 :Résultats du dosage des lipides dans les poudres de dattes | 64 |
| Figure 18 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DV | 65 |
| Figure 19 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DC..... | 65 |
| Figure 20 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DB..... | 66 |
| Figure 21 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DR..... | 66 |
| Figure 22 : Teneur en azote total et en protéines des dattes entières et leurs poudres | 67 |
| Figure 23 :Teneur en Zinc pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres | 68 |
| Figure 24 :Teneur en manganèse pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres | 69 |
| Figure 25 :Teneur en fer pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres..... | 70 |
| Figure 26 :Teneur en cuivre pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres..... | 71 |
| Figure 27 : Teneur en flavonoïdes pour les trois échantillons de dattes. | 73 |
| Figure 28 :Teneur en flavonoles pour les trois échantillons de dattes..... | 74 |
| Figure 29 : Teneur en caroténoïdes pour les trois échantillons de dattes..... | 74 |

| | |
|---|-----------|
| Figure 30 :Teneur en anthocyanes pour les trois échantillons de dattes..... | 75 |
| Figure 31 :Teneur en proanthocyanidines pour les trois échantillons de dattes | 76 |
| Figure 32 :Evolution de l'acidité dornic des différents yaourts au cours de la fermentation..... | 80 |
| Figure 33 :Variation du nombre des cellules viables du ferment lactique durant la fermentation | 81 |
| Figure 33 : Variation de la teneur en eau dans les cinq yaourts durant le stockage..... | 82 |
| Figure 34 :Evolution de la teneur en matière sèche des cinq yaourts | 83 |
| Figure 35 : Teneur en azote total et protéines pour chaque type de yaourt..... | |
| Figure 36 :Teneur en cendres pour chaque type de yaourt | 84 |
| Figure 37 : Teneur en azote total et protéines pour chaque type de yaourt..... | 84 |
| Figure 38 :Evolution de l'acidité dornic des différents yaourts au cours de stockage | 85 |
| Figure 39 :Variation du nombre des cellules viables du ferment au cours de stockage..... | 86 |
| Figure 40 :Résultats d'inhibition de l'oxydation d'acide linoléique dans les extraits de dattes..... | 90 |
| Figure 41 :Résultats de la réduction du radical DPPH dans les quatre extraits de dattes..... | 91 |
| Figure 42 : Résultats d'effet de la température sur l'activité de la catalase..... | 92 |
| Figure 43 :Résultats d'effet de la température sur l'activité de la réductase | 93 |
| Figure 44 :Capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH | 94 |
| Figure 45 :L'activité enzymatique de la catalase cytosolique | 95 |
| Figure 46 :Résultats de dosage de glutathion hépatique..... | 96 |
| Figure 47 :Résultats de dosage de malondialdéhyde (MDA) hépatique..... | 97 |

Liste des Photos

| | |
|---|-----------|
| Photo 01 : Echantillon de dattes (site : Camp-Chevallier) | 28 |
| Photo 02 : Echantillon de dattes (site : Village-Moussa) | 28 |
| Photo 03 : Echantillon de dattes (site : Ben-Hayen) | 28 |
| Photo 04 : Aspect général et une coupe longitudinale des dattes issues du site : Village-Moussa (DV) avant maturation | 51 |
| Photo 05 : Aspect général et une coupe longitudinale des dattes issues du site : Camp-Chevallier (DC) avant maturation | 51 |
| Photo 06 : Aspect général et une coupe longitudinale des dattes issues du site Ben-Hayen (DB) avant maturation..... | 52 |
| Photo 07 : Aspect général et une coupe longitudinale des dattes issues du site : Village-Moussa (DV) après maturation..... | 52 |
| Photo 08 : Poudre de datte codée PV (issue de dattes de la variété codée DV)..... | 54 |
| Photo 09 : Poudre de datte codée PC (issue de dattes de la variété codée DC) | 54 |
| Photo 10 : Poudre de datte codée PB (issue de dattes de la variété codée DB) | 54 |
| Photo 10 : Poudre de datte codée PM (issue de dattes de la variété codée DM) | 54 |
| Photo 12 : Les cinq types de yaourt avec emballages et labels proposés..... | 82 |
| Photo 13 : Aspect visuel des cinq yaourts analysés | 89 |

Liste des Abréviations

°BRIX: Degré BRIX

°C : Degré Celsius

°D : Degré dornic

cm, mm, nm : Centimètre, millimètre,
nanomètre

DO: Densité Optique

EPS: Exopolysaccharides

FIL : Fédération International Laitière

FTAM: Flore Totale Anaérobie Mésophile

g, mg : Gramme, milligramme

h, min, s : heure, minute, seconde

l, ml, µl : Litre, millilitre, microlitre

M, mM : Molaire, millimolaire

N : Normalité

OGA : Gélose glucose à l'oxytétracyclique

pH : Potentiel d'Hydrogène

qsp : Quantité suffisante pour

TCA : Acide Trichloroacétique

U : Unité

UFC : Unité Formant Colonie

UI : Unité Internationale

V/V : Volume par volume

VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet
et au rouge neutre

Introduction

Le sapin, le palmier dattier et l'olivier : trois arbres dont l'histoire remonte le temps, parcourt les distances et croise les civilisations (**Scanagri, 2004**).

Le palmier dattier constitue à la fois le symbole et la charpente de l'écosystème Oasien. Il crée un microclimat favorisant le développement des cultures sous-jacentes (**Haddouche, 1996**). C'est un arbre d'une grande importance écologique et socioéconomique dans les Oasis des régions désertiques (**El-Hadrami, 2005**). En conséquence, il constitue l'axe principal de l'agriculture et assure la principale ressource financière des Oasiens. Leur succès, sur une longue période s'explique par les qualités nutritionnelles de ses fruits particulièrement riches en sucres et minéraux (**Benchellah et Maka, 2008**).

Les dattes font l'objet d'une activité commerciale importante, en particulier la célèbre variété Deglet-Nour. Celle-ci détient le monopole dans les marchés nationaux et internationaux. Elle bénéficie même d'un certain marketing (présentation, emballage, etc...). Par contre, les autres variétés dites communes sont peu appréciées et représentent environ 30 % de la production nationale (**Chibane, 2007**). Elles sont généralement destinées à l'alimentation animale. Leur transformation a peu évolué alors qu'il est possible d'en obtenir de nombreux dérivés alimentaires et/ou non alimentaires importés actuellement à coup de devises fortes. Cela a engendré de nouvelles tendances agricoles, poussant le cultivateur vers la culture monovariétale de la Deglet-Nour, exposant ainsi, le patrimoine génétique riche de plus de 900 variétés au danger de disparition (**Chibane, 2007**). Aujourd'hui, une multitude de variétés communes sont utilisées comme aliment de bétail quand elles ne sont pas abandonnées comme le cas des variétés sèches (Degla-Beida, Mech-Degla et Frezza). Cependant, les dattes non connues des villes côtières (exemple : ville de Jijel) sont complètement négligées et aucune information sur ces dernières n'a été rapportée.

Notons que les produits à base des dattes ont été déjà élaborés. On citera à ce titre le Ketchup (**Mikki et al., 1987**), les biscuits, les glaces (**Greiner, 1998**), le Tamarheep (mélange de farine de datte et du lait) (**El Nakhal et al., 1987**), farine de dattes et yaourt à l'extrait de dattes (**Benamara et al., 2004**).

La région de Jijel comme la plus part des autres villes côtières est riche en ce type de dattes (matière végétale de la présente étude), dont la production est influencée par plusieurs facteurs dont le climat, et que le produit n'a jamais été pris en compte pour le valoriser. C'est dans le cadre de la valorisation de ce potentiel local et à travers ce sujet de mémoire de magister que nous essayons d'avoir des données sur la qualité physicochimiques de ces dattes, leur potentiel antioxydant, leur activité antibactérienne et de trouver une voie de valorisation de ce produit local, en l'intégrant comme additif dans la formulation d'un yaourt étuvé. C'est ainsi que nous avons envisagé de partager ce travail de recherche en trois volets scientifiques:

- Le premier volet consistait en la caractérisation physique, physicochimique et microbiologique des échantillons de dattes récoltés de différents sites de la ville de Jijel.
- Le deuxième volet a été consacré au dosage biochimique des polyphénols totaux et les différents antioxydants naturellement présents dans ces dattes. Puis l'activité anti-oxydante des extraits de dattes a été étudiée *in-vitro* et *in-vivo*.

- Le troisième volet scientifique est un volet purement technologique, il consistait à la préparation de poudre de dattes, l'évaluation de sa qualité et son utilisation comme additif dans la préparation d'un yaourt étuvé. Les résultats de l'influence de cet additif sur la qualité du produit fini ont été comparés à ceux obtenus avec l'utilisation d'une poudre de dattes commerciale.

L'objectif initial était de réaliser les trois volets scientifiques sur les dattes avant et après maturation complète mais à cause du bouleversement climatique qu'a connu la ville de Jijel en cette période d'étude (période pluvieuse), on s'est contenté d'étudier la datte en phase d'avant maturation.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I

I. 1. Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier : *Phoenix 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 (Djerbi, 1994).

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 (Gilles, 2000; Mazoyer, 2002).

I.2. Classification botanique

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (Djerbi, 1994) :

Groupe : Spadiciflores

Ordre : Palmales

Famille : Palmacées

Sous famille : Coryfoïdées

Tribu : Phoenicées

Genre : *Phoenix*

Espèce : *dactylifera* L.

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, la plus connue est le *dactylifera*, dont les fruits « dattes » font l'objet d'un commerce international important (Espiard, 2002).

I.3. Biologie du palmier dattier

I.3.1. Description du palmier dattier

Le palmier dattier appelé " arbre de vie ", est l'arbre des Oasis sahariennes, il est considéré comme le premier arbre fruitier (Alamari, 1995).

Le palmier dattier monocotylédone, pérenne a port arborescent, il fut dénommé *Phoenix dactylifera* L par Linné en 1753.

Cet arbre dont les feuilles sont pennées finement divisées et longues de quatre à sept mètres. Il ne possède qu'un tronc cylindrique dressé de quinze à vingt mètres et peut atteindre trente mètres de haut, constitué par les bases de feuilles mortes et qui ne s'épaissit pas avec l'âge (Abd El-Madjid et al., 1996).

Le palmier dattier à besoin de beaucoup de soleil et d'humidité, c'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 (Munier, 1973 ; Toutain, 1996).

Un arbre donne une moyenne de 100 kg de dattes par an au cours de la seule récolte effectuée. Les dattes sont groupées en plusieurs grappes ou régimes qui peuvent peser dix et quinze kg (**Espiard, 2002**).

I.3.2. Morphologie du palmier dattier

Le palmier dattier est constitué de trois parties essentielles qui sont : les racines, le stipe et la partie aérienne ou la couronne.

Les racines doivent puiser dans le sol, l'eau et les nutriments, mais elles doivent également respirer et forment un faisceau à la base de la tige (**Ammar, 1978**).

D'après **Ammar (1978)**, la tige ou tronc du palmier dattier a un port élancé, non ramifié appelé stipe. Ce stipe qui a une épaisseur sensiblement la même partout, porte une couronne de feuilles au sommet; à sa base il a la faculté d'émettre des drageons. Il est généralement marqué par des cicatrices sous formes d'anneaux et qui sont laissées par la base de feuilles tombées (Figure 01).

Cependant, la partie aérienne ou la couronne se trouve au niveau du phyllophore, elle est formée de palmes disposées en hélice et sont données par le bourgeon terminal, en moyenne 10 à 20 palmes par an. Elles restent en activité durant une période de 4 à 7 ans (**Espiard, 2002**).

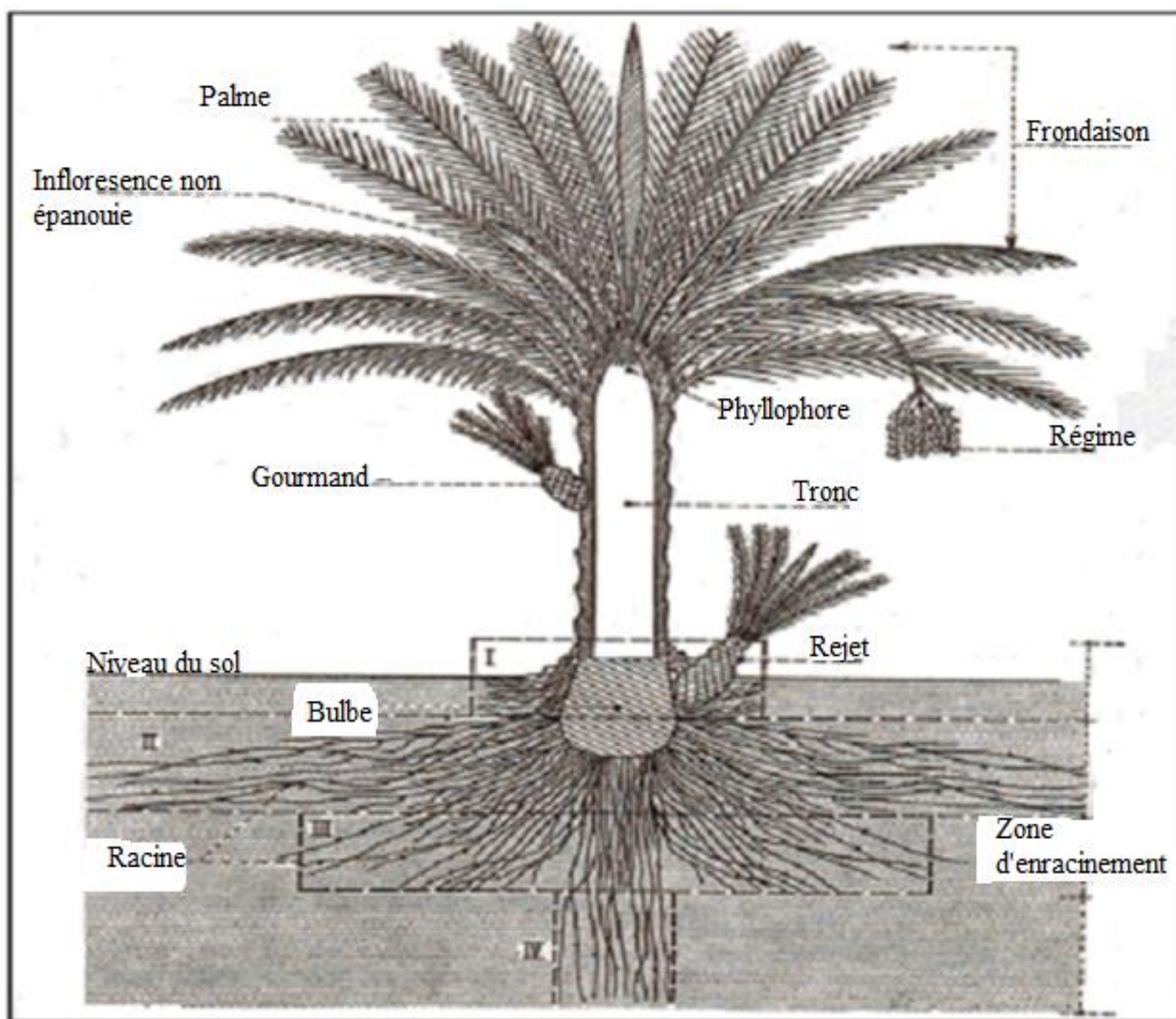


Figure 01 : Schéma du palmier dattier (Meunier, 1973).

I.3.3. Cycle de développement

Selon **Belguedj (2002)**, le palmier dattier en Algérie comporte généralement quatre phases :

- | | |
|----------------------------|---|
| • Phase I : jeune | Croissance et développement (5 -7 ans). |
| • Phase II : juvénile | Période d'entrée en production (30 ans). |
| • Phase III : adulte | Début de décroissance de production (60 ans). |
| • Phase IV : de sénescence | Chute de la production (80 ans et plus). |

I.3.4. Cycle végétatif annuel et cultural du palmier dattier

Le cycle végétatif annuel du palmier dattier est résumé dans le tableau 01. Nous retenons que la phase critique de nouaison est en mois d'avril- mai. De même, le reste des stades de l'évolution du fruit sont d'une importance capitale pour le rendement de production, cette phase s'étale entre le mois de juin jusqu'au mois de septembre (**Belguedj, 2002**).

Tableau 01 : Calendrier du cycle végétatif annuel du palmier dattier (Belguedj, 2002).

| Stade et périodes | Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Apparition des spathes (Floraison) | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Croissance des spathes | | | ■ | | | | | | | | | | |
| Ouverture des spathes (fécondation) | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Nouaison | | | | | | ■ | | | | | | | |
| Grossissement des fruits | | | | | | | ■ | ■ | | | | | |
| Pré-maturation (bser) | | | | | | | | | ■ | | | | |
| Maturation (tmar) | | | | | | | | | | ■ | | | |
| Récolte | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Repos végétatif | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

Ce calendrier dépend des variétés et des conditions climatiques et des variétés considérées (précoce, normale ou tardive).

Le calendrier cultural illustré par le tableau 02, montre les phases les plus importantes de l'entretien des palmeraies.

Tableau 02 : Calendrier cultural annuel du palmier dattier (Ben Kalifa et al., 2003).

| Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Juin | Juil | Août | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Pollinisation | | ← | → | | | | | | | | | |
| Ciselage/ Descente des régimes | | | | | ← | → | | | | | | |
| Grappillage/ enlèvement des palmes | | | | | | | | ← | → | | | |
| Récolte(10 oct.) / Nettoyage | | | | | | | | | | ← | → | |
| Travail du sol sous palmier / Amendement fumier | | → | → | → | | | | | | | | |
| Enlèvement des rejets / transplantation | | | | | | ← | → | | | | | |

I.4. Répartition géographique du palmier dattier

I.4.1. En Algérie

En général, les palmeraies Algériennes sont localisées au Nord-Est du Sahara au niveau des Oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables (**Belguedj, 2001**).

Le palmier dattier est cultivé au niveau de 17 wilayas seulement, pour une superficie de 120 830 hectares. Cependant, quatre principales wilayas représentent 83,6 % du patrimoine phoenicicole national : Biskra 23 %, Adrar 22 %, El-Oued 21 % et Ouargla 15 %. Le tableau 3 montre la répartition du palmier dattier en Algérie.

Tableau 03 : Nombre de palmiers dattiers en Algérie (**Anonyme, 2002**).

| Wilayas | Deglet-Nour (Dattes fines) | Ghars et analogues (Dattes molles) | Degla-Beïda et analogues (Dattes sèches) | Total palmier dattier | Nombre de palmier en rapport |
|-------------|----------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| Adrar | 0 | 0 | 2 150 904 | 2 904 150 | 2 860 071 |
| Laghouat | 8 470 | 7 650 | 11 580 | 27 700 | 12 580 |
| Batna | 700 | 3 900 | 21 270 | 25 870 | 25 330 |
| Biskra | 1 964 460 | 436 530 | 748 200 | 3 149 190 | 5 802 012 |
| Bechar | 5 650 | 0 | 0 | 770 030 | 360 150 |
| Tamanrasset | 2 940 | 0 | 0 | 417 140 | 167 760 |
| Tebessa | 49 550 | 49 550 | 10 650 | 68 970 | 25 200 |
| Djelfa | 2 610 | 860 | 210 | 3 680 | 1 610 |
| M'sila | 0 | 0 | 18 000 | 18 000 | 14 000 |
| Ourgla | 1 092 330 | 783 850 | 193 130 | 2 310 069 | 1 130 667 |
| El-Bayadh | 0 | 45 900 | 0 | 193 130 | 22 500 |
| Illizi | 2 250 | 16 340 | 73 030 | 91 620 | 49 930 |
| Tindouf | 350 | 24 250 | 0 | 24 600 | 3 200 |
| El-oued | 1 884 030 | 703 330 | 296 300 | 2 660 883 | 2 580 238 |
| Khenchla | 21 290 | 44 800 | 7 370 | 73 460 | 51 040 |
| Naâma | 0 | 19 600 | 2 600 | 22 200 | 15 250 |
| Ghardaia | 377 100 | 154 400 | 378 900 | 910 400 | 631 600 |
| Totale | 3 559 930 | 1 660 761 | 4 048 710 | 13 505 880 | 9 300 370 |

Ce tableau montre que sur un nombre de 13.50 millions de plants cultivés, 69.4% sont productifs.

I.4.2. 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 (**Toutain, 1996**).

Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^{ème} siècle. Sa culture n'a débutée réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés irakiennes **(Bougedoura, 1991)**.

Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie **(Bougedoura, 1991)**.

Chapitre II

II.1. Description de la datte

La datte fruit du palmier dattier, ce sont des baies à une seule graine « noyau », avec un mésocarpe « la pulpe » épais et charnu recouvert d'un péricarpe très fin. Le noyau est dur avec un endocarpe réduit à une mince membrane (**Meunier, 1973 ; Benchelah et Maka, 2006**).

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. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brune plus ou moins foncées (**Djerbi, 1994**).

La figure 2 montre une coupe longitudinale d'une datte et d'un noyau.

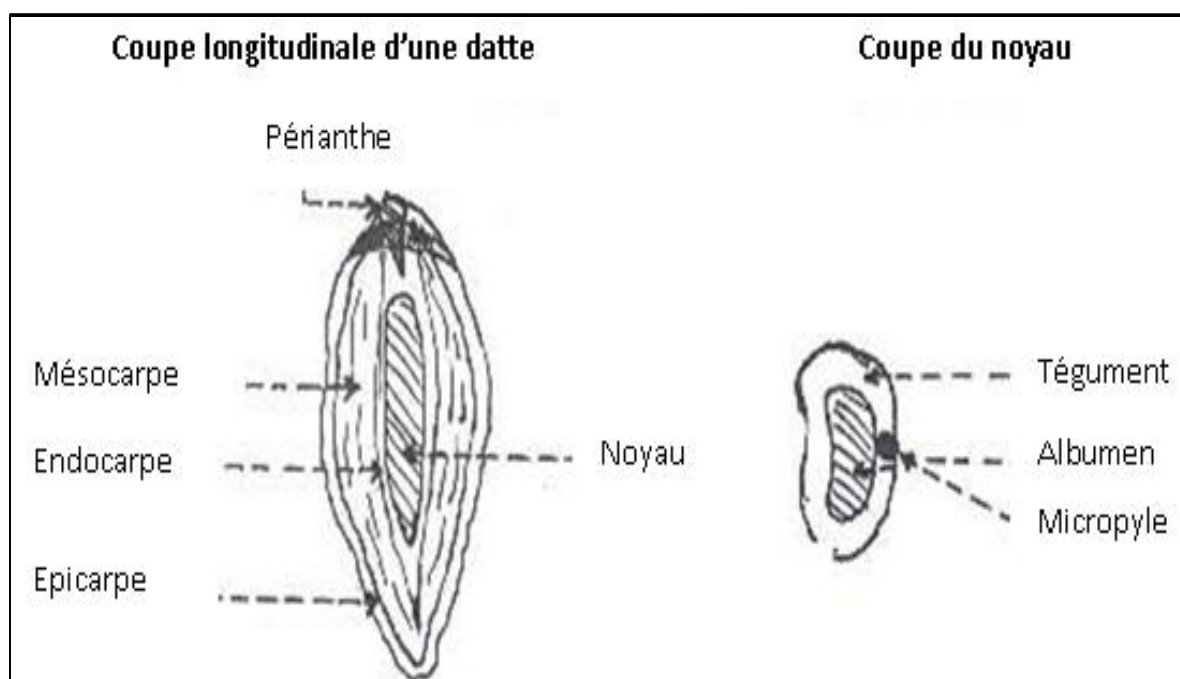


Figure 02: Datte et noyau du palmier dattier (**Belguedj, 2001**).

II.2. Formation et maturation de la datte

La maturation est longue, elle débute vers les mois de mars-avril, tandis que la récolte commence en octobre, dans le nord du Sahara. Dans les oasis du Sahara centrale, on cueille les premières dattes dès le mois d'août, et même en juillet. Dans le Sud, le régime des pluies diffère, on doit alors cueillir les dattes à la fin de la saison sèche, début juillet, avant les pluies d'été (**Meunier, 1973 ; Benchelah et Maka, 2006**).

Chaque étape de la maturation de la datte a été identifiée nominalement, ce qui permet de suivre l'évolution du fruit au cours de son développement. Les expressions utilisées sont celles de la nomenclature Irakienne adoptées par de nombreux auteurs. Le tableau 04 illustre les nomenclatures des différents stades d'évolution adoptées dans quelques pays producteurs de dattes.

Tableau 04 : Stades d'évolution et appellation de la datte (Meunier, 1973).

| Payes | Stades de développement de la datte | | | | |
|-------------------|-------------------------------------|----------|--------|--------------------|------|
| | I | II | III | IV | V |
| Sahara Algérienne | Loulou | Kh'lal | Bser | Mretba ou Martouba | Tamr |
| Irak | Haba-bouk | Kimiri | Khalal | Routab | Tamr |
| Libye | - | Gamag | Bissir | Routab | Tamr |
| Mauritanie | Zeï | Tefejena | Engueï | Blah | Tamr |

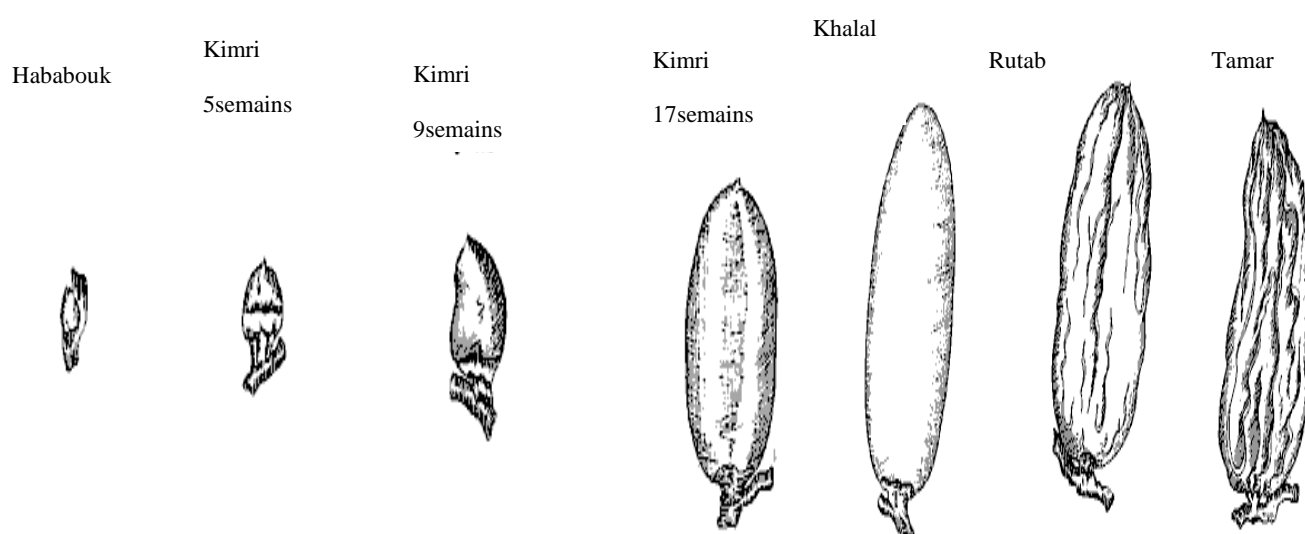
- **Stade I (Hababouk)** : stade qui suit la pollinisation.

- **Stade II (Kimiri)** : caractérisé par le grossissement des dattes (augmentation du poids et du volume), un taux d'humidité élevé, une accumulation de sucres réducteurs et une très forte acidité.

- **Stade III (Khalal)** : marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, du saccharose et de la matière solide, alors que l'acidité et le taux d'humidité décroissent.

- **Stade IV (Routab)** : la datte devient molle et perd son astringence (les tannins sous la peau précipitent sous forme insoluble).

- **Stade V (Tamr ou Mûr)** : correspond à l'étape finale de la maturation du fruit ; la datte a alors perdu presque toute son eau (Booij et al., 1992). La figure 03 résume les différents changements de la datte au cours de son développement.

**Figure 03** : Formation et maturation des dattes (Barreveled, 1993).

II.3. Classification des dattes

D'après la consistance, on a coutume de distinguer à maturité trois catégories de dattes : les molles, les sèches, les demi-molles (la *Deglet Nour* est un bon exemple de demi-molle) (Booij et al., 1992).

- **Les dattes sèches** : moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Selon les investigations Degla-Beida tout particulièrement, Mech-Degla, Frezza ... sont les plus répandues en Algérie.

- **Les dattes demi-molles** : de 20 à 30% d'humidité, elles occupent une position intermédiaire à l'exception de la Deglet-Nour, datte à base de saccharose par excellence (Cook et Furr, 1952).

- **Les dattes molles** : taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose).

II.4. La production de dattes

II.4.1. La production Algérienne

Selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural : la production des dattes enregistrée au cours de la campagne 2010-2011 a atteint plus de 7,24 millions de quintaux pour un objectif global retenu au titre des contrats de performances (2011) de 7,11 millions de quintaux. Il est à souligner que c'est la première fois que la production a dépassé le seuil des 7 millions de quintaux.

Les wilayas de Biskra et El Oued réalisent à eux deux près des deux tiers de la production nationale (62%).

Sur 16 wilayas productrices de dattes, 11 wilayas ont atteint et même dépassé leurs objectifs (Biskra et Adrar) et 05 wilayas par contre n'ont pas réalisé leurs objectifs en la matière, notamment les wilayas de Ouargla, Ghardaïa, El Bayadh, Tindouf et Naâma.

Sur un total de 177 communes productrices de dattes, les trois communes leaders dans la production des dattes sont : Djamaa (320.200 quintaux), Sidi Amrane (318.200 quintaux) situées dans la wilaya d'El Oued et Tolga (241.000 quintaux) dans la wilaya de Biskra. Elles totalisent à elles seules 12% de la production nationale.

II.4.2. La production mondiale

Selon l'Agence Nationale de Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier de Maroc. La production mondiale de dattes est évaluée à 3,7 millions de tonnes dont environ 70% sont générés par les pays arabes. De surcroît, sa répartition entre pays producteurs révèle que plus de 40% du tonnage global est assuré par l'Égypte (15,6%), l'Arabie Saoudite (14,5%), l'Iraq (13,4 %) et le Maroc avec environ 3% de la production moyenne mondiale de dattes comme la montre la figure suivante :

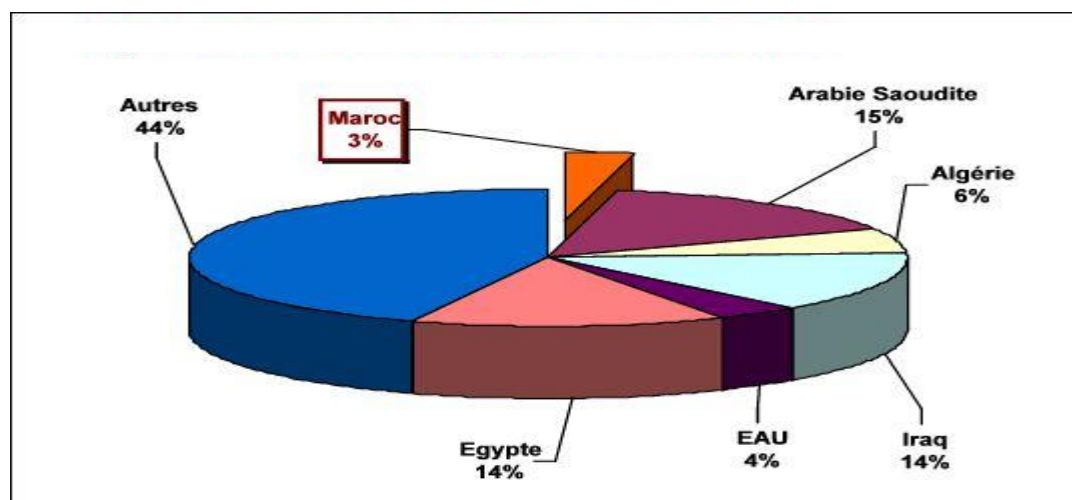


Figure 04 : Répartition mondiale de la production des dattes (Agence Nationale de Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier de Maroc).

II.5. Composition biochimique de la datte

La datte est constituée de deux parties distinctes : une comestible « la pulpe ou la chair » et une autre non comestible « noyau » qui révèlent des compositions très intéressantes.

II.5.1. Composition biochimique de la pulpe

Le sucre et l'eau sont les constituants prédominants de la chair. C'est leurs proportions qui déterminent la consistance de la datte (Meunier, 1973). En plus de ces deux composés, la pulpe renferme : des fibres, des éléments minéraux, des protéines, des lipides, des polyphénols, des vitamines...etc.

II.5.1.1. L'eau : La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie généralement entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19 % (Amelle, 2008).

II.5.1.2. Les glucides : les sucres sont le constituant le plus prédominant de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélée essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (Estanove, 1990 ; Acourene et al., 1997). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faibles proportions tels que : le galactose, le xylose...etc.

Les dattes constituent une source de prédilection de sucres avec une teneur de 60 et 80% contre environ 12 à 20% dans le cas de la betterave et la canne à sucre (Decloux, 2008). Il n'y a aucune raison de les purifier (sucres de dattes) entièrement et de les débarrasser de toute trace de minéraux et micronutriments avant de les utiliser dans la confection des aliments (Rémésy, 2008).

II.5.1.3. Les protides et les lipides : les dattes présentent des teneurs faibles en composés protidiques, généralement moins de 3% (MS) (Khallil et al., 2002 ; Besbes et al., 2009).

Les matières grasses sont pratiquement absentes dans la pulpe (moins de 0,5% MS) (Benchellah et Maka, 2008).

II.5.1.4. Les fibres : une grande partie de ces composés sont insolubles constituées principalement par la cellulose.

Les dattes fines, comme la Deglet-Nour, ne contiennent qu'une faible proportion en cette substance, mais des proportions plus élevées atteignant parfois plus de 10 % dans le cas des dattes communes particulièrement fibreuses (**Meunier, 1973**).

Selon **Bonaz et al. (2007)**, il se pourrait que l'augmentation de la consommation des sucres raffinés, la diminution de la consommation de fibres, de vitamines, de sels minéraux et d'acides gras essentiels jouent un rôle dans les maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin.

II.5.1.5. Les minéraux : la caractéristique la plus remarquable des dattes réside dans la présence de minéraux et d'oligoéléments particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs (tableau 5).

II.5.1.6. Les vitamines : la pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance. En général, elle contient des caroténoïdes et des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamine C (**Meunier, 1973**). Dans le tableau 5 sont présentées les compositions en différents minéraux et vitamines de la pulpe de datte.

Tableau 5 : Minéraux et vitamines pour 100 g de pulpe (**Benchelah et Maka, 2008**).

| Minéraux | | Vitamines | |
|-----------|--------------|-----------------------|--|
| Potassium | 670 à 750 mg | B3 | 1,7 mg |
| Calcium | 62 à 65 mg | B5 | 0,8 mg |
| Magnésium | 58 à 68 mg | B2 | 0,10 mg |
| Fer | 3 mg | B6 | 1,15 mg |
| Phosphore | 3 mg | VitaminesPP signalées | 0,03 mg |
| Cuivre | 3 mg | provitamines A | |
| Zinc | 3 mg | La vitamine C | Présente en faible quantité dans la datte fraîche, a presque disparu dans la datte sèche |
| Manganèse | 3 mg | | |
| sodium | 1 à 3 mg | | |

II.5.2. Composition biochimique du noyau

Dans le tableau 6 est citée la composition des noyaux de deux dattes Mauritanienne et Irakienne.

Tableau 6: Composition biochimique de noyau de dattes (Meunier, 1973).

| Constituant | Noyau (Mauritanie) % | Noyau (Irak) % |
|-------------|----------------------|----------------|
| Eau | 7.16 | 6.46 |
| Cendres | 1.22 | 1.12 |
| Lipides | 8.86 | 8.49 |
| Protides | 6.54 | 5.22 |
| Glucides | 58.90 | 62.51 |
| Cellulose | 17.32 | 16.20 |

Selon **Djerbi (1994)**, le noyau constitue donc un sous produit des plus intéressants, qui ne doit pas être négligé et doit être récupéré au niveau des ateliers de traitement et de conditionnement.

II.6. La technologie de la datte et la mise en valeur des déchets

II.6.1. La technologie de la datte

La technologie de la datte recouvre toutes les opérations qui, dès la récolte à la commercialisation, ont pour objet de préserver toutes les qualités des fruits et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommables, à l'état, en divers produits, bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (**Estanove, 1990**).

II.6.1.1. Le conditionnement de la datte

Le conditionnement des dattes, concerne l'ensemble des opérations effectuées après la cueillette et destinées à présenter un produit fini prêt à être consommé. Ces opérations sont : la désinsectisation, le triage, le lavage éventuel, l'humidification et / ou le séchage, l'enrobage éventuel par le sirop, la mise en caisse ou en boîte et l'entreposage frigorifique (**Abdelfateh, 1989**).

II.6.1.2. La Transformation de la datte

Des milliers de tonnes de dattes restent non utilisées et peuvent dépasser les 30 % de la production, qui pourrait être valorisées (récupérées et transformées), d'après les statistiques du Ministère de l'Agriculture (2001).

Par ailleurs, le secteur phoenicicole, malgré les richesses qu'il procure dans les zones désertiques très difficiles, accuse un retard technologique. En effet, dans le domaine de la technologie de la datte et sa valorisation, les systèmes pratiqués sont restés archaïques.

Les produits qui peuvent être issus de la transformation de la datte sont très divers :

a. La pâte et la farine (poudre) de datte

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de datte. La fabrication est faite mécaniquement. La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (**Espiard, 2002**).

La farine est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants et yaourt (**Benamara et al., 2008**). Le sucre raffiné affecte la couverture des minéraux, vitamines et autres micronutriments dont nous avons besoin (**Rémésy, 2008**).

D'après **Bonaz et al. (2007)**, il peut être même à l'origine des MICI (maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin). Les poudres de dattes sont accompagnées d'une fraction non énergétique végétale très complexe, fibres, minéraux et des micronutriments protecteurs, indispensables au bon fonctionnement de notre organisme.

b. Sirop, crèmes et confitures de dattes

Selon **Espiard (2002)**, cette gamme de produit est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte. Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité. D'après **Besbes et al. (2009)**, les confitures produites à base des variétés tunisiennes *Allig* et *Kentichi* ont révélés des caractéristiques très satisfaisantes.

II.6.2. Mise en valeur des déchets

Les dattes abîmées et de faible valeur marchande peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucre pour la production de :

II.6.2.1. Biomasse et protéines unicellulaires

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard, des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes ont été réalisés. Selon (**Mehaia et Cheryan, 1991**), l'analyse des biomasses produites montre leur richesse en protéines à raison de 32 à 40 % de poids sec.

II.6.2.2. Alcool et Vinaigre

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. Selon **Touzi (1997)**, l'alcool éthylique a été produit au laboratoire avec un rendement de 87 %.

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre. Ce dernier est produit à partir d'un jus de dattes par une double fermentation, alcoolique puis acétique. La première par *Saccharomyces uvarum* ou *Saccharomyces cerevisiae* (**Mehaia et Cheryan, 1991**) suivie d'une acétification par *Acetobacter aceti*.

D'après **Ould El Hadj et al. (2001)** la double fermentation spontanée des dattes trempées dans l'eau permet la production d'un vinaigre traditionnel très apprécié au sud Algérien.

II.6.2.3. Acide citrique

Selon **Roukas et Kotzekidou (1997)**, l'acide citrique est produit par fermentation (*Aspergillus niger*) du sirop de dattes. Le prétraitement du sirop par l'addition de 4% (v/v) de

méthanol puis traitement avec tricalcium phosphate à 2% augmente la quantité d'acide citrique produite de 55 à 90 g/l.

II.6.2.4. Aliments de bétail

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous produits intéressants pour l'alimentation du bétail. L'incorporation de 10 % de la poudre des noyaux de dattes dans l'alimentation des poulets est sans influence négative sur leurs performances (**Guattieri et Rappaccini, 1994**).

La figure 5 résume l'ensemble de produits dérivant de la transformation de dattes

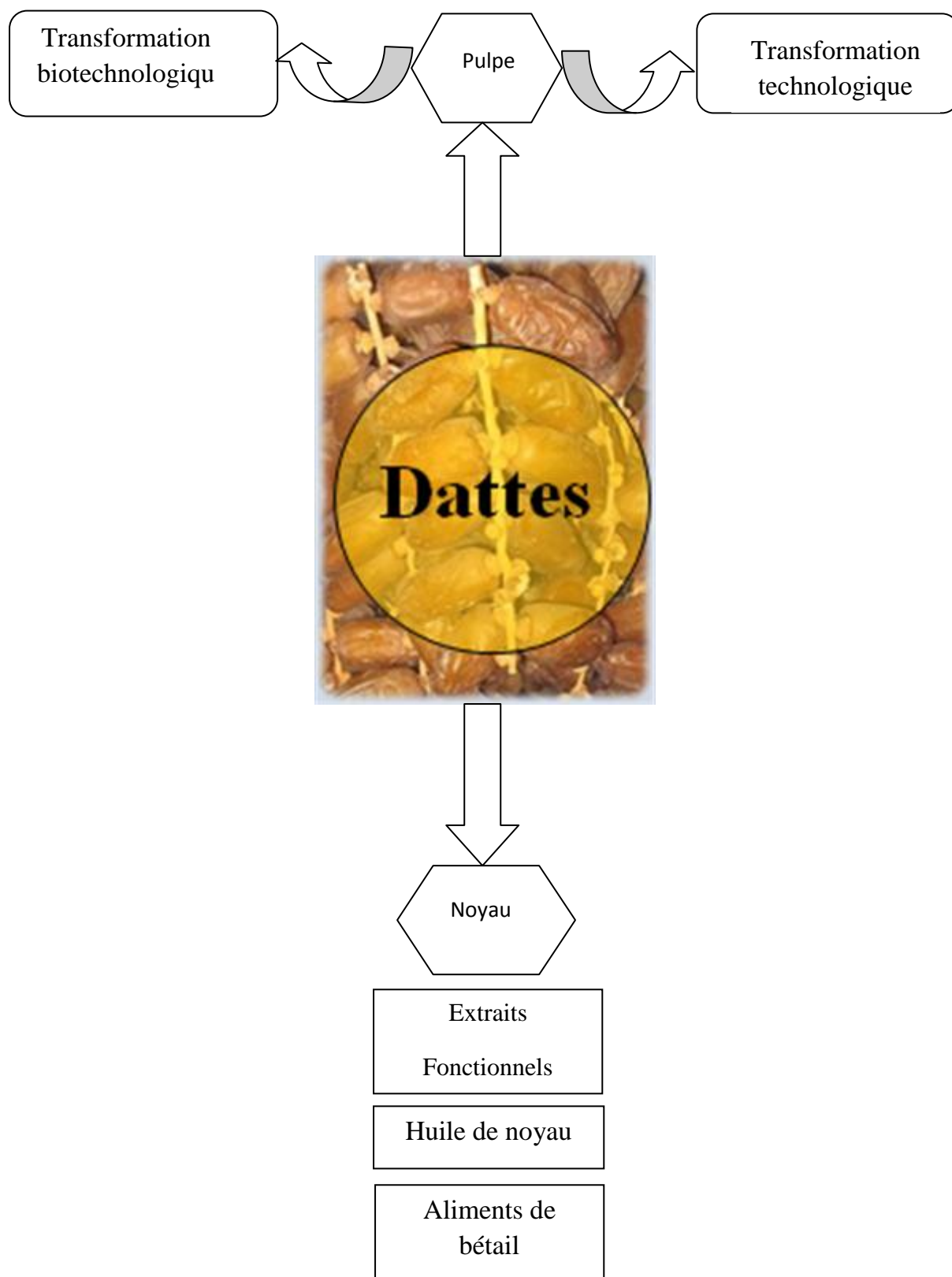


Figure 05 : Technologies de la datte (Estanove, 1990).

II.7. Profil phénolique de la datte et son pouvoir antioxydant et antimicrobien

Selon **Mansouri et al. (2005)**, toutes les variétés de dattes étudiées contiennent approximativement le même type de composés phénoliques avec de légères différences.

II.7.1. Les acides cinnamiques

Il a été établi que l'activité antioxydante des dattes est due à la présence de composés hydrosolubles qui possèdent un puissant pouvoir de neutralisation de radicaux libres, incluant les composés phénoliques, principalement les acides cinnamiques et leurs dérivés, les acides, férulique, coumarique et sinapique sont les composés principaux de toutes les variétés étudiées (**Vayalil, 2002 ; Mansouri et al., 2005 ; Biglari et al., 2008**).

II.7.2. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont une classe de composés naturels responsables de la coloration jaune, orange, rouge, synthétisés par les plantes, les algues, et les bactéries photosynthétiques. Ce sont des pigments lipophiles possédant plusieurs activités dont la plus connue est la propriété antioxydante (**Nève, 2002**). Elles sont largement utilisés dans les industries cosmétique et pharmaceutique pour leurs propriétés antioxydantes, leur capacité photo-protectrice et leur activité provitaminique A (**Stahl et al., 2000**).

Les caroténoïdes protègent les systèmes biologiques des dommages dus aux radicaux libres (surtout l'oxygène singulet), et elles peuvent inhiber les radicaux libres par transfert d'hydrogène (**Beutner et al., 2001**).

Les caroténoïdes ont été proposés comme agents préventifs ayant un potentiel important qui peut réduire le risque de différents cancers (**Rao et al., 1999 ; Paolini et al., 2001**), entre autre les cancers de la prostate et du sein. La consommation des caroténoïdes tels que la β -ryptoxanthine, le lycopène, le β -carotène, a un effet préventif sur le modèle animal contre le carcinome du colon.

II.7.3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont connus pour leurs nombreuses propriétés biologiques (activités antivirales, anti-inflammatoires et anticancéreuses) attribuées en partie, à leur capacité à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles (OH°) et superoxydes ($\text{O}_2^\circ \cdot$) (**Marfak, 2003**).

Les flavonoïdes réagissent avec de nombreux radicaux libres tels que les radicaux superoxydes ($\text{O}_2^\circ \cdot$), peroxyde (ROO°), alkoxyde (RO°) et hydroxyle (OH°), par transfert d'hydrogène de la fonction alcool. Les flavones et les catéchines sont les flavonoïdes les plus efficaces dans la protection de l'organisme contre les espèces réactives de l'oxygène ROS (**Ghedira, 2005**). Elles peuvent inhiber les réactions enzymatiques impliquées dans le stress oxydant. Il a été démontré que certains flavonoïdes comme l'apigénine, la quercétine et la myricétine inhibent fortement la xanthine oxydase qui catalyse la réaction de transformation de l'hypo-xanthine en xanthine et cette dernière en acide urique (**Da Silva et al., 2004**).

La plupart des flavonoïdes identifiés sont des flavones. Toutefois, quelques flavonols et flavanones sont détectés. Comparés aux acides cinnamiques détectés, la concentration des flavonoïdes est très basse (**Mansouri et al., 2005**).

Les polyphénols se caractérisent par des propriétés antimicrobiennes, hypolipidémiques, hypocholestérolémiantes anticancérogènes (**Mulinacci et al., 2001**).

Sabah et al. (2007) et Ammar et al. (2009), ont rapporté que les extraits méthanoliques et acétoïques de *Phoenix dactylifera* ont un effet inhibiteur vis-à-vis plusieurs bactéries Gram (+) et Gram (-). Une ancienne étude a montré que les extraits de fruits de palmier dattier ont neutralisé l'activité hémolytique des exotoxines des streptocoques (**Nizar et al., 1999**).

Chapitre III

III.1. Historique

Originaire d'Asie, le yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de « yoghurmark », mot turc signifiant « épaissir » (**Tamime et Deeth, 1980**).

Dans le sillage des découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique de nombreux chercheurs s'intéressent aux microorganismes présents dans le lait. En 1902, Ris et Khoury, deux médecins Français isolent les bactéries présentes dans un lait fermenté égyptien. Metchnikoff (1845-1916) isole ensuite la bactérie spécifique du yaourt « le bacille bulgare », analyse l'action acidifiante du lait caillé et suggère une méthode de production sûre et régulière (**Rousseau, 2005**).

De nombreux d'autres produits sont arrivés : lait fermentés probiotiques, lait fermentés de longue conservation (pasteurisé, UHT, lyophilisé ou séchés) et produits « plaisirs » (à boire ou glacés) (**Ramchandran, 2009**).

L'apparition du yaourt brassé a constitué une autre étape importante de la commercialisation des laits fermentés. En outre le développement commercial des produits probiotiques est important et correspond à une demande de consommateur (**Ramchandran, 2009**).

Récemment il ya une augmentation dans la fabrication des produits fortifiés avec les fruits dont le yaourt pour obtenir des yaourts à base de fruits. Les fruits additionnés peuvent être fraîches, sèches ou lyophilisés, la quantité ajoutée comprise entre 10 et 30% (**Helferich et Westhoff, 1980**).

Parmi les fruits utilisés comme additifs en yaourterie, on trouve les dattes à cause de leurs richesse en éléments minéraux (Ca, Na, Fe,...etc.), fibres, protéines, sucres ...etc (**Ahmed et Ramaswamy, 2006**).

Plusieurs essais pour la production des yaourts à base de dattes (ou poudre de dattes) ont effectués. On cite celui d'**Amellel, (2008)** qui a essayé de fabriquer un yaourt à base de poudre de dattes de trois variétés sèches Algériennes : Mech-Degla, Degla-Beida, et Frezza. Elle a obtenu des yaourts riches en éléments minéraux, vitamines, acides aminés et polyphénols.

De même **Kadam et al. (2010)**, ont utilisé la poudre de dattes de la variété Berhi et celle de la variété Safri (variétés Indiennes) à des concentrations variables dans la fabrication des yaourts à base de fruits. Ils ont obtenu des yaourts de bonne qualité physicochimique et organoleptique. Ils ont confirmé que les poudres de ces deux variétés de dattes constituent un nouvel ingrédient dans la fabrication du yaourt et qui améliore la qualité nutritionnelle et organoleptique de ce produit.

III.2. Définition du yaourt et réglementation

D'après le *Codex Alimentarius*, le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus delbrueckii* sous espèce *bulgaricus* (*Lb. bulgaricus*) et de *Streptococcus salivarius*, sous espèce *thermophilus* (*St. thermophilus*)

A partir du lait frais ainsi que de lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichis en extrait sec) avec ou sans addition de substances (lait en poudre, poudre de lait écrémé, les

protéines lactosériques concentrées ou non, la caséine alimentaire...etc.). Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants (à raison d'au moins 10^7 bactéries/g).

La quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,8 g/100 g lors de la vente au consommateur (Mahaut et al., 2000).

Les critères pris en compte par le *Codex Alimentarius* et la FIL (la Fédération Internationale laitière) dans la réglementation du yaourt sont les suivants (Luquet et Carrieu, 2005).

. **Dénomination du produit** : elle varie selon les langues, mais les termes les plus utilisés sont « yoghurt », « yoghurt » ou « yaourt ».

. **Types de produit** : ils sont définis souvent en fonction de leur teneur en matière grasse ou de l'adjonction éventuelle d'ingrédients (yoghourt partiellement écrémé ou maigre, yoghurt écrémé, le yoghurt sucré et le yoghurt nature).

. **Le type de ferment utilisé** : selon la FIL, et de nombreux pays, la dénomination « yaourt » nécessite l'utilisation obligatoire et exclusive des deux ferments caractéristiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*.

. **La quantité de ferment contenue dans le produit fini** : la FIL fixe la quantité de ferments vivants, égale à 10^7 bactéries par gramme rapportés à la partie lactée jusqu'à la date limite de consommation.

. **La viabilité de la flore lactique** : flore viable pendant toute la durée de vie.

. **Ingrédients laitiers** : lait pasteurisé, congelé, écrémé, concentré, en poudre, crème et caséinesetc.

. **Ingrédients non laitiers** : une multitude d'ingrédients peut être incorporée dans le yaourt. Il peut s'agir par exemple de fruits sous différentes formes (purée, jus, pulpe, sirop etc.), de céréales, de légumes ou de sucre. La quantité d'ingrédients non laitiers est fixée par le *Codex Alimentarius*, la FIL et la plupart des pays à moins de 30% en poids du produit fini.

. **pH** : La FIL préconise une teneur de 0,7% d'acide lactique. Cette valeur est respectée dans certains pays avec une variabilité de 0,6 à 15%. Certaines normes imposent un pH inférieur à 4,5 ou 4,6.

. **Taux de matière grasse** : Il doit être minimum, inférieur à 3%(m/m) dans le cas des yaourts (nature, sucré ou aromatisé), compris entre 0,5 et 3% dans le cas des yaourts partiellement écrémés et 0,5% dans les yaourts écrémés.

. **Teneur en protéines** : elle est égale à 2,8% dans le produit fini.

En fonction de la technologie de fabrication, les yaourts sont divisés en deux groupes (Luquet et Carrieu, 2005).

. **Yaourts fermes**, dont la fermentation a lieu en pots. Ce sont généralement des Yaourts nature ou aromatisés.

. **Yaourts brassés**, dont la fermentation a lieu en cuves avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts brassés nature ou aux fruits

III.3. caractéristiques nutritionnelles et thérapeutiques du yaourt

Les yaourts, au même titre que le lait, sont des aliments intéressants d'un point de vue nutritionnel (richesse en calcium et en vitamines, équilibre entre les fractions glucidiques, protéiques et lipidiques). En outre, ils présentent un certain nombre d'avantages par rapport au lait non transformé (**Tamime et Robinson, 2001**).

III.3.1. Amélioration de la digestibilité du lactose

Les probiotiques permettent d'améliorer la digestibilité de nombreux nutriments : leur rôle essentiel est de garantir une bonne hygiène digestive en favorisant la dégradation et l'absorption de certains aliments (**Vasiljevic et Shah, 2008**).

L'intolérance au lactose est due à l'absence de l'assimilation du lactose, le principal glucide du lait. Celle-ci est la conséquence d'un défaut de synthèse de la lactase, l'enzyme digestive du lactose. Cette anomalie provoque de nombreux troubles gastro-intestinaux chez les sujets sensibles (**Gobbetti et al., 2004 ; Korhonen et Pihlanto, 2006**).

De multiples travaux ont montré que la lactase véhiculée par certaines bactéries lactiques participait dans l'intestin à la digestion du lactose. La lactase retrouvée dans les bactéries du yaourt a une membrane qui est très facilement attaquée par les acides biliaires (sécrétés lors de la digestion). Ceci explique l'excellente digestion du lactose du yaourt (90 %) (contenant les deux bactéries *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) chez les sujets pourtant déficients en lactase (**Gobbetti et al., 2004 ; Korhonen et Pihlanto, 2006**).

En pratique clinique, le remplacement du lait par du yaourt conduit à une meilleure absorption et à une meilleure tolérance du lactose chez les sujets présentant une intolérance primaire au lactose ou une intolérance secondaire survenant au cours de diarrhées persistantes ou après résection intestinale étendue (**Vasiljevic et Shah, 2008**).

III.3.2. Amélioration de la digestibilité des protéines

L'assimilation des protéines du lait est meilleure s'il est consommé sous forme de yaourt ou de lait fermenté. En effet, du fait de l'activité protéolytique des bactéries lactiques, les produits fermentés contiennent plus d'acides aminés libres que le lait avant la fermentation. De plus, les protéines contenues dans ces produits sont plus digestes que celles du lait. Leur structure, plus ouverte après le traitement thermique et la coagulation, facilite l'action des enzymes protéolytiques pendant le transit intestinal (**Singh et al., 2006**).

III.3.3. Teneur en vitamines et sels minéraux

Le calcium contenu dans les yaourts et les laits fermentés présente une meilleure biodisponibilité que celui du lait. Différents travaux ont montré qu'il est mieux absorbé et utilisé dans le yaourt que dans le lait (**Tamime et Robinson, 2001**).

Les lactobacilles sont normalement exigeants en vitamine B pour leur développement. Mais ces bactéries, dans certains cas, sont capables de synthétiser des vitamines B : la thiamine

(B1), la riboflavine (B2), la niacine (B3), l'acide panthothénique (B5), la pyridoxine (B6), l'acide folique (B9) et la cyanocobalamine (B12). Les produits fermentés contiennent donc une quantité élevée de vitamines et de minéraux facilement assimilables par l'organisme (Santos et al., 2006). Le tableau suivant montre la composition comparée en vitamines du lait entier et d'un yaourt au lait entier.

Tableau 07: Composition comparée en vitamines du lait entier et d'un yaourt au lait entier (teneurs exprimées en µg pour 100 g de produit) (Tamime et Robinson, 2001).

| Vitamines | Lait | Yaourt |
|----------------------|-------|--------|
| Rétinol | 52 | 28 |
| Carotène | 21 | 21 |
| Thiamine(B1) | 30 | 60 |
| Riboflavine (B2) | 170 | 270 |
| Pyridoxine(B6) | 60 | 100 |
| Cyanocobalamine(B12) | 0,4 | 0,2 |
| VitamineC | 1000 | 1000 |
| VitamineD | 0,03 | 0.04 |
| VitamineE | 90 | 50 |
| Acide folique | 6 | 18 |
| Acide nicotinique | 100 | 200 |
| Acide pantothénique | 350 | 500 |
| Biotine | 1.9 | 2,6 |
| Choline | 12100 | - |

III.3.4. Activité antimicrobienne

L'inhibition des bactéries indésirables ou pathogènes par les probiotiques peut se faire de différentes façons. La production d'acides organiques (acide lactique ou acide acétique) à partir de glucides ingérés lors de la prise alimentaire limite, en abaissant le pH, le développement des *Escherichia coli* et des *Salmonella* (Donkor et al., 2007).

La baisse des coliformes dans le tube digestif serait due au pH très bas. Ce faible pH est obtenu grâce à l'apport de lait acidifié par de l'acide lactique. En milieu humide, les lactobactéries produisent du peroxyde d'hydrogène inhibiteur de nombreuses souches bactériennes pathogènes, mais respectant l'écosystème des bactéries elles-mêmes. Cette production de peroxyde d'hydrogène et d'acide lactique peut bloquer le développement de certaines espèces pathogènes comme le virus de la fièvre aphteuse, certains virus de la poliomyélite, certains champignons comme le *Candida Albicans*, ou encore certaines bactéries comme *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium butyricum*, *Pseudomonas spp.*, *Salmonella*. De plus, l'acidification favoriserait la régulation du transit intestinal (Vasiljevic et Shah, 2008).

III.3.5. Stimulation du système immunitaire

De nombreuses études réalisées chez l'animal ont montré que l'administration orale de divers probiotiques pouvait moduler certains composants de la barrière immunitaire au niveau muqueux et systémique (Trois et al., 2008).

Quatre travaux ont montré que l'ingestion chez l'homme de fortes quantités de bactéries du yaourt augmentait la capacité des lymphocytes à sécréter diverses cytokines, notamment l'interféron gamma après stimulation (**Trois et al., 2008**).

III.3.6. Amélioration de transit intestinal et la prévention de la diarrhée

Les Lactobacilles peuvent avoir des effets sur la constipation. Son administration même à faible dose améliore le transit intestinal et permet de réduire l'utilisation de laxatifs (**Tamime et al., 2005**).

Les bactéries lactiques modifient l'équilibre de la flore microbienne intestinale provoquant de ce fait une excitation de la muqueuse et des muscles. Cet effet est amélioré par un apport quotidien de fibres (**Tomasik et Tomasik, 2003**).

De même, la capacité des probiotiques pour prévenir la diarrhée du voyageur a fait l'objet de nombreuses études. La souche *Lactobacillus GG* est efficace en prévention de la turista. L'administration du probiotique durant la période à risque a permis de réduire l'apparition des diarrhées de 39,5 % chez les sujets traités (**Mastretta et al., 2002**).

Plusieurs travaux ont démontré un effet thérapeutique significatif et intéressant de probiotiques, notamment *Lactobacillus rhamnosus GG*, pour raccourcir la durée de la diarrhée en cas de gastroentérite. Un essai randomisé contrôlé a montré que l'administration chez des nourrissons hospitalisés de *Bifidobacterium sp.* et *S. thermophilus* diminuait significativement le risque de diarrhée et de portage de rotavirus (**Heinz, 2008 ; Teran et al., 2009**).

Plusieurs essais randomisés contrôlés ont montré que la souche de *Lactobacillus rhamnosus* administrée à des enfants atteints de gastro-entérite à rotavirus raccourcissait significativement la durée de la diarrhée (**Szymanski et al., 2006**).

III.3.7. Amélioration de statu antioxydant et antidiabétique

Plusieurs études ont montré que les bactéries lactiques ont des propriétés antioxydante (**Lin et Yen, 1999 ; Uskova, 2009**). Les mécanismes par lesquels ces bactéries exercent leurs actions antioxydantes sont le piégeage des espèces réactives d'oxygène, la chélation des ions métalliques, inhibition et/ou réduction de l'autooxydation de l'acide ascorbique (**Lin et Yen, 1999**).

La consommation de lait fermenté avec les lactobacilles permet d'augmenter le statu antioxydant et par conséquent une diminution de stress oxydatif (**Kullisaar, 2003 ;**

Hanie et al. (2012), ont montré par une étude portée sur des patients diabétiques (diabète type 2) que la consommation de 300g/j des probiotiques du yaourt permet d'améliorer le statu antioxydant et la glycémie à jeun chez les diabétiques. Ces résultats d'après eux permettent de dire que les probiotiques du yaourt constituent un aliment fonctionnel qui peut exercer des effets antidiabétiques et antioxydants.

III.4. La fabrication du yaourt

Les principales étapes qui entrent dans la fabrication des yaourts sont illustrées par la figure 06.

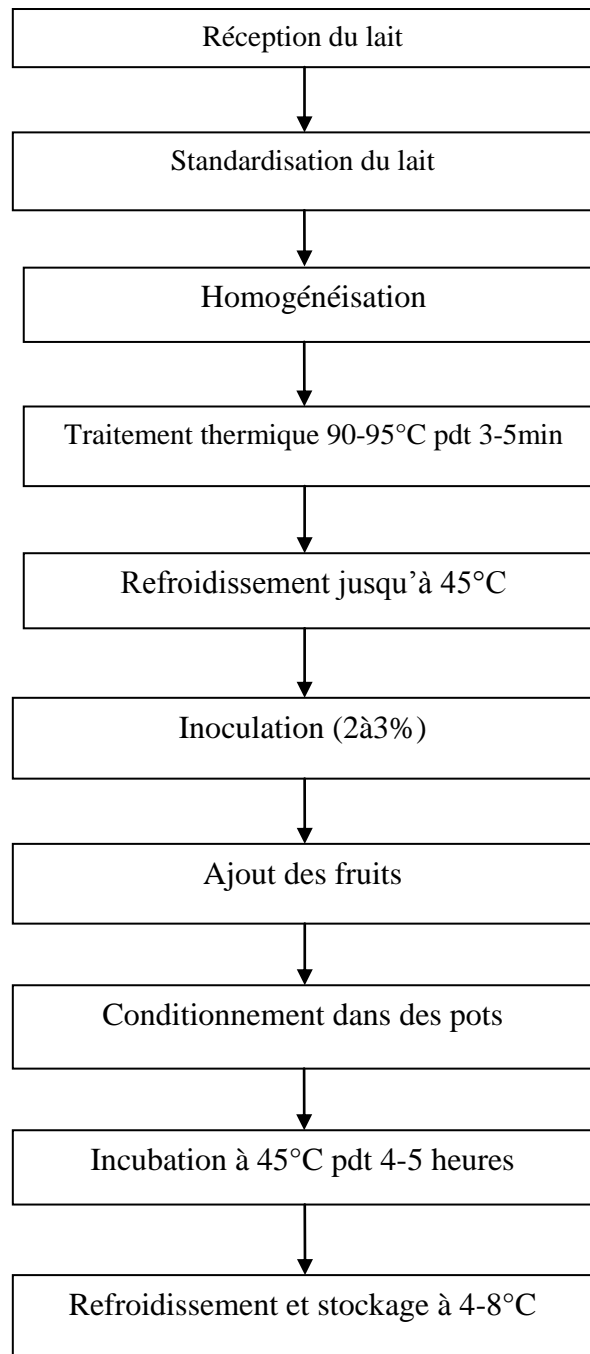


Figure 06 : Diagramme de fabrication d'un yaourt étuvé à base de fruits (Lee et Lucey, 2010).

III.4.1. Réception du lait

Il est généralement reconnu qu'on ne peut faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Dans cet esprit, il est primordial de mettre en place dès la réception du lait ou toutes autres matières premières, des méthodes et des procédures rapides et simples permettant de détecter les anomalies et les pertes possibles de contrôle (Lee et Lucey, 2010).

III.4.2. Standardisation du mélange

Pour bien assimiler l'importance de la standardisation ou de l'enrichissement du lait sur la qualité finale du yaourt, il est nécessaire de donner le rôle de chaque composante du lait (**Vignola, 2002**) :

- Le gras à un effet sur l'onctuosité et la sensation de douceur en bouche ;
- Le lactose est le substrat de fermentation et à un faible pouvoir sucrant, soit quatre fois plus faible que celui du sucre ;
- Les protéines, de par leur coagulation et leur capacité de liaison avec l'eau, agissent sur la texture, particulièrement sur la viscosité, la consistance, l'élasticité et la fermeté ;
- Les minéraux, comme des boulons travaillent à la stabilisation du gel.

III.4.3. Homogénéisation

Elle a principalement des effets sur deux composantes du lait, soit la matière grasse et les protéines (**Serra et al., 2009**). Elle réduit le diamètre des globules gras et permet ainsi une meilleure dispersion de celle-ci dans le produit, limite sa remontée au cours de l'incubation et donne une consistance plus uniforme au yaourt fabriqué (**Vignola, 2002**). Le tableau 08 donne les causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et les incidences sur la qualité du yaourt.

Tableau 08: Causes possibles d'homogénéisation inadéquate d'un mélange et incidences sur la qualité du yaourt (**Vignola, 2002**).

| Causes | incidences sur la qualité du yaourt |
|----------------------|---|
| Pression trop faible | <ul style="list-style-type: none"> - Séparation du gras, obtention de deux phases (présence d'une surface très crémeuse) - Présence d'un goût d'eau dans le produit - Non uniformité de la couleur - Produit plus liquide, donc une consistance et une viscosité moindres - Synérèse |
| Pression trop forte | <ul style="list-style-type: none"> - Diminution dans l'onctuosité - Viscosité et consistance inappropriées en raison d'un bris des protéines, produit plus liquide - Présence de mousse ou de bulles à la surface |

III.4.4. Traitement thermique

Le lait enrichi, éventuellement sucré, subit un traitement thermique. Le barème de traitement thermique le plus couramment utilisé est de 90-95°C pendant 3 à 5 minutes (**Mahaut et al., 2004; Paci Kora, 2004**). Ce traitement a de multiples effets sur la flore microbienne ainsi que sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du lait. Tout d'abord, il crée des conditions favorables au développement des bactéries lactiques. Il détruit les germes pathogènes et indésirables (**Boudier, 1990**) et inactive des inhibiteurs de croissance tels que

les lactopéroxydases (**Farkey et Imafidon, 1995**). Le traitement thermique a également un effet sur la conformation tridimensionnelle des protéines, induisant la modification de leurs propriétés fonctionnelles. Il dénature la majorité des protéines du lactosérum (85%) qui se fixent ainsi sur les molécules de caséines. Enfin, il modifie les équilibres salins, en entraînant une augmentation de la taille des micelles de caséines, de leur stabilité et de la quantité d'eau liée (**Mahaut et al., 2000**).

Au niveau rhéologique, ces modifications se traduisent par une amélioration après fermentation de la fermeté des gels (**Amellel, 2008**). De plus, le traitement thermique entraîne une production plus importante d'acétaldéhyde, le composé responsable de l'arôme "yaourt" (**Serra et al., 2009**).

III.45. Fermentation lactique

Le lait, enrichi et traité thermiquement, est refroidi à la température de fermentation, 40-45°C. Cette température correspond à l'optimum de développement symbiotique des bactéries lactiques (**Loones, 1994**). Leur inoculation se fait à un taux assez élevé, variant de 1% à 7%, pour un ensemencement indirect à partir d'un levain avec un ratio *St. thermophilus*/*Lb. bulgaricus* de 1,2 à 2 pour les yaourts nature, et pouvant atteindre 10 pour les yaourts aux fruits (**Boudier, 1990 ; Mahaut et al., 2000**). L'ensemencement direct à partir de bactéries lactiques concentrées congelées se fait à des taux de l'ordre de 0,03 %. Les deux espèces *St. thermophilus* et *Lb. bulgaricus* vivent en symbiose et en synergie. Lors de leur croissance, elles dégradent le lactose en acide lactique, entraînant une baisse du pH et la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles.

En outre, ces bactéries produisent des composés carbonyles volatils (l'acétaldéhyde, le diacétyl, l'acétoïne, l'acétate d'éthyle) et des exopolysaccharides qui participent, respectivement, à l'élaboration de l'arôme et de la texture des yaourts (**Loones, 1994**).

Lorsque le pH atteint une valeur comprise entre 4,7 et 4,3, un refroidissement en deux temps (rapide jusqu'à 25°C, puis plus lent jusqu'à 5°C) est appliqué afin de stopper la fermentation. En effet, l'activité des bactéries lactiques est limitée pour des températures inférieures à 10°C (**Tamime et Robinson, 1999**).

III.4.6. Conditionnement et stockage

Les yaourts, conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, sont stockés en chambres froides à 4°C en passant au préalable dans des tunnels de refroidissement. À ce stade, ils sont prêts à être consommés. La durée limite de leur consommation est de 28 jours (**Paci Kora, 2004 ; Luquet et Carrieu, 2005**).

Etude Expérimentale

Matériel et Méthodes

II.1. Matériel

II.1.1. Description et choix des trois variétés de dattes étudiées

Les dattes soumises à l'étude sont des fruits du palmier dattier cultivés à la ville de Jijel, mais elles sont des variétés naturalisées (c.à.d. introduites) provenant du Sud Algérien (Ouargla, Biskra et El' Oued) dans les années soixante-dix et cultivées dans la ville de Jijel pour créer des espaces verts et donner une touche de beauté saharienne à une ville côtière.

La récolte des dattes a été faite au mois d'avril au début de maturation à partir de trois sites différents dans la ville de Jijel :

- La première variété a été récoltée de site : Camp-Chevallier à partir d'un palmier dattier de 5.40m de longueur et 190cm de pourtour.
- La deuxième variété a été récoltée de site : Village Moussa à partir d'un palmier dattier de 8.10m de longueur et 183cm de pourtour.
- La troisième variété a été récoltée de site : Ben -Hayen à partir d'un palmier dattier de 7.25 m de longueur et 210 cm de pourtour.



Photo 01 : Echantillon de dattes
(site : Camp-Chevallier)



Photo 02 : Echantillon de dattes
(Site : Village-Moussa)



Photo 03 : Echantillon de dattes
(Site : Ben –Hayen)

II.1.2. Prélèvement des échantillons

Pour le prélèvement des échantillons, nous avons choisi une méthode d'échantillonnage aléatoire de type probabiliste parce que c'est une méthode simple, et plus facile à appliquer. Elle consiste à prélever au hasard (par tirage aléatoire) et de façon indépendante n éléments d'une population statistique de N éléments (El mur, 2005).

Donc nous avons fait un choix au hasard d'un palmier dattier de chaque site. Puis nous avons récolté toutes les dattes de chaque palmier (échantillon global). Chaque échantillon a été pesé 3 fois : entier avec régimes puis sans régimes et sans tiges enfin la pesée des dattes en vrac.

Chaque échantillon global (dattes en vrac) a été réparti en plusieurs échantillons élémentaires d'un poids d'un Kg. A partir de ces échantillons élémentaires nous avons choisi aléatoirement un échantillon représentatif pour laboratoire d'un Kg pour les analyses physicochimiques et un autre échantillon pour la préparation de la poudre de dattes. Cela est fait pour chaque variété. Les échantillons de dattes récoltées ont été conservés au réfrigérateur à 4°C.

II.1.3. La poudre de datte commerciale

C'est une poudre obtenue par le broyage des dattes de la variété sèche Mech-Degla, elle est vendue en vrac au niveau de marché de Biskra.

II.1.4. Le lait utilisé pour la fabrication du yaourt

Nous avons utilisé deux types de lait de même marque CANDIA : un lait UHT partiellement écrémé, et un lait entier en poudre à 26% de matière grasse, enrichie en vitamines A et D.

II.1.5. Le sucre cristallisé et le ferment lactique

Dans le but de fabriquer un yaourt, nous avons utilisé un ferment thermophile lyophilisé, constitué de *Lactobacillus delbruekii* ssp *bulgaricus* et *Streptococcus salivarius* ssp *thermophilus*, fourni par le complexe laitier HODNA.

Le sucre utilisé est le sucre cristallisé de marque CEVITAL.

II.1.6. Les souches

Pour la détermination de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques des dattes nous avons utilisé 5 souches qui sont :

- *Listeria monocytogenes* ATCC ;
- *Bacillus subtilis* ;
- *Staphylococcus aureus* ;
- *Klebsiella* sp. ;
- *Escherichia coli* ATCC 25922.

Ces souches sont des souches indicatrices, elles nous ont été fournies par le laboratoire de recherche de l'université de Bejaia.

II.1.7. Les rats

Pour la détermination de l'activité antioxydante *in vivo*, nous avons utilisé 15 rats albinos de souches Wistar provenant de l'institut Pasteur d'Alger.

II.2. Méthodes

II.2.1. Détermination des caractères physiques de la datte entière

Pour la détermination des caractères physiques de la datte entière, nous avons prélevé au hasard deux tiers (2/3) de chaque échantillon pour lesquels ont été déterminés :

- la couleur et la forme du fruit (appréciées visuellement).
- la saveur (déterminée par le goût).
- les dimensions (longueur et largeur) des fruits (par le biais d'un pied à coulisse), ensuite le rapport suivant a été déterminé :

$$\text{Rapport : Longueur / Largeur} = \frac{\text{Longueur de datte (cm)}}{\text{Largeur de datte (cm)}}$$

- le poids de la datte entière, de la pulpe et de noyau (déterminés au moyen d'une balance analytique de précision (0.0001g), puis les rapports suivants ont été calculés:

$$\text{Rapport : pulpe / datte (\%)} = \frac{\text{Poids de la pulpe (g)}}{\text{poids de la datte entière (g)}}$$

$$\text{Rapport : noyau / datte (\%)} = \frac{\text{Poids de la noyau (g)}}{\text{poids de la datte entière (g)}}$$

$$\text{Rapport : pulpe / noyau (\%)} = \frac{\text{Poids de la pulpe (g)}}{\text{poids du noyau (g)}}$$

II.2.2. Détermination des caractères physicochimiques de la datte

II.2.2.1. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche

Pour la détermination de la teneur en eau, nous avons utilisé la norme française **V04-208-Sep 1969**), décrite par **Elleuch et al. (2008)**.

La teneur en eau a été déterminée sur une partie aliquote de 3g d'échantillon broyé et étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve, à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Elle est calculée selon la formule suivante :

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

Où :

- H % : Humidité.
- M_1 : Masse de la capsule contenant la prise d'essai avant étuvage (g).
- M_2 : Masse de la capsule contenant la prise d'essai après étuvage (g).
- P : Masse de la prise d'essai (g).

La teneur en matière sèche est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Matière sèche (\%)} = 100 - H \%$$

II.2.2.2. Détermination de la teneur en cendres (NFV05-113, 1972)

La pulpe de datte (2 g) est calcinée à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant. La teneur en cendres (*Cd*) est calculée selon la formule suivante :

$$Cd (\%) = (M_1 - M_2) / P \cdot 100$$

Où :

- *Cd* : les cendres.
- *M1* : Masse de la capsule + La prise d'essai(g)
- *M2* : Masse de la capsule + les cendres(g)
- *P* : Poids de la prise d'essai(g).

Le pourcentage de la matière organique (MO) est donné par la formule suivante :

$$MO (\%) = 100 - Cd (\%)$$

II.2.2.3. Détermination du pH (NF V 05-108, 1970)

Après élimination des noyaux, les dattes ont été coupées en petits morceaux, puis nous lui avons ajouté deux fois en volume d'eau distillée. Un chauffage pendant 30 min avec agitation par une baguette en verre a été réalisé dans un bain marie. Le mélange ainsi obtenu a été broyé dans un mortier. Enfin nous avons procédé à la détermination en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution. La valeur du pH est enregistrée sur l'écran du pH-mètre.

II.2.2.4. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

Elle consiste à un titrage de l'acidité par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur de couleur.

Après élimination des noyaux, les dattes ont été coupées en petits morceaux. 25 g de pulpe de dattes a été placé dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie, le tout a été mélangé jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène. Après avoir adapté un réfrigérant à reflux à la fiole conique, le mélange a été chauffé au bain-marie pendant 30min. Après refroidissement, le contenu de la fiole conique a été transvasé dans une fiole jaugée de 250 ml, le volume a été complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Ensuite une filtration a été appliquée après avoir bien mélangé. Enfin, 25 ml du filtrat a été prélevé puis titré par une solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N en présence de phénolphtaléine jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 sec.

L'acidité titrable est exprimée en grammes d'acide acétique pour 100 g de produit (datte) :

$$A \% = \frac{(250 \cdot V_1 \cdot 100)}{(m \cdot V \cdot 10)} 0,06 = 150 \frac{V_1}{m \cdot V}$$

Où :

- m : Masse de la prise d'essai (g).
- V : Volume du filtrat pris pour le titrage (ml).
- V₁ : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N utilisé (ml).
- 0,06 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide acétique.

II.2.2.5. Détermination du degré Brix (NF V 05-109, 1970)

Le Brix (%) exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles contenus dans un échantillon (solution aqueuse). Le contenu des solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, alcools, les sels, protéines, acides, etc. et la mesure lue représente leur somme totale.

Après avoir éliminé les noyaux, 15 g de dattes découpé en petit morceaux a été pesé dans un bécher de 250 ml, préalablement taré. Une quantité d'eau distillée égale à cinq fois la masse du produit a été additionnée. Le mélange a subi un chauffage au bain marie pendant 30min en remuant de temps en temps avec une baguette en verre. Après refroidissement, nous avons ajouté de l'eau distillée jusqu'à ce que la totalité du contenu soit de 250 ml. Ensuite nous avons mélangé avec soin. Après une attente de 20 min, l'échantillon a été centrifugé et le taux de résidu sec soluble a été déterminé par le réfractomètre. Le résidu sec soluble est donné par la formule suivante :

$$^{\circ}\text{B} (\%) = M \frac{M_1}{E}$$

Où

- E est la masse de produit utilisé pour la détermination (g),
- M₁ est la masse de résidu sec soluble pour 100 g de produit analysé (g)
- M est la masse totale de la solution pesée (contenue dans le bécher).

II.2.2.6. Détermination de l'indice de couleur

Une solution composée de 150 ml d'eau distillée et 150 ml d'alcool éthylique a été préparée. Puis un volume de 50 ml du mélange a été transvasé dans une fiole conique contenant 5 g de dattes broyées. Le mélange a été chauffé jusqu'à ébullition puis refroidi, après une filtration, l'absorbance a été lue à 420 nm (Abbasi et Azari, 2007).

II.2.2.7. Détermination de la conductivité électrique

Une solution à 20% de dattes broyées a été préparée et l'électrode de conductimètre a été plongée dans la solution, la lecture a été faite directement sur l'afficheur du conductimètre (Rodier, 1997).

II.2.2.8. Dosage de la vitamine C (Méthode de titrage direct)

Pour le dosage de l'acide ascorbique, nous avons procédé à un titrage direct d'un extrait de datte par une solution de di-iode à 0.05mol/l.

10g de dattes dénoyauté et broyé a été mélangé dans 100ml d'eau distillée, après homogénéisation et filtration, nous avons obtenu le volume initial (V₀). Un volume de 10 ml

de cette solution (V_0) a été titré par une solution de di-iodé 0.05mol/l en présence d'une pointe d'empois d'amidon (**Belguedj, 2002**).

La teneur en vitamine C est exprimée en g/l par la formule suivante :

$$[\text{Vit C}] = \frac{T \cdot V \cdot 176}{2E}$$

Où :

- T : Titre de la solution di-iodé = 0,05 mol/l.
- V : Volume d'iodé utilisé.
- E : Prise d'essai = 10 ml.
- 176 : Le poids moléculaire de l'acide ascorbique.

II.2.2.9. Dosage spectrophotométrique des sucres totaux (méthode de Dubois)

Le principe de la technique est que les sucres totaux sont d'abord extraits avec de l'eau distillée en présence de l'acide sulfurique concentré, les oses sont déshydratés en composés de la famille de dérivés furfuriques. Ces produits se condensent avec le phénol pour donner des complexes jaune-orangés. L'apparition de ces complexes est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 490 nm.

La technique utilisée est celle décrite par **Dubois et al. (1977)**. Elle consiste à préparer une gamme étalonne à partir d'une solution du glucose 0,05% (Annexe II).

10g de dattes broyées a été mis dans 100ml d'eau distillée. Dans des tubes à essais, nous avons introduit 2ml d'extrait de dattes. À la gamme étalon et les tubes à essais, 0,05ml d'une solution de phénol à 80% et 3ml d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés, suivis d'une agitation légère et lente.

Après 10min de réaction (apparition de la couleur jaune-rouge), les tubes à essais ont été mis sous un courant d'eau froide pour stopper la réaction et la lecture de l'absorbance a été faite à 490nm. En parallèle un blanc a été réalisé dans les mêmes conditions.

II.2.2.10. Détermination de la teneur en protéines (Méthode de Kjeldahl)

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, alcalinisation des produits de la réaction puis distillation de l'ammoniac libéré et titrage (**Lecoq, 1965**).

Dans un matras de minéralisation, nous avons mis 1 g de dattes, une pincée de catalyseur (sulfate de cuivre et de potassium), et 15 ml d'acide sulfurique pur, ensuite nous avons effectué un chauffage progressif : d'abord une attaque à froid pendant 15 min jusqu'à l'apparition de vapeur blanche d'anhydride sulfurique, puis le chauffage est rendu plus énergique, attaque à chaud pendant 5 h ; Quand la solution devient limpide, elle est refroidie et complétée à 100 ml avec de l'eau distillée (la distillation a été réalisée dans un distillateur semi 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 réalisé). L'ammoniac dégagé a été 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.

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

$$N \text{ (\%)} = \frac{V}{V'} \cdot (N - N') \cdot 0,05 \cdot 1,4$$

Où :

- V est le volume de la solution minéralisée (ml).
- V' est le volume de la solution de soude ajoutée (ml).
- N est la quantité d'acide sulfurique lue après titrage (ml).
- N' est le volume de l'acide sulfurique dépensé dans le titrage du témoin (ml).
- P est le poids de la prise d'essai (g).

La teneur en protéines est calculée en multipliant le taux d'azote total N (%) par le coefficient 6,25 (**Ben Thabet et al., 2007**).

II.2.2.11. Dosage des éléments minéraux par spectrophotométrie d'absorption atomique (NF V 05-113, 1972).

Après la calcination de dattes broyées au four à moufle à 450°C, nous avons obtenu des cendres claires. Ces dernières ont été humectées par 2 ml d'eau distillé et 1 ml d'acide chlorhydrique (HCl) concentré lentement ajouté, ce mélange a subi un chauffage sur plaque-chauffante, jusqu'à l'apparition des premières vapeurs, ensuite quelques ml d'eau distillée ont été additionnées avant la filtration dans une fiole jaugée de 100 ml, un rinçage par l'eau tiède a été répété 4 fois.

Le papier filtre a été incinéré à 550° C pendant une demi- heure puis il a été rincé par 5ml d'eau distillée et chauffé sur plaque chauffante sans dépasser 100° C. Nous avons repris par 1 ml d'HCl concentré puis nous l'avons lavé à l'eau tiède. Enfin la solution a été filtrée et complétée par l'eau distillé jusqu'au trait de jauge. Cette solution a été utilisée pour le dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique des éléments : Mg, Fe, Cu, Zn, par émission de flamme.

II.2.2.12. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

a. Extraction des polyphénols

Nous avons utilisé une méthode d'extraction a base de méthanol pur, car ce dernier et d'après **Diallo et al. (2004)** est l'un des solvants qui donne le meilleur rendement d'extraction. Le procédé d'extraction est réalisé selon l'organigramme présenté dans l'Annexe I.

Après nettoyage, dénoyautage et broyage de dattes, 200mg de broyat a été macéré dans 200ml de méthanol pur pendant 5jours, avec agitation périodique. Par la suite le mélange a été filtré, le filtrat a subi une concentration au rotavapor à 4°C sous vide. Le dosage des polyphénols totaux a été réalisé par la méthode décrite par **Juntachote et al. (2006)**.

b. Préparation de la gamme d'étalonnage

La méthode de préparation de la courbe d'étalonnage en utilisant l'acide gallique comme standard est présentée dans l'Annexe I.

c. Dosage proprement dit

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait de dattes est représenté par l'organigramme de la figure 07.

0.5 ml de chaque dilution d'échantillon a été mis dans des tubes à essai ; puis 5 ml d'eau distillée a été additionné dans chaque tube avant l'ajout de 0.5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu's. Après 3 min, nous avons rajouté 0.5 ml de carbonate de sodium à 20 %. Une incubation pendant une heure à la température ambiante et à l'abri de la lumière a été réalisée.

Après agitation et repos d'une heure, la lecture des absorbances a été faite à 760 nm. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard (Annexe II).

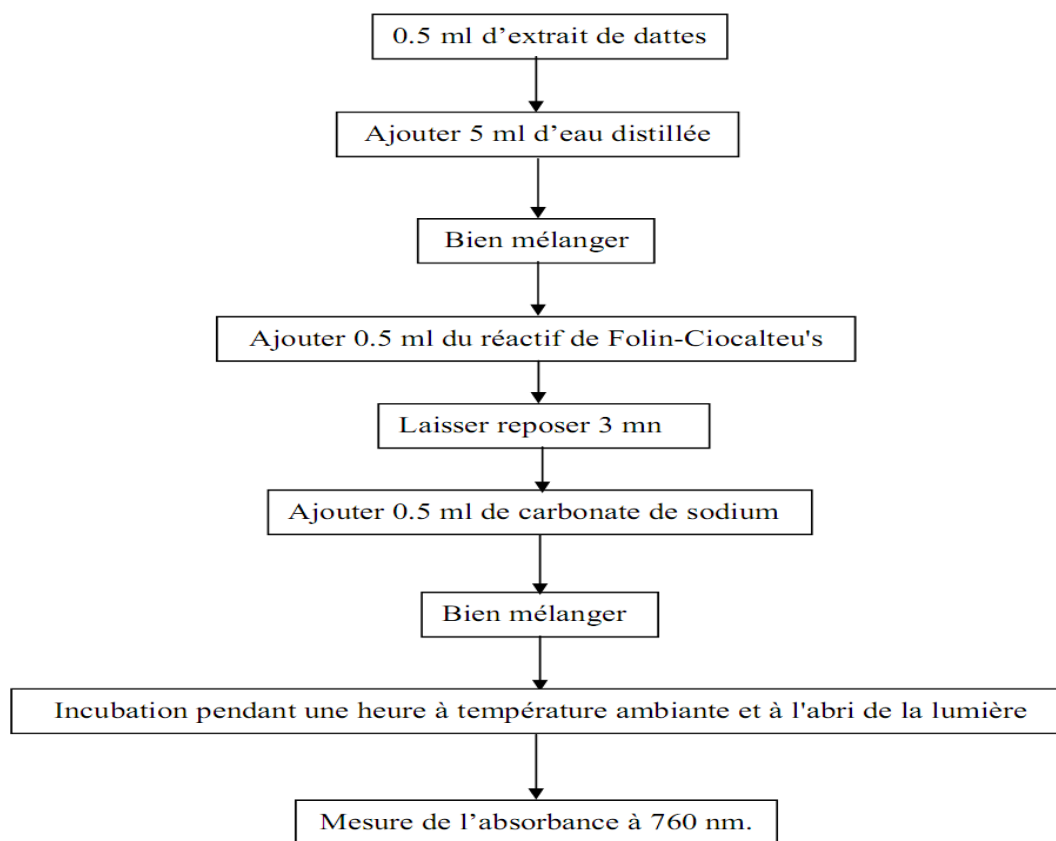


Figure 07 : Organigramme du dosage des polyphénols totaux
(Juntachote et al., 2006)

d. Détermination de la teneur en flavonoïdes

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits de dattes a été réalisée par la méthode de **Bahorun et al. (1996)**.

Dans un tube à essai ; nous avons mis 1ml d'extrait méthanolique de datte avec 1ml de la solution méthanolique de chlorure d'aluminium. Après un repos de 10min, l'absorbance a été

mesurée à 430nm. La concentration des flavonoïdes contenus dans les extraits de dattes a été calculée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenu en utilisant la quercitine comme standard (voir Annexe II).

e. Détermination de la teneur en flavonoles

Pour le dosage des flavonoles, nous avons suivi la méthode décrite par **Jimoh et al. (2010)**. Nous avons ajouté à 5ml d'extrait de dattes, 0,5ml de la solution de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$ à 2%), et 0,5ml de la solution d'acétate de sodium à 5g/l, puis la densité optique a été lue à 440nm. La teneur en flavonoles est calculée à l'aide de la courbe d'étalonnage de la quercitine (mg/100ml) (Annexe II).

f. Détermination de la teneur des caroténoïdes

La teneur en caroténoïdes totaux a été déterminée selon la méthode décrite par **Zamora et al. (2005)**.

Les caroténoïdes sont extraits en broyant et en homogénéisant 10g de dattes pendant 5 min avec 30ml d'un mélange de solvants (hexane, acétone, méthanol, toluène : 10v :7v: 6v: 7v). Après l'addition de 2 ml de potasse (1M), le mélange a été gardé à l'abri de la lumière pendant 16 h, puis additionné de 30 ml d'hexane et de 30 ml de sulfate de sodium (1%). Après décantation, à l'abri de la lumière, pendant une heure, la phase supérieure qui représente l'extrait de caroténoïdes a été récupérée. L'absorbance des extraits a été mesurée à 450 nm et la concentration en caroténoïdes a été estimée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant le β -carotène (Annexe II).

g. Dosage des Anthocyanes

Les anthocyanes, molécules faisant partie de la famille des flavonoïdes et capables d'absorber la lumière visible, sont des pigments qui colorent les plantes en bleu, rouge, mauve, rose, ou orange (**Cheyrier, 2005**). Ils ont été déterminés par la méthode basée sur la décoloration par l'acide sulfurique (**Djeridane et al., 2006**). Cette méthode suppose que les autres composées phénoliques n'interfèrent pas sur le dosage.

Dans un Erlen Meyer de 50 ml, 1ml d'extrait de datte et 20 ml d'éthanol à 0,1% dans l'HCl ont été mis. A partir de cette solution nous avons placé :

- Dans un premier tube d'essai, 10 ml de la solution avec 4 ml d'eau distillée.
- Dans un deuxième tube à essai, 10 ml de la solution et 4 ml de bisulfite de sodium à 15 %.

Après un repos de 20 min, nous avons mesuré les densités optiques à 520 nm par rapport à l'eau distillée (**Djeridane et al., 2006**). Les résultats sont exprimés en g d'anthocyanes par ml en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexe II).

h. Détermination de la teneur en Proanthocyanidines (Tanins condensés)

Nous avons suivi la méthode décrite par **Maksimovic et al. (2005)** pour la détermination de la teneur en tanins condensés des dattes étudiées. 3ml de mélange butanol-HCl (butanol-HCl :

95V/5V) et 0.1 ml du réactif ferrique (2% de sulfate d'ammonium ferrique dans 2 M d'HCl) ont été ajoutés à 0.5 ml d'extrait de dattes. Le mélange a été mis dans un bain d'eau bouillante pendant 1 h, après refroidissement, les absorbances ont été mesurées à 550 nm. La teneur en proanthocyanidines est calculée par la formule suivante :

$$C \text{ (mg/100g)} = AB \cdot MM \cdot DF \cdot 1000 / (L \cdot E)$$

Où :

- AB : Absorbance.
- MM : poids moléculaire de cyanidine (34700g/mol).
- L : Le trajet optique longueur de la cuve (1cm).
- DF : Facteur de dilution.
- E : Le facteur d'absorbance molaire de cyanidine-3-glucoside (287 ,24).

II.2.3. Evaluation de la microflore de la datte

II.2.3.1. Préparation de la solution mère et les dilutions décimales

Pour la préparation de la solution mère, 25g des dattes dénoyautés et broyés ont dilués dans 225ml de l'eau physiologique stérile. Après homogénéisation, 1 ml de la solution mère a été transféré dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile, ce tube constitue la dilution 10^{-1} . Nous avons fait la même chose jusqu'à l'obtention de la dilution 10^{-6} (**Bourgeois, et al., 1996**).

a. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophile (FTAM)

Le dénombrement de la flore totale mésophile permet d'apprécier le degré de pollution microbienne d'un produit alimentaire (**Bourgeois, et al., 1996**).

Les encensements ont été réalisés en étalant en double, 0,1 ml de la dilution 10^{-6} en surface de la gélose PCA préalablement coulé et solidifié. L'incubation s'effectue à 37°C pendant 24h. Après cette dernière, on dénombre les colonies lenticulaires (**Bourgeois, et al., 1996**).

b. Dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures constituent une bonne flore indicatrice de la qualité générale essentiellement pour les produits d'origine végétale (**Guiraud, 2003**)

La recherche et le dénombrement de cette flore ont été effectués sur le milieu Sabouraud coulé et solidifié par étalement de 0,1 ml de la dilution 10^{-5} . Les boites ont été incubées pendant 3 jours à une température de 25°C. Après l'incubation nous avons dénombré toute colonie blanche sphérique et filamenteuse (**Guiraud, 2003**).

c. Dénombrement de la flore lactique

0,1ml de la dilution 10^{-3} a été déposé à la surface du milieu gélosé MRS, coulée et solidifiée, puis étalé. L'incubation a été effectuée à 37°C pendant 3 jours (**Guiraud, 2003**).

Les colonies à dénombrer sont de petites tailles, de couleur blanchâtre et brillantes, à pourtour régulier. Elles peuvent apparaître en forme circulaire ou lenticulaire (**Bourgeois, et al., 1996**).

d. Dénombrement des entérobactéries

L'ensemencement a été fait en profondeur en déposant au fond de chaque boîte de Pétri 1 ml de la dilution 10^{-6} , puis la gélose VRBG fondue et refroidie à 45°C a été coulée. L'incubation a été faite à 37°C pendant 24 h.

Les entérobactéries donnent des colonies pigmentées, lisses ou rugueuses de 1 à 3 mm de diamètre (Guiraud, 2003).

e. Dénombrement coliformes totaux (CT) et les coliformes thermotolérants (CTT)

Le dénombrement des coliformes totaux (CT) et les coliformes thermotolérants (CTT) a été effectué en ensemençant en profondeur 0,1ml de la dilution 10^{-3} (pour le CT) et 0,1ml de la dilution 10^{-2} (pour les CTT) par la gélose VRBL fondue et refroidie. Après solidification de la gélose nous avons incubé les boîtes de pétri à 37°C les CT et à 42°C les CTT pendant 24h.

II.2.4. Préparation des poudres de dattes et l'appréciation de leurs qualités

II.2.4.1. Préparation des poudres de dattes

Après un triage, un nettoyage et un dénoyautage de dattes, ces dernières ont été coupées en petits morceaux et séchées à l'étuve à une température de 108°C , ou bout d'un certain temps nous diminuerons la température jusqu'à 80°C afin d'éviter la caramélisation de nos échantillons. Le séchage est arrêté quand le poids de l'échantillon devient constant.

Après refroidissement nous avons procédé à un broyage des dattes à l'aide d'un broyeur de laboratoire de marque SEB pour obtenir une poudre suffisamment fine. Les étapes de l'obtention de la poudre de datte sont illustrées par la figure08 :

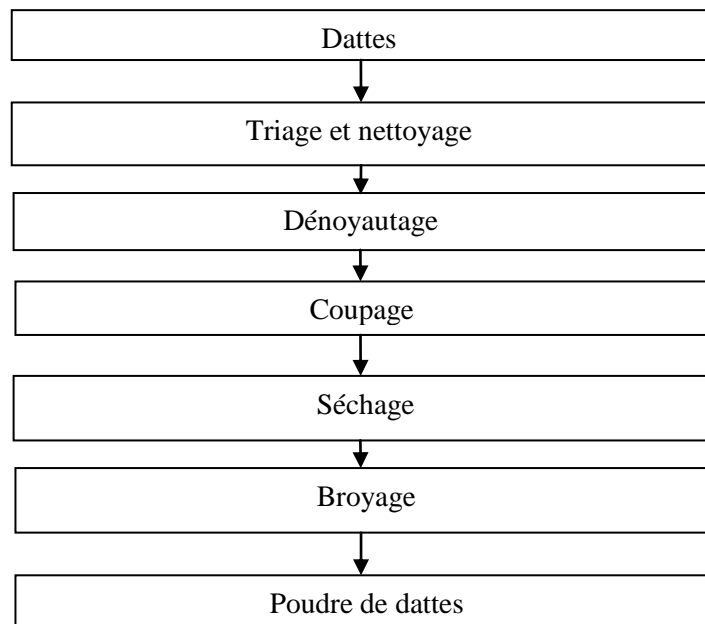


Figure 08 : Les étapes de préparation de la poudre de dattes

II.2.4.2. Evaluation de la qualité des poudres de dattes

a. Détermination de la granulométrie de la poudre

Pour la détermination de la granulométrie de la poudre de dattes, nous avons procédé à un passage de la poudre de dattes sur une série de tamis de laboratoire ayant des diamètres différents. Le refus de chaque tamis a été pesé pour connaître le pourcentage des particules ayant le même diamètre dans l'échantillon (Feuillet, 2000).

b. Détermination de la teneur en eau, en cendre, le pH, l'acidité titrable, la conductivité électrique, l'indice de couleur, la teneur en vitamine C, la teneur en protéines, la teneur en sucres totaux et en éléments minéraux

Tous ces paramètres physicochimiques ont été déterminés en utilisant les mêmes techniques décrites dans la partie II.2.2, et en remplaçant les dattes broyées par la poudre de dattes.

c. Dosage spectrophotométrique de l'amidon total, l'amylose et l'amylopectine

Le dosage de l'amidon total, d'amylose et d'amylopectine passe par les étapes décrites par Lecoq (1965).

- Préparation d'échantillon à analyser

0,1 g de farine de dattes a été mélangé avec 5 ml de KOH (1N), le mélange est bien homogénéisé, puis neutralisé avec 5 ml d'HCl (1N). A l'aide d'un papier pH nous nous assurons que la solution est neutre. Ensuite le mélange est mis à ébullition au bain-marie pendant 15min. Après ce traitement, le volume est réajusté à 10 ml, puis centrifugé. Le surnageant ainsi obtenu a été utilisé pour le dosage de l'amidon.

- Dosage de l'amidon dans les échantillons

Le tableau ci-dessous illustre la préparation des échantillons pour le dosage de l'amidon total et de l'amylose. La lecture de l'absorbance a été effectuée à 720 nm pour le dosage de l'amidon total et à 580 nm pour l'amylose. Nous avons calculé les proportions d'amidon total, d'amylose et d'amylopectine dans les échantillons en se référant à la courbe d'étalonnage présentée dans l'annexe II (Lecoq, 1965).

Tableau 09 : Dosage de l'amidon dans les échantillons (Lecoq R, 1965).

| Réactif/Echantillon | Blanc | P. E 01 | P. E 02 | P. E 03 | Poudre commercialisée |
|---------------------------------|---|----------------------|---------|---------|-----------------------|
| Echantillon (ml) | 0 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| H ₂ O (ml) | 4,90 | 4,85 | 4,85 | 4,85 | 4,85 |
| Réactif I ₂ /KI (ml) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Durée d'incubation | 10 minutes avant les lectures des DO _s | | | | |
| P.E : Poudre de l'échantillon | | DO : Densité Optique | | | |

d. Détermination de la teneur en matière grasse (NF EN ISO 734-1, 2000)

Nous avons séché le ballon de 500 ml dans une étuve à 100°C pendant 1 heure. Après refroidissement dans un dessiccateur, le poids du ballon vide est déterminé avec une précision de 0,001 g. 20 à 25 g de dattes broyées ont été mis dans la cartouche en papier filtre. Puis, cette dernière a été placée dans l'appareil Soxhlet. Ensuite 200 ml d'éther de pétrole a été versé dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur.

Le mélange a été chauffé pendant 4 h (20 siphonages par heure) jusqu'à épuisement de la matière grasse. Après l'élimination du solvant par distillation, nous avons séché le ballon à une température de 70-80 °C puis nous l'avons pesé après refroidissement dans un dessiccateur avec une précision de 0,001 g. L'opération de séchage a été répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant. La teneur en matière grasse est déterminée selon la formule suivante :

$$MG \text{ (\%)} = \frac{(P_2 - P_1)}{P_3} \cdot 100$$

Où :

- P_1 : le poids du ballon vide (g);
- P_2 : le poids du ballon avec l'huile extraite (g);
- P_3 est le poids de la prise d'essai (lg).

e. Détermination de la composition en acides gras par GC-MS

Pour la détermination de la composition lipidique, nous avons suivi la méthode décrite par **Ollivier et al. (2006)**. Dans un premier temps, la préparation des esters méthyliques a été effectuée: dans un tube contenant 20mg du gras extrait par Soxhlet, 0,5ml d'heptane a été additionné. Après agitation, 0,2ml de la solution méthanolique 2N d'hydroxyde de sodium a été rajouté, le mélange ainsi obtenu a été porté au bain thermostaté à 60°C pendant 1min. Après agitation pendant 10 secondes, 0,2ml d'HCl à 2mol/l a été ajouté, suivi d'une agitation, le contenu a été transvasé dans un tube en verre pour être évaporer en milieu ventilé.

Cette quantité évaporée, a été reprise par 50µl d'heptane. Après un temps de repos, la phase supérieure claire contenant les esters méthyliques a été récupérée dont 0.5µl a été injecté dans un chromatographe phase gazeuse. Les conditions d'injection sont les suivant (tableau 10).

Tableau 10 : Les conditions générales appliquées lors de l'injection.

| variable | Valeur/condition |
|--|--|
| La colonne | Capillaire de type SE3 30 apolaire avec un diamètre de 0.25µm et 25m de longueur |
| Le support | Granulométrie entre 160 et 200µm |
| Phase mobile (Gaz vecteur) | Hélium |
| Phase stationnaire | SE30 : diméthyle polysiloxane |
| solvant | Heptane |
| Détecteur | FID |
| La température d'injection | 40 à 60°C |
| La température de la colonne | 180 à 200°C |
| Débit de gaz vecteur | Entre 60-80ml/min |
| Débit de quantité injectée | 0.5µl |
| Taux d'imprégnation de la phase stationnaire | 15 à 25% |

f. Qualité microbiologique des poudres de dattes

Le dénombrement de la FTAM, des levures et moisissures, des entérobactéries, des CT et des CTT a été réalisé selon les techniques déjà décrites dans la partie **II.2.3**. Cependant, la recherche et le dénombrement des Anaérobies sulfito-réducteurs 46°C et des Clostridium sulfito-réducteurs ont été réalisés selon la technique décrite par **Guiraud (2003)** :

Pour le dénombrement des Clostridium- sulfitoréducteurs (CSR); 03 tube stériles contenant chacun 5ml de la solution mère de chaque échantillon ont été portés au bain-marie à 80°C pendant 10 min afin de détruire les forme végétative. Un volume de 15 ml de la gélose Viande-foie additionnée de l'alun de fer et de tellurite de sodium, a été ajouté au contenu de chaque tube, suivi d'une homogénéisation sans faire des bulles d'air. Les tubes sont ensuite refroidis sous l'eau froide puis incubés à 37°C pendant 24 à 48 h.

Pour les anaérobies- sulfitoréducteurs (ASR 46°C); les mêmes manipulations ont été effectuées sauf que l'inoculum n'est pas traité par la chaleur et que l'incubation se fait à 46°C pendant 24 h. Après incubation, les colonies noires ont été dénombrées.

II.2.5. Etude de l'effet de la poudre de dattes sur la qualité du yaourt étuvé

II.2.5.1. La fabrication des yaourts

La fabrication des yaourts a été réalisée à l'échelle de laboratoire en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt standard avec une simple modification portant sur l'ajout des poudres de dattes (poudres obtenue à partir des variétés de dattes étudiée et la poudre de la variété Mech-degla) avant l'application du traitement thermique.

La recette adoptée est celle illustrée dans le tableau 11.

Tableau 11 : Recette d'un yaourt nature et yaourts aux poudres de dattes.

| Recette | Lait UHT (ml) | Poudre lait (g) | Sucre (g) | Poudre dattes (g) | Ferment lactique (g) |
|---------------------------------------|---------------|-----------------|-----------|-------------------|----------------------|
| Yaourt à poudre de dattes | 900 | 240 | 100 | 13 | 5,2 |
| Yaourt à poudre de dattes commerciale | 900 | 65 | 100 | 13 | 5,2 |
| Yaourt nature | 900 | 220 | 100 | 00 | 5,2 |

Le diagramme de fabrication est indiqué dans la figure suivante :

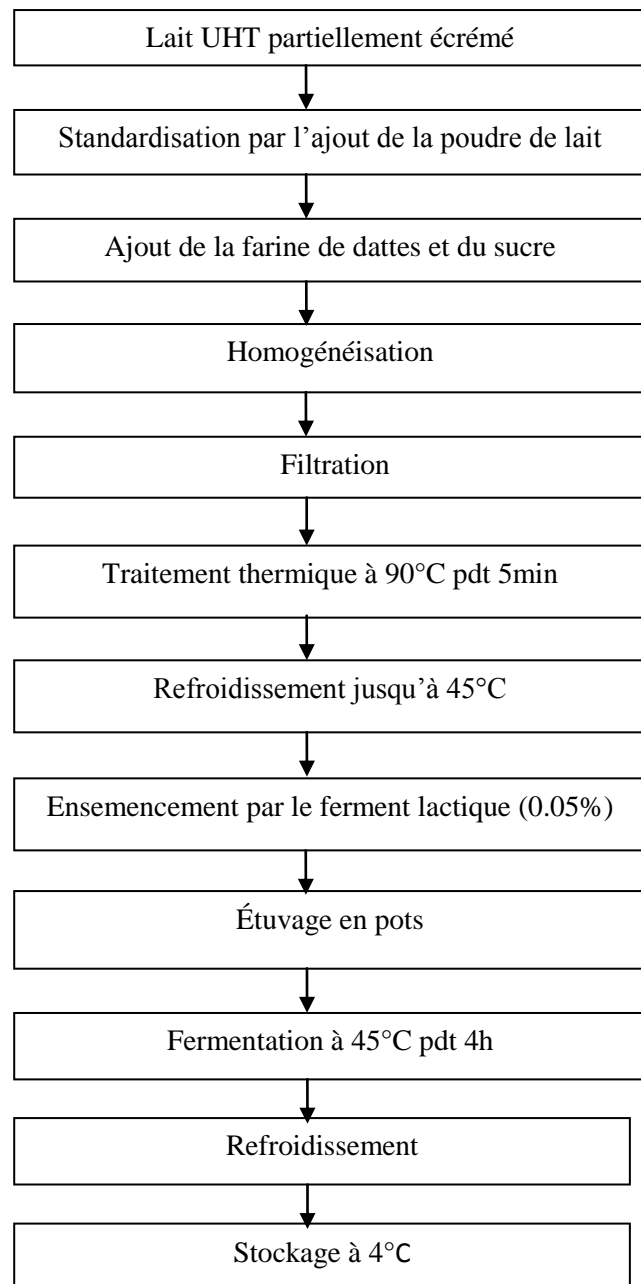


Figure 09 : Diagramme de fabrication du yaourt étuvé, nature et aux poudres de dattes (Kadam et al., 2010).

La standardisation de la matière sèche a été faite par l'ajout de la poudre de lait à 9000ml de lait UHT. Le mélange a été bien homogénéisé avant l'addition de la poudre de dattes (pour les yaourts aux poudres de dattes), ou non (pour le yaourt nature).

Une fois la poudre de dattes est ajoutée, nous avons procédé à une filtration du mélange pour préserver l'aspect visuelle du produit fini (yaourt non pigmenté), puis nous avons appliqué le traitement thermique (pasteurisation à 90°C pendant 5min). Après la pasteurisation, le mélange a été refroidie à température ambiante jusqu'à 45°C avant d'êtreensemencé par 5,2g du ferment lactique lyophilisé. Enfin le mélange bien homogénéisé a été conditionné dans des pots stériles de 100g. Ces derniers ont été mis à l'étuve à 45°C pendant 4h. À la fin d'étuvage le yaourt (produit fini) a été conservé à 4°C.

II.2. 5. 2. Contrôle de la qualité des yaourts fabriqués

a. Détermination de l'acidité et de nombre de cellules du ferment au cours de la fabrication

Avant l'ensemencement du lait, nous avons mesuré l'acidité dornic en titrant 10ml du lait par la soude dornic (une solution de NaOH (0,1N)) en présence de quelques gouttes de phénolphaléine (indicateur de couleur) jusqu'au virage de couleur au rose pale persistant.

L'acidité dornic est calculée par la formule suivante :

$$\text{Acidité (°D)} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

Où : V_{NaOH} : Volume de la soude utilisé pour la titration de l'acide lactique contenu dans 10ml de lait.

Après ensemencement du lait et au cours de la fermentation, les deux paramètres contrôlés sont :

- L'estimation de l'acidité dornic en utilisant la même technique citée précédemment ;
- Dénombrement des cellules viables du ferment lactique, selon la technique décrite par **John et Alicia (2000)** : Sur une microplaque, nous avons préparé des micro- dilutions jusqu'à l'obtention de la microdilution 10^{-10} .

Une goutte de la fuschine a été placée dans le puits de la microdilution 10^{-8} qui servira pour le dénombrement des cellules viables du ferment lactique.

Pour la préparation de la cellule de Malassez : Humecter les berges de la cellule avec un peu d'eau, puis glisser la lamelle rodée sur ces berges en assurant son adhérence par pression des deux pouces. Enfin, l'extrémité de la pipette inclinée est placée au niveau de l'espace situé entre la plate-forme et la lamelle planée, ainsi l'hématimètre se remplit immédiatement par capillarité. Avant de passer à l'observation microscopique et au comptage des cellules, l'inoculum est laissé décanter.

Comptage : La cellule est portée au microscope optique à objectif X 40. Les cellules vivantes sont décomptées. Le nombre de cellules a été calculé selon la formule suivante :

Où : $N_c = N_g \cdot 100 \cdot 1/Z$

- N_c : Nombre de cellules.
- N_g : Nombre de germe compté sous microscope optique.
- Z : la dilution utilisée.

Après chaque une heure d'étuvage, nous avons mesuré l'acidité lactique et le nombre de cellules viables de ferment en utilisant les mêmes techniques citées précédemment.

b. Qualité du yaourt au cours de stockage (contrôle de produit fini)

b₁. Contrôle des paramètres physicochimiques

Après étuvage, le produit fini (le yaourt) a été conservé à 4°C et durant cette période de stockage, nous avons déterminé la teneur en eau, en cendres, le taux de l'azote total et de protéines en appliquant les mêmes méthodes décrites dans la partie **II.2.2** (caractérisation physicochimique de la datte). Nous avons déterminé également l'acidité dornic par la méthode citée en **II.5.2.1**.

Ces paramètres ont été déterminés chaque trois jours dès le 3^{ème} jour jusqu'au 12^{ème} jour de conservation.

b₂. Contrôle microbiologique

De même que le contrôle physicochimique, le contrôle microbiologique a été réalisé chaque trois jours dès le 3^{ème} jusqu'au 12^{ème} jour de stockage.

Le tableau ci-dessous représente les flores recherchées et dénombrées au cours de stockage.

Tableau 12 : Flores recherchées et dénombrées au cours du stockage des yaourts

| Germes recherchés | Milieux utilisés | Dilution | T° d'incubation | Duré d'incubation |
|--|--|------------------|------------------------|--------------------------|
| Coliformes totaux (CT) | VRBL | 10 ⁻³ | 37°C | 24h |
| Coliformes fécaux (CTT) | VRBL | 10 ⁻² | 44°C | 24h |
| <i>Staphylococcus aureus</i> (Annexe III) | Eau peptone exempte d'idole puis Baird Parker | SM | 37°C | 24h |
| Levures et Moisissures | Sabouraud | 10 ⁻⁵ | 20 à 25°C | 3 à 5 jours |
| Salmonelles (Annexe III) | Eau peptone alcaline 10 fois concentrée (EPA 10 x cc) | SM | 37°C | 24h |
| Bactéries lactiques | Comptage des cellules viables (par la cellule de Malassez) | | | |

b₃. Analyses sensorielles du yaourt

La qualité organoleptique des yaourts a été appréciée par un jury de dégustation composé de cinq (05) personnes. Ce jury devait attribuer des notes aux critères aspect de la surface, texture, saveur, odeur (Annexe V).

A cet égard, les cinq types de yaourt ont été présentés:

- Un échantillon (YN) : C'est le yaourt nature, que nous lui avons donné le label *Naturita*.
- Un échantillon (YM) : C'est le yaourt additionné de poudre de dattes de variété Mech-Degla. Ce yaourt a eu le label *Nakheel*.
- Un échantillon (YJ₁) : C'est le yaourt additionné de poudre de dattes de la région du Jijel (échantillon 01 du site Village Moussa) ayant comme label *Jil-jilo-1-*.
- Un échantillon (YJ₂) : C'est le yaourt additionné de poudre de dattes de la région du Jijel (échantillon 02 du site Camp-Chevallier) ayant comme label *Jil-jilo-2-*.
- Un échantillon (YJ₃) : C'est le yaourt additionné de poudre de dattes de la région du Jijel (échantillon 03 du site Ben-Hayen) ayant comme label *Jil-jilo-3-*.

Le contrôle organoleptique a été répété chaque trois jour durant le stockage des yaourts.

II.2.6. Evaluation de l'activité antioxydante des extraits de dattes *in vitro* et *in vivo*

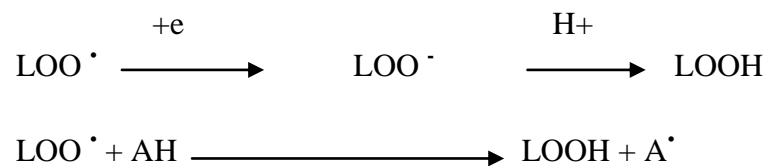
II.2.6.1. Evaluation de l'activité antioxydante *In vitro*

a. Détermination de l'activité antioxydante par l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique

La mesure de l'inhibition du degré d'oxydation de l'acide linoléique est l'une des méthodes les plus utilisées pour la détermination de l'activité antioxydante (**Wang et al., 2003**).

La peroxydation des lipides est une réaction en chaîne qui conduit à la dégradation des lipides via la formation des radicaux libres. Au stade initial de cette peroxydation et à pression en oxygène normale (pression atmosphérique), le radical lipidique majeur est le radical peroxy LOO^\bullet .

Ce radical est un agent oxydant qui peut être réduit en anion LOO^- et de là, il sera converti en hydro peroxyde par un donneur d'électrons ou il peut être converti directement en hydro peroxyde par un donneur d'hydrogène AH.



La présence d'antioxydants va donc inhiber l'oxydation des lipides par la réduction des radicaux libres (**Gordon, 1990**).

Dans le test utilisé dans la présente étude, le taux d'oxydation est estimé par la méthode colorimétrique au thiocyanate ferrique (FTC) qui permet d'évaluer le taux des peroxydes présents dans le milieu réactionnel. Une absorbance élevée traduit une oxydation importante et par conséquent une absorbance faible signifie une activité antioxydante élevée.

L'activité antioxydante a été mesurée selon la méthode rapportée par **Hashimoto et al. (2003)** :

Dans un tube à essai, nous avons mélangé, 5ml d'extrait de dattes, 0,5ml de l'acide linoléique (2,52%) dans de l'éthanol à 99,5%, 1ml de tampon phosphate (0,05M, pH 7) et 0,5ml d'eau distillée, suivi d'une incubation à 40°C à l'abri de la lumière. Toute les 24heures, un aliquote de 100µl a été transvasé dans un tube à essai additionné de 3 ml d'éthanol à 75 % et de 100 µl de thiocyanate d'ammonium à 30 %. 100µl de chlorure ferreux (0,02M) préparé dans l'acide chlorhydrique à 3,5% a été ajouté au milieu réactionnel. Après 3mn, l'absorbance de la coloration rouge a été mesurée à 482nm.

On a mené les mêmes opérations pour le témoin et les standards en remplaçant l'extrait de dattes, respectivement, par du méthanol à 80 % et des solutions de BHA et de BHT à 0.01 mg/ml dans du méthanol.

b. Détermination de l'activité antioxydante par la mesure du pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est l'aptitude des antioxydants présents dans les extraits à réduire le fer ferrique du complexe ferricyanure Fe^{+3} en fer ferreux Fe^{+2} . La forme réduite donne une couleur verte qui est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait. Le pouvoir réducteur a été déterminé par la méthode décrite par **(Cheynier, 2005)** :

Un volume de 1ml d'extrait est additionné de 1ml de tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et de 2,5ml de ferricyanure de potassium (1%). Après incubation à 50°C pendant 30 min, 1,5ml d'acide trichloracétique (10 %) a été ajouté au mélange avant d'être centrifugé à 3000g/10min. 2ml du surnageant a été mélangé avec 2ml d'eau distillée et 0,5ml de chlorure ferrique (0,1%). Après 10min, l'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 700nm. Une absorbance élevée indique un pouvoir réducteur important. Nous avons fait la même chose après avoir chauffer l'extrait de dattes à 100°C à des intervalles de temps de 5, 10, 15 et 20min.

c. Détermination de l'activité antioxydante par la mesure du pouvoir réducteur de l' H_2O_2

Le pouvoir réducteur de l'eau oxygénée a été mesuré selon la méthode décrite par **Cheynier, 2005**). L'extrait de datte a été traité à 100°C pendant 5, 10,15 et 20 min, puis chaque tube reçoit 1ml de l'extrait avec 0,6ml d' H_2O_2 (40mol) tamponnée à pH 7,4.

La densité optique de l'échantillon témoin et celle de l'extrait traité ont été mesurées à 230nm. Le pouvoir réducteur de l'eau oxygénée a été estimé par la comparaison de l'absorbance de l'extrait traité et celle du l'extrait témoin.

Le pourcentage d'inhibition du H_2O_2 a été calculé comme suit :

$$\% \text{ scavenger du } H_2O_2 = (abs_T - abs_E / abs_T) \cdot 100$$

Où :

- abs_T : absorbance du témoin
- abs_E : absorbance de l'échantillon

d. Détermination de l'activité antioxydante par la mesure de l'activité antiradicalaire

L'activité antiradicalaire des extraits a été évaluée en utilisant la méthode décrite par **Brand-Williams et al. (1995)**

750µl de l'extrait a été additionné à 2 ml de 2-2-diphényl 1-picryl-hydrazyl (DPPH). Après 30minutes d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 517nm. Le pouvoir anti-radicalaire des extraits est exprimé en pourcentage d'inhibition du radical DPPH :

$$\% \text{ d'inhibition} = \left[1 - \left(\frac{\text{Abs ech}}{\text{Abs t}} \right) \right] \times 100$$

Où :

- Abs ech : Absorbance des extraits
- Abs t : Absorbance du témoin

II.2.6.2. Evaluation de l'activité antioxydante *In vivo*

* Préparation des lots et régimes alimentaires

Pour évaluer l'activité antioxydante des extraits de dattes, nous avons choisi l'extrait de dattes de la variété 1 à cause de sa teneur élevée en polyphénols et celui de la variété Mech-degla qui joue le rôle d'une référence. Pour ce faire nous avons constitué 3 lots homogènes, chaque lot contient 5 rats Wistar comme suit :

-lot 1 : c'est le lot témoin, avec un régime standard (aliment standard)

-lot 2 : c'est le lot expérimental 1, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété 1/kg de poids administré par gavage.

-lot 3 : c'est le lot expérimental 2, avec un régime standard plus 500mg de l'extrait brut de la variété de référence/kg poids administré par gavage.

Le gavage a été fait pendant une semaine et l'administration a été faite à 9 h du matin.

* Prélèvement sanguin

Après les sept jours d'administration des extraits de dattes, nous avons passé au prélèvement sanguin, 1ml du sang prélevé du sinus oculaire a été centrifugé à froid (1500g/5min). Le plasma obtenu a été conservé à une température de 20°C jusqu'à son utilisation.

* Préparation de la fraction cytosolique

Pour la préparation de la fraction cytosolique, nous avons utilisé la méthode décrite par **Iqbal et al. (2003)**. Pour cela, 2g de foie a été coupé et homogénéisé avec 3 volumes du tampon phosphate (0.1M pH 7.4) contenant du KCl à 1.17% à l'aide du broyeur de Dounce (*Kontes, Glass company an ISO-9001 steered firm New Jersey USA*), l'homogénat a été ensuite centrifugé à 2000 rpm pendant 15min à 4°C pour séparer les débris nucléaires. Le surnageant a été centrifugé à 9600rpm à 4°C pendant 30min. Le surnageant ainsi obtenu a été utilisé comme source d'enzymes.

a. Détermination de la capacité plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.

950µl de la solution méthanolique de DPPH (2-2-diphényl 1-picryl-hydrazyl) (2,4mg/100ml de méthanol) a été ajouté à 50µl du plasma. Avant la centrifugation (5000/5min), le mélange a été laissé à l'obscurité pendant 30min. Enfin, la densité optique à 517nm a été déterminée. Le pouvoir antioxydant plasmatique a été calculé selon la formule suivante:

$$\% \text{ d'activité antiradicalaire} = \left[1 - \left(\frac{\text{Abs cont} - \text{abs éch}}{\text{Abs con}} \right) \right] \times 100$$

b. Mesure de l'activité enzymatique de la catalase

L'activité de la catalase a été déterminée en adoptant la méthode de **Clairborne (1985)**. Le principe est basé sur la disparition de H₂O₂ en présence de la source enzymatique à 25°C. Nous avons préparé le mélange composé de 1ml du tampon phosphate (0.1M pH 7.2), 0.950 ml peroxyde d'hydrogène (0.019M) et 25 µl de la source enzymatique, puis la DO a été lue à 240nm après 1min et 2min. L'activité enzymatique est exprimée en UI/g de protéine selon la relation suivante :

$$K = 2.3 / \Delta t \times \log_{10} (DO_0 / DO_t) / g \text{ de protéines}$$

Où :

- DO₀: Absorbance au temps 0.
- DO_t: Absorbance après 1 mn.
- Δt: Intervalle de temps en mn.

c. Dosage de glutathion cytosolique

Pour le dosage du GSH, nous avons utilisé la méthode colorimétrique d'**Ellman (1959)** qui est basée sur le réactif DTNB (acide 5,5-Dithiobis 2-nitrobenzoïque). Il s'agit d'une réaction chimique évoluant en une seule étape suivie d'une détection colorimétrique. Le réactif d'**Ellman** (DTNB) est réduit par les groupes thiol (SH^o pour donner une mole d'acide 2-nitro-5-mercaptobenzoïque par mole de SH). L'acide mercaptobenzoïque est un anion ayant une intense coloration jaune et par conséquent peut être utilisée pour évaluer les groupes thiols (SH).

Pour cela, 0,5g de foie, a été coupé et homogénéisé avec 3 volumes de l'acide thiochloroacétique TCA (5%) à l'aide d'un broyeur de DOUNCE, puis centrifugé à 2000rpm / 15min. 50µl de ce surnageant a été prélevé, additionné de 20µl de tampon phosphate (0.01M, pH 8) puis agité. 3ml de ce mélange a été ajouté à 20µl de DTNB 0.01M. Après 15min d'incubation, la lecture de la densité optique a été effectuée à 412nm contre un blanc préparé dans les mêmes conditions avec le TCA (5%) .

Le taux de GSH est déduit à partir d'une gamme étalon de glutathion préparée dans les mêmes conditions que le dosage et les concentrations sont exprimés en millimoles de glutathion par gramme de foie.

d. Dosage du malondialdéhyde (test TBARS)

Le MDA a été évalué par la méthode d'Okhawa *et al.* (1979). Le dosage repose sur la formation en milieu acide et à chaud (100°C) entre le MDA et deux molécules d'acide thiobarbiturique (TBA), d'un pigment coloré absorbant à 530 nm, extractible par les solvants organiques comme le butanol. La réaction colorée, observée avec TBA, mesure non seulement le MDA préexistant, mais aussi le MDA formé par décomposition thermique des peroxydes, et ceux générés au cours de la réaction.

Le résultat du dosage du MDA par le TBA est donc la somme du MDA préexistant lié ou non aux molécules biologiques, des peroxydes lipidiques, des produits d'auto-oxydation des acides gras et autres substances qui donnent naissance soit à du MDA, soit à des molécules réagissant avec l'acide thiobarbiturique en milieu acide et à chaud. C'est pourquoi, à la notion initiale de dosage du MDA s'est substituée la notion de « substances réagissant avec l'acide thiobarbiturique » (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance ou TBARS*).

Pour le dosage du MDA nous avons utilisé 1g de foie, additionné à 3volumes de solution KCl (1.15M), puis broyage par un homogénéisateur de Dounce. A 0.5ml de l'homogénat nous avons additionné 0,5ml d'acide trichloracétique (TCA) 20% et 1ml d'acide thiobarbiturique (TBA) 0.67%. Le mélange a été chauffé à 100°C pendant 15 min, refroidi puis additionné de 4ml de n-butanol. Après centrifugation de 15 minutes à 3000 rpm/min, la densité optique a été déterminée sur le surnageant au spectrophotomètre à 530nm. Le taux de MDA a été déduit à partir d'une droite d'étalonnage préparée dans les mêmes conditions que les échantillons avec de 1, 1, 3, 3-tetraméthoxypropane. La concentration en MDA est exprimée en mmol/mg.

II.2.7. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques de dattes

Pour l'étude de l'activité antibactérienne, nous avons utilisé comme souches de référence les souches bactériennes suivantes :

- *Listeria monocytogenes* ;
- *Bacillus subtilis* ;
- *Staphylococcus aureus* ;
- *Klebsiella sp.* ;
- *Escherichia coli* ATCC 25922.

Pour la préparation de l'inoculum, les souches ont été repiquées sur gélose et utilisées comme cultures jeunes (18h d'incubation).

Pour l'obtention des extraits de dattes : 200mg de la pulpe de dattes broyée a été macérée dans 200ml de méthanol pur. Le mélange est filtré puis le filtrat a subi une concentration au rotavapor à 40°C sous vide.

Pour la préparation des dilutions, le tableau13 montre les volumes de l'extrait et ceux du solvant (méthanol) qui ont été utilisés pour l'obtention des dilutions des extraits de dattes étudiées.

Tableau 13 : Les dilutions des extraits de dattes.

| Dilution | Extrait (µl) | Solvant (µl) |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1 | 600 | 00 |
| 1/2 | 300 | 300 |
| 1/4 | 150 | 450 |
| 1/6 | 75 | 525 |

La méthode utilisée pour la détermination de l'activité antibactérienne est celle de diffusion par puits sur gélose telle que décrite par **Berghe et Vlietinck (1991)**. Le milieu Mueller-Hinton a été coulé sur boîte de Pétri à une épaisseur de 8 mm. Après inoculation par inondation d'une dilution adéquate (environ 10^6 UFC/ml c.à.d. la DO de la suspension bactérienne à 420 nm comprise entre 0,08 et 0,1) de la bactérie à tester, des puits de 6 mm de diamètre ont été confectionnés de manière concentrique sur les milieux, la base de chaque puits a été bouchée par la même gélose (5 puits par boîte). Puis, 25µl du solvant (méthanol pur) a été introduit dans le puits centrale (témoin), le reste des puits reçoivent chacun 25 µl de chaque dilution. Après une pré-diffusion de 45 min à température ambiante sous l'hôte, les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24h au terme desquelles les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse.

II.2.8. Analyse statistique des résultats

Les résultats ont été présentés par la moyenne suivie de l'écart-type (n = 3) pour chaque paramètre.

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel mathématique-statistique Origin 6 sur les valeurs obtenues. Les différences sont testées pour la signifiante par l'analyse de la variance (ANOVA). Elles sont considérées significatives à $P \leq 0.05$.

Résultats et Discussion

III.1. Rendement de chaque palmier dattier

Pour estimer le rendement de chaque palmier, nous avons procédé à la pesée de dattes avec régimes puis la pesée de dattes en petit tiges et une 3^{ème} pesée de dattes en vrac (sans régimes et sans tiges). Le tableau 14, résume les valeurs trouvées après chaque pesée.

Tableau 14 : Rendement de chaque palmier dattier.

| | Pesée 1 : dattes avec régimes | Pesée 2 : dattes en petits tiges | Pesée 3 : dattes sans tiges et sans régimes |
|-----------|--------------------------------------|---|--|
| DV | 22.19 | 20.82 | 19.00 |
| DC | 19.11 | 17.52 | 16.22 |
| DB | 16,01 | 11.92 | 10.44 |

DV : Datte Village Moussa, **DC :** Datte Camp-Chevallier, **DB :** Datte Ben Hayen

A partir du tableau 14, nous pouvons dire que le palmier dattier du site Village-Moussa a le rendement le plus élevé avec 19 Kg de dattes suivi par celui de site Camp Chevallier avec un poids de 16.22 Kg/palmier et enfin, le dattier du site Ben-Hayen avec la valeur la plus basse 10 Kg de dattes/palmier. Cette variation dans le rendement peut être due à plusieurs facteurs tel que, les dimensions du fruit (dattes), le climat du site et les conditions édaphiques.

III. 2. Caractéristiques physiques et morphologiques des dattes et leurs poudres

III.2.1. Datte entière

Les caractéristiques morphologiques de dattes soumises à l'étude sont illustrées par les photos suivantes :

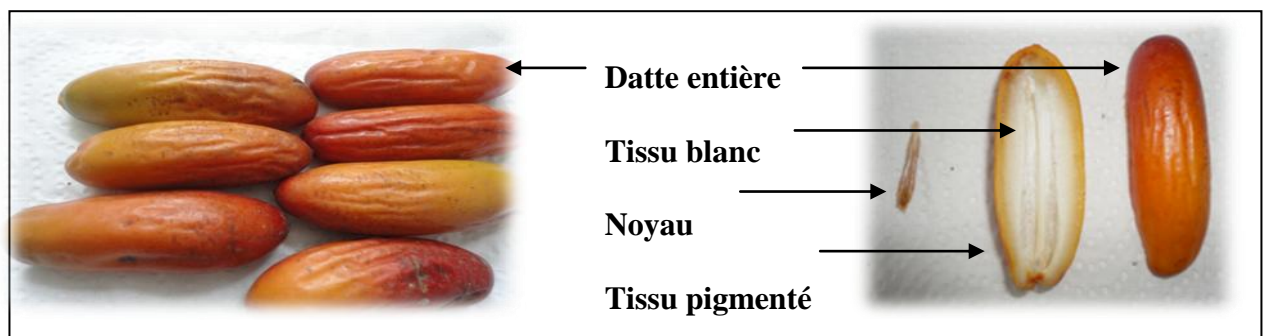


Photo 04: Aspect général et coupe longitudinale des dattes issues du site : Village Moussa (DV) avant maturation.

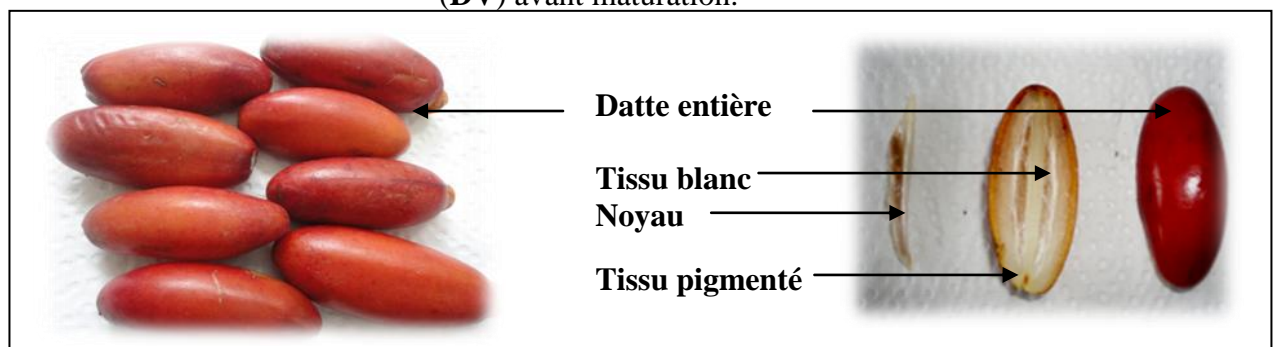


Photo 05: Aspect général et coupe longitudinale des dattes issues du site : Camp Chevallier (DC) avant maturation.

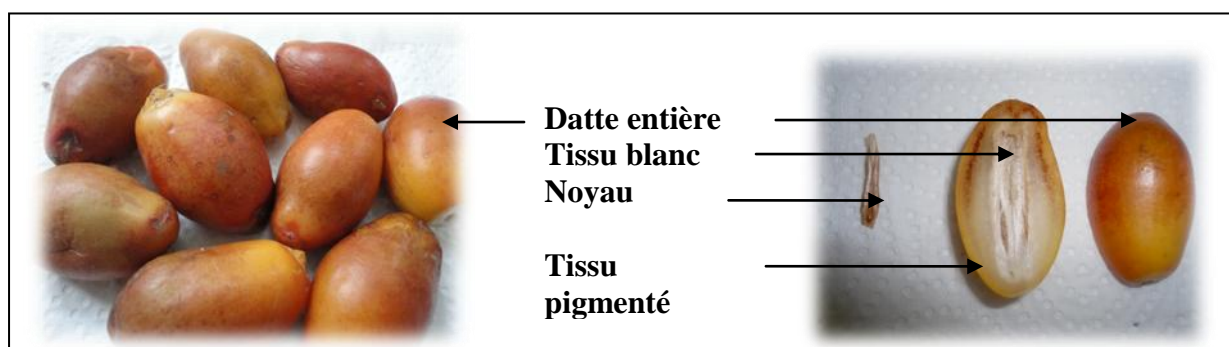


Photo 06: Aspect général et coupe longitudinale des dattes issues du site Ben-Hayen (DB) avant maturation.

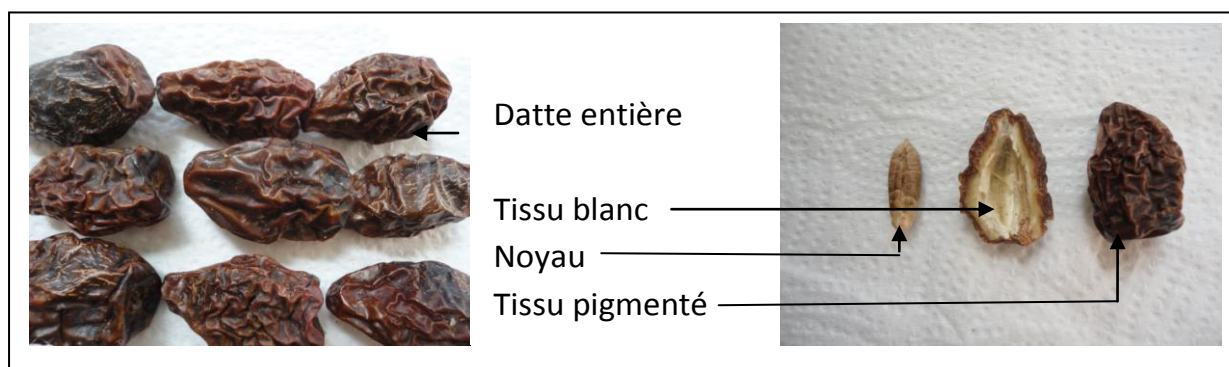


Photo 07: Aspect général et coupe longitudinale des dattes issues du site : Camp Chevallier (DC) après maturation.

D'après ces photos, les dattes soumises à l'étude sont de couleur jaune-marron et de forme allongée pour l'échantillon du site Village-Moussa, rouge et fusiforme pour les dattes récoltées du site Camp-Chevallier et jaune, de forme ovoïde pour celles récoltées de site Ben-Hayen. Le tableau 15, regroupe les différentes caractéristiques morphologiques et organoleptiques des dattes étudiées, ainsi que les différents rapports calculés.

Tableau 15 : Caractéristiques morphologiques des dattes.

| Critères | Valeur moyenne \pm écart type | | |
|--|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| | DV | DC | DB |
| Couleur | Jaune-maronne | Rouge | Jaune |
| Saveur | Astringente | Astringente | Astringente |
| Forme | Allongée | Fusifforme | Ovoïde |
| Poids de la datte entière(g) | 14.11 \pm 3.64 | 8.17 \pm 1.85 | 13.92 \pm 2.77 |
| Poids de la pulpe(g) | 13.96 \pm 3.57 | 7.81 \pm 1.72 | 13.62 \pm 2.61 |
| Poids de noyau(g) | 0.03 \pm 0.02 | 0.16 \pm 0.16 | 0.21 \pm 0.16 |
| Longueur de la datte entière (cm) | 5.85 \pm 0.25 | 4.40 \pm 0.42 | 4.05 \pm 0.35 |
| Largeur de la datte (cm) | 1.95 \pm 0.25 | 2.01 \pm 0.28 | 2.40 \pm 0.30 |
| Rapport longueur/ largeur (%) | 3.00 \pm 1.00 | 2.18 \pm 1.47 | 1.87 \pm 1.66 |
| Rapport pulpe/datte (%) | 0.98 \pm 0.97 | 0.95 \pm 0.92 | 0.97 \pm 0.94 |
| Rapport noyau/datte (%) | 0.002 \pm 0.00 | 0.01 \pm 0.08 | 0.01 \pm 0.05 |
| Rapport pulpe/noyau (%) | 42.76 \pm 16.75 | 48.04 \pm 10.59 | 64.16 \pm 16.01 |

D'après **Meunier (1973)**, le pigment jaune de la datte peut être une flavone ou flavonole et le pigment rouge est une anthocyanine. Les zones brunes peuvent être dues aux réactions de brunissement non enzymatique qui sont accentuées par l'exposition directe au soleil. Cette observation ne corrèle pas avec l'avis d'**Acourene et al. (1997)** qui l'ont qualifié de blanche. Il convient de rappeler ici l'importance de la couleur en tant que critère de qualité. Pour les consommateurs, il s'agit d'un critère de choix pour l'appréciation de la qualité d'un aliment. Concernant la saveur des dattes, elle est amère et astringente pour toutes les variétés analysées, cela est lié à la récolte précoce (c'est-à-dire au début de maturation) car la teneur en tanins responsables de l'astringence des dattes est plus élevée au début de maturation (**Sawaya, 1983 ; Mikki, 1999**).

Les résultats donnés dans le tableau 15 montrent que le poids moyen de la datte entière pour les trois variétés de dattes varie entre 8.17 et 14.11g, tandis que celui de la pulpe entre 7.81 et 13.96g. La longueur et la largeur moyennes varient entre 4.05 et 5.85cm et entre 1.95 et 2.40 cm respectivement.

Le poids de la datte entière et de la pulpe sont élevés pour la variété de dattes codée DV (14.11 et 13.96g respectivement) le poids le plus faible est obtenu avec la variété codée DC. La valeur maximale de la longueur (5.85cm) est enregistrée avec les dattes de la variété récoltée du site Village-Moussa et la plus faible valeur revient aux dattes de la variété de site Ben-Hayen (4.05cm), la largeur de cette dernière est élevée par rapport aux deux autres variétés.

Le poids de noyau pour les trois variétés de dattes étudiées est très petit, il varie entre 0.03 et 0.21g. Cela est intimement lié au stade de développement qui n'est pas encore à terme.

Selon **Meligi et Saurial (1982)**, **Mohammed et al. (1983)** et **Acourene et al. (2001)**, une datte est dite de qualité physique acceptable quand :

- Le poids de la datte entière est supérieur ou égal à 6 g ;
- Le poids de la pulpe est supérieur ou égal à 5 g ;
- La longueur est supérieur ou égale à 3,50 cm ;
- Le diamètre est supérieur ou égal à 1,5 cm.

Selon ces critères, les dattes des trois variétés étudiées présentent des qualités physiques acceptables.

Un autre critère de qualité des dattes selon **Othman (1995)** est le rapport noyau/datte : plus il est faible, plus la qualité du fruit est élevé. Il doit être compris entre 10 et 15%. Ce rapport se situe entre 0.002 et 0.20 %, nous avons remarqué qu'il est très faible car le fruit (datte) est dans le début de sa maturation c.à.d. le noyau n'a pas encore atteint le stade de développement final.

Les rapports pulpe/datte des dattes de la présente étude sont légèrement différents. Ils étaient de 0.95 pour la variété codée DC, 0.77 pour la variété codée DB et 0.98 pour la variété DV.

La détermination de ce rapport inversement corrélé au rapport cité précédemment permet également de caractériser les dattes. Etant donné que la meilleure est celle dont ce rapport est plus élevée.

La proportion du noyau constitue une caractéristique variétale : une donnée d'appréciation des qualités commerciales est un critère de sélection pour les prospecteurs (Gilles, 2000).

Le rapport pulpe/noyau des variétés étudiées varie entre 42,76% pour la variété DV et 64.16% pour la variété de site Ben-Hayen. Ce rapport est supérieur à ceux trouvés par **Acourene et Tama (1997)** et **Chibane et al. (2007)** pour la variété Degla-Beida et qui sont respectivement de 38% et 42,7%.

III.2.2. Granulométrie de la poudre de dattes

Les photos 8,9 et 10 illustrent l'aspect général des différentes farines de dattes obtenues après le broyage et le séchage des dattes des variétés étudiées. La poudre de la variété sèche Mech-Degla est représentée par la photo 11.

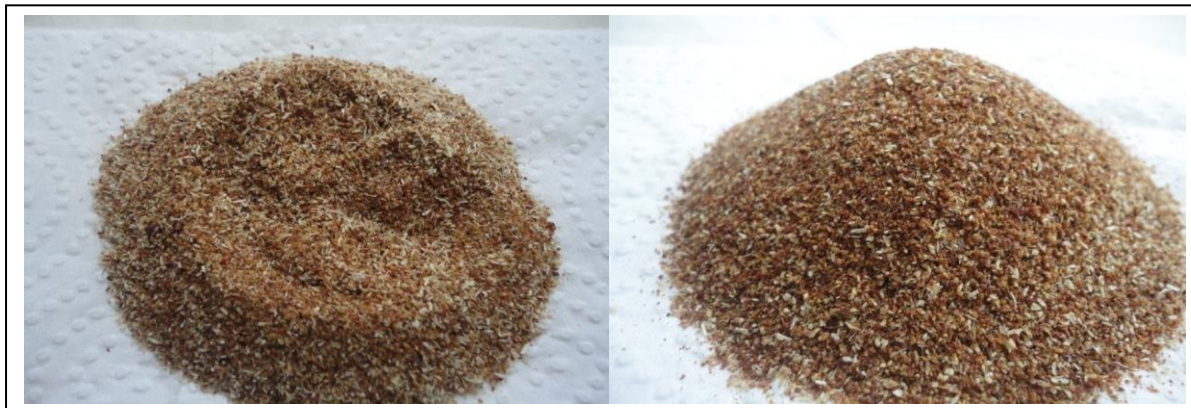


Photo 08 : Poudre de datte codée PV

Photo 09 : Poudre de datte codée PC

(issue de dattes de la variété codée DV).

(issue de dattes de la variété codée DC).



Photo 10 : Poudre de datte codée PB

Photo 11 : Poudre de datte codée PM

(issue de dattes de la variété codée DB).

(issue de dattes de la variété codée DM).

L'observation de ces photos, indique la différence de la couleur entre les poudres de dattes. Concernant l'aspect macroscopique et la granulométrie des poudres, nous pouvons dire que la différence entre les poudres de dattes est légèrement remarquable. Le tableau 16 regroupe les résultats obtenus après avoir passer les poudres de dattes à travers une série de tamis de diamètres différents.

Tableau 16 : Granulation des différentes poudres de datte.

| | PV | | PB | | PC | | PM | |
|--------------------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|
| Poids initial (g) | 21.2 g | | 73,1 g | | 79, 8 | | 20 g | |
| 600 µm | 0.8 g | 3.77 % | 10.7 g | 14.64 % | 10.7 g | 13.41 % | 1.1 g | 5.50 % |
| 400 µm | 10 g | 47.16 % | 38.2 g | 52.26 % | 40.1 g | 50.25 % | 12 g | 60.00 % |
| 315 µm | 3.1 g | 14.62 % | 9.1 g | 12.45 % | 12.1 g | 15.16 % | 4.2 g | 21.00 % |
| 250 µm | 2.9 g | 13.68 % | 6.4 g | 8.76 % | 8.5 g | 10.65 % | 3.7 g | 18.50 % |
| 200 µm | 1.5 g | 7.08 % | 3.1 g | 4.24 % | 3.4 g | 2.26 % | 2.5 g | 12.50 % |

Les résultats indiqués dans le tableau 16 montrent une hétérogénéité de la granulométrie des poudres pour laquelle, les particules dont le diamètre est de 400µm ayant le pourcentage le plus élevé pour toutes les farines de dattes (60% pour la farine PM, 52.26 pour PB, 50.25% pour PC et 47.16 pour la poudre codée PV). Par ailleurs, nous avons remarqué que la poudre issue de dattes du site Village-Moussa (PV) est la plus fine car elle renferme 7.08% de particules dont le diamètre est de 200µm.

III. 3. Caractéristiques physicochimiques des dattes et leurs poudres.

III.3.1. Teneur en eau et en matière sèche

Les teneurs en eau et en matière sèche des dattes étudiées ainsi que leurs poudres sont illustrées par la figure 10.

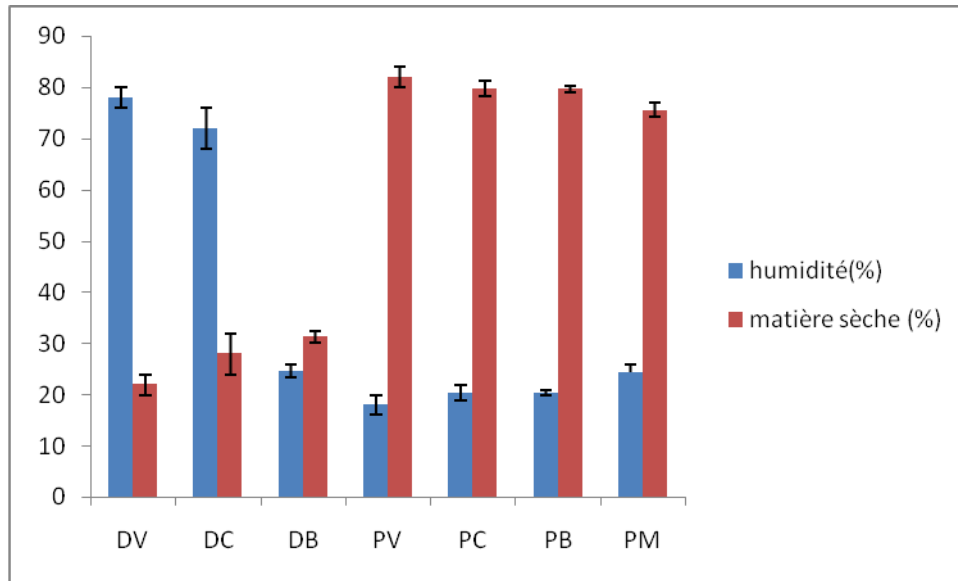


Figure 10 : Teneur en eau et en matière sèche pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres.

D'après le graphe ci-dessus, les teneurs en eau des échantillons de dattes étudiées sont de 72%, 75,33% et 78,00% pour les variétés codées DB, DC et DV respectivement. En revanche, la teneur en matière sèche varie entre 22 % et 28% pour les dattes codées DV et DB.

Les valeurs de la teneur en eau ne présentent pas une différence significative ($p > 0.05$). Elles sont largement supérieures à celles trouvées dans certaines variétés étudiées par **Al-Hooti et al. (1997)** qui ont travaillé sur des variétés de dattes Emaratiennes où les valeurs obtenues étaient comprises entre 7.00 et 16.00 %. Elles sont aussi supérieures à celles trouvées par **Chibane et al. (2007)**, **Acourene et Tama (1997)** et qui ont obtenu des valeurs de 14.75% et 13,03% pour la variété Degla-Beida. D'après **Najeh et al. (1991)**, la teneur en eau détermine la consistance de la datte (molle : 30% d'eau, demi-molle : 20-30% d'eau et sèche inférieur à 20% d'eau). L'humidité de dattes varie en fonction de stade de développement de fruit et en fonction des variétés.

Giddey (1982), **Gatel (1982)** et **Multon (1991)** ont classé les dattes dans la famille des aliments à humidité intermédiaire < 40 % d'où les activités de l'eau (a_w) $< 0,9$; dont la conservation est aisée pour de longues périodes de stockage à la température ambiante. Dans le même ordre d'idée, **Cheftel (1977)** a estimé que le concept activité de l'eau (a_w) est essentiel pour la stabilité des aliments notamment sur le plan microbiologique. Il se trouve que nos dattes renferment des teneurs en eau > 40 % ce qui rend leur stockage à longue période et à température ambiante quasiment difficile. Toutefois **Falade et Abbo (2007)** ont rapporté qu'une grande variabilité de la teneur en eau dépassant 60 % dans les fruits dattes nécessitant un traitement de stabilisation par séchage.

Concernant la teneur en eau des poudres de dattes obtenues à partir des variétés de dattes de la présente étude, nous remarquons qu'elle varie entre 18% pour la poudre codée PV et 20,33% pour les poudres codées PC et PB alors que la farine de dattes de la variété Mech-Degla

présente une teneur en eau de 24.43%. Ces valeurs sont quasiment supérieures à celle donnée par **Espiard (2002)**, qui est de 4 à 6 % pour les poudres à base de fruits.

Cependant, cette forte diminution de la teneur en eau dans les poudres de dattes par rapport aux dattes fraîches est le résultat du traitement thermique. La teneur en matière sèche pour les farines de dattes codées PC et PB est la même, elle est de 79.66%, cette valeur est inférieure à celle de la poudre codée PV (82%) et légèrement supérieure à celle de la poudre codée PM (75.56%).

III.3.2. Teneur en cendres et conductivité électrique

Il est bien connu que le taux de cendre présente la valeur totale en sels minéraux d'un produit. La figure 11 présente la teneur en cendres des variétés de dattes et leurs poudres ainsi que les résultats de la conductivité électrique.

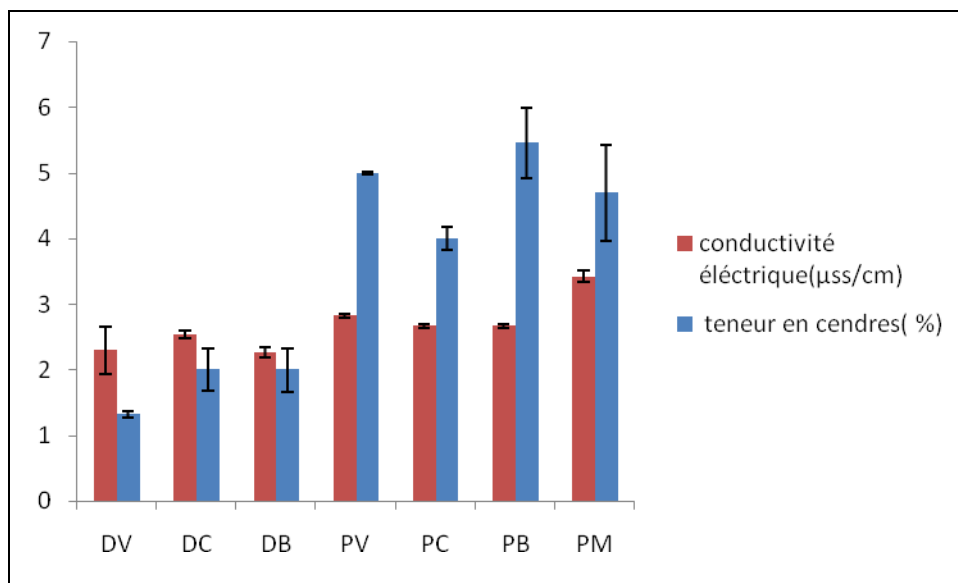


Figure 11 : Teneur en cendres et conductivité électrique des dattes et de leurs poudres.

Les dattes ayant fait l'objet de cette étude présentent des teneurs en cendres variable avec des différences significatives ($P < 0,05$). Elles varient entre 1.33% pour la variété de dattes récoltées du site Village-Moussa et 2% pour les deux autres variétés codées DB et DC. Ces valeurs sont très proches de celles rapportées par **Sayah et Ould Elhadj (2010)** qui ont trouvé un taux de cendres de 1.65% pour la variété Deglet-Nour et 2.32% pour la variété Degla-Beida.

Ben Hamed et al. (2009), ont trouvé aussi des valeurs qui concordent avec nos résultats, avec 1.82 % pour le cultivar Mech-Degla et 1.84% pour la variété molle Ghars. Toutefois **Boudraa, (2004)** a trouvé une teneur de 1.74% pour la variété Mech- Degla contrairement à la variété Ghars qui présentait une teneur en cendres de l'ordre de 2.31%.

De nombreux auteurs dont **Fethi et El-Kohtani, (1979)** ; **Lamboite (1983)** et **Favier et al. (1993)**, affirment que la datte renferme des teneurs en cendres de l'ordre de 2%. **Khatab**

et *al.* (1983), ayant travaillé sur des variétés Soudanaises, ont trouvé des valeurs égales à 2.84%.

Les variétés Saoudiennes et Irakiennes renferment selon **Sawaya et al. (1983)** des teneurs en cendres plus élevées, comprises entre 2 et 4%. **Youssif et al. (1982)** ont trouvé des valeurs comprises entre 1,8 et 2,12% pour les variétés Irakiennes (*Hallawi* : 1,92%, *Sayer* :1,8%, *Khadrawi* : 2,12% et *Zahdi* :1,86%).

Par ailleurs, **Acourene et al. (2001)** ont rapporté des valeurs de 1.8 et 2.9%. De même, **Al – Hooti et al. (1997)** ont également trouvé des valeurs qui se situent entre 1.6 et 2 % pour certaines variétés Emaratiennes.

Cependant, les teneurs moyennes en cendres des poudres de dattes étudiées sont aussi significativement différentes ($P < 0.05$) et varient entre 4.7 et 5% dont la valeur maximale est enregistrée avec la poudre codée PV, issue de dattes du site Village Moussa. Ces résultats ne coïncident pas à ceux trouvés par **Djouab, (2007)** qui donne une valeur de 2% pour les dattes de cultivars Mech-Degla et 1.40 % pour sa poudre.

Acourene et al. (2001) ont expliqué les variations dans la teneur en cendres d'une variété de datte à une autre par la variation des conditions de croissance que la qualité des sols (distribution des éléments minéraux dans le sol) et par la variation des conditions de fertilisation ainsi que l'irrigation de chaque palmier.

Concernant la conductivité électrique qui exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation positive avec la teneur en sels solubles. La teneur en ces derniers dans les solutions diluées, est proportionnelle à la conductivité.

Les résultats obtenus pour les dattes entières ne présentent pas une différence significative ($P = 0.29$). La figure 11 nous montre que pour les dattes entières, les deux échantillons DC DB ont presque la même conductivité électrique 3.57 et 3.59 $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$ respectivement, valeur supérieure à celle de l'échantillon DV (3.30 $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$). Ce résultat est en concordance avec le taux de cendres enregistré, rappelons le, la conductivité électrique évolue dans le même sens que le taux de cendres.

Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Chibane (2007)** pour les variétés Algériennes Mech-Degla, Degla-Beida et Frezza dont leurs teneurs en sels solubles sont respectivement de 2.01, 2.18 et 2.5 $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$.

De même, les résultats trouvés avec les poudres de dattes présentent une différence très significative ($P < 0.01$), la conductivité électrique évolue toujours dans le même sens que le taux de cendres obtenu.

Selon **Rodier (1997)**, La mesure de la conductivité électrique est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation.

III.3.3. pH et acidité titrable

Les valeurs de la mesure du pH et de l'acidité titrable pour les dattes entières et leurs poudres sont illustrées par la figure 12. L'analyse statistique a montré une différence significative entre le pH des dattes ainsi que celui de leurs poudres ($P < 0.05$). De même, la signification persiste avec les valeurs de l'acidité titrable trouvées ($P < 0.05$).

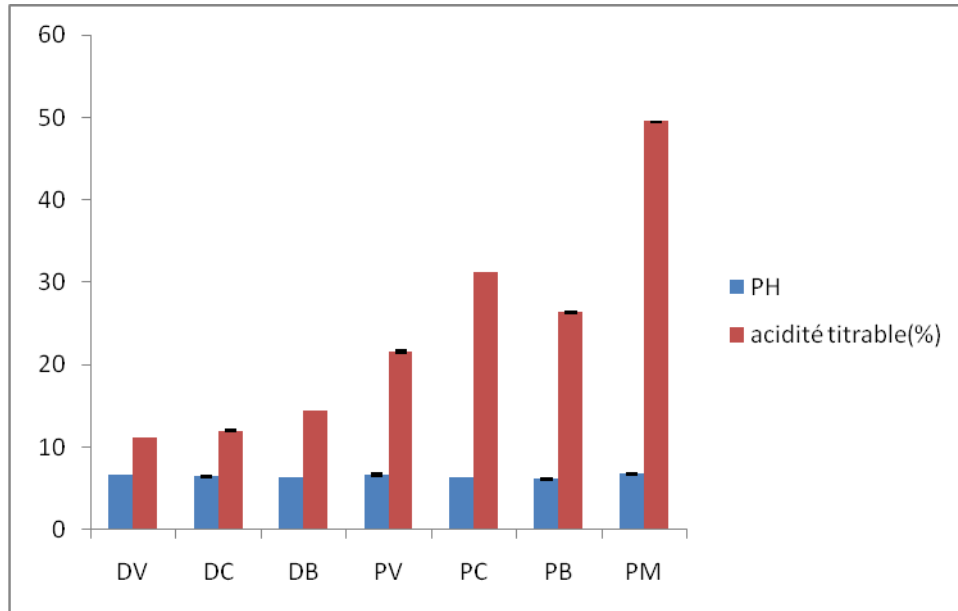


Figure 12 : pH et acidité titrable des dattes étudiées et de leurs poudres.

Les résultats montrent que les valeurs du pH des échantillons de dattes varient entre pH 6.32 et pH 6.7, celles des poudres sont comprises entre pH 6.17 pour la poudre de datte codée PB et pH 6.80 pour la poudre de la variété Mech-Degla. Les résultats du pH de dattes fraîches sont légèrement supérieurs à ceux rapportés par **Benahmed et al. (2010)**. Ces auteurs ont trouvé un pH de 5.48 pour la variété sèche Degla-Beida et un pH de 6.42 pour la variété molle Ghars.

Le pH constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération. Un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures. Les bactéries par contre préfèrent des milieux neutres, soit 7 et 7.5, cependant, certaines tolèrent des variations entre 6 et 9 (**Rygg, 1997**).

Il est associé à une datte de bonne qualité un pH voisin de 6. Donc et d'après nos résultats, ces pH sont défavorables à la prolifération des bactéries mais favorables à la prolifération des levures et moisissures. Les altérations provoquées par les levures et moisissures affectent surtout la qualité organoleptique (**Moreau, 1968 ; Bourgeois et al., 1988**).

Par ailleurs et d'après les résultats de la figure 12, la variété de dattes codée DB renferme le taux le plus élevé en acide estimé à 0.14%, alors que les poudres, la variété commerciale Mech-Degla prend le dessus avec une acidité de 0.49%. Ces valeurs de l'acidité titrable des dattes entières sont moyennement proches à celles rapportées par **Chiban (2007)**, qui a trouvé

pour les variétés Mech-Degla, Degla –Beida et Frezza des valeurs de 0.24%, 0.21% et 0,19% respectivement.

Les acides organiques sont, en général des intermédiaires des processus métaboliques. Ils influencent la croissance des microorganismes et affectent la qualité de conservation des produits. Ils sont directement impliqués dans la croissance, la maturation et la sénescence de la datte (Al-Farsi et al., 2005a).

La présence et la composition en acides organiques peuvent être affectées par divers facteurs comme la variété, les conditions de croissances, la maturité, la saison, l'origine géographique, la fertilisation, le type de sol, les conditions de stockages, le taux d'exposition au soleil et la période de récolte ...etc (Al-Farsi et al., 2005a).

Un certain nombre d'acides organiques, prédominants, tels que les acides citrique, malique, oxalique et succinique ont été isolés de la chair de la datte. Cependant, c'est au cours de la maturation que leurs teneurs tendent à décroître et à se stabiliser (Al-Farsi et al., 2005a).

III.3.4. Indice de couleur et la teneur en vitamine C

La figure 13 illustre les résultats du dosage de l'acide ascorbique et l'indice de couleur pour les dattes entières ainsi leurs farines.

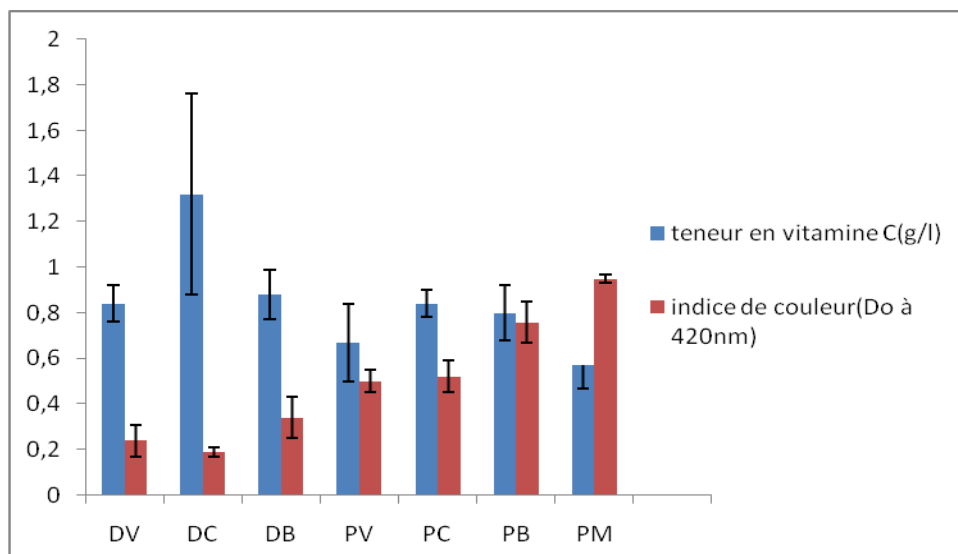


Figure 13 : Teneur en vitamine C et indice de couleur des trois échantillons de dattes et leurs farines.

L'analyse statistique a montré que la teneur en vitamine C dans les échantillons de dattes ne présente aucune différence significative ($P=0,12$), de même, la différence était non significative ($P=0,08$) entre les farines de dattes. Les valeurs de la teneur en acide ascorbique des trois échantillons de dattes varient de 0.84 à 1.32g/kg. La datte de la variété codée DC est plus riche en ce composé comparativement aux deux autres variétés qui présentent des valeurs de 0,84 et 0,88g/kg.

Cependant, après séchage, nous remarquons qu'il y a une perte en ce composé aux niveaux des trois échantillons dont elle passe de 0,84 à 0,67 g/l dans l'échantillon codé DV, de 1,32 à

0,84 g/l dans l'échantillon DC et de 0,88 à 0,80 g/l dans l'échantillon DB. Ces valeurs sont proches de celle de la poudre commercialisée (PM) soumise à la même expérience.

Selon **Munier, (1973)** la pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leurs provenances. En général, elle contient des vitamines de groupe B en quantité appréciable mais pas de vitamine C, ou à une quantité négligeable.

Selon **Favier et al. (1995)** et **Hassan et al. (1995)**, la teneur moyenne de l'acide ascorbique est de l'ordre 5 mg/100g dans la dattes molle et de 2 mg/100g pour la dattes sèche.

Les différences entre la teneur en vitamine C, peuvent être dues à plusieurs facteurs dont le facteur variétal, l'origine géographique, le stade de maturité et les conditions de conservation restent les plus importants.

Concernant l'indice de couleur, la différence entre les variétés de dattes est significative ($P < 0,05$), elle est également significative entre les poudres de dattes ($P < 0,05$). Les absorbances des extraits de dattes codés DV, DC, et DB à 420 nm sont respectivement de 0.24, 0.19 et 0.35. Ces valeurs ont augmenté après le processus de séchage effectué sur les dattes fraîches pour atteindre des valeurs respectives de 0.56, 0.44 et 0.67 où la valeur maximale (0.94) est celle de l'extrait de la variété Mech-Degla.

Selon **Abbasi et Azari, (2007)**, la détermination de l'indice de couleur est faite afin de voir si la poudre de dattes va garder la même couleur de sa matière première après l'opération de séchage. Donc, nos poudres de dattes issues des variétés étudiées n'ont pas gardé la même couleur que les dattes fraîches, cela peut être dû à la mauvaise application de la procédure de séchage.

III.3.5. Degré Brix

La détermination du degré Brix est faite sur les dattes entières seulement, la différence entre les résultats obtenus est très significative ($p < 0,01$). La figure suivante illustre le degré Brix pour chaque variété de dattes.

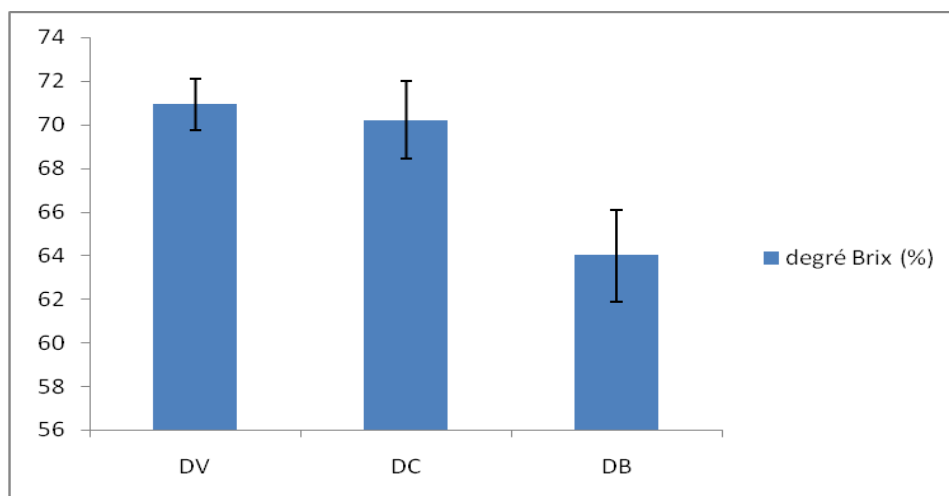


Figure 14 : Degré Brix pour les trois variétés de dattes.

Le pourcentage de la concentration des solides solubles contenus dans les extraits aqueux des dattes des trois variétés est de 70.93, 70.20 et 64% pour les échantillons de dattes codés DV, DC et DB respectivement.

Ce résultat très élevé fait de la datte un fruit unique. En effet la plupart des fruits présentent des taux ne dépassant pas les 30% : 6-10 % pour sept cultivars de fraises Croatiennes (Voca et al., 2008), 22.7-27.2% pour les figues (Polat et Caliskan, 2008), 8% pour la mangue (Jha et al., 2006) et 18 % pour les bananes (Carreño et al., 2003).

Selon Golshan Tafti et Fooladi, (2006), le pourcentage des solides totaux solubles augmente de stade Kimri vers le stade Tamar. Cependant, Mohammed et al. (1983) donnent des valeurs très variables (allant de 18 à 86 %) pour 50 cultivars Irakiens. Khalil et al. (2002) ont trouvé des teneurs de 81.34% et 58.20% pour les deux variétés Siwi et Amhat respectivement.

III.3.6. Résultats du dosage de l'amidon, l'amylose et l'amylopéctine

Les résultats du dosage spectrophotométrique de l'amidon, l'amylose et l'amylopéctine dans les poudres des trois échantillons et celle de référence Mech-Degla sont illustrés par la figure 15.

Nous observons que les valeurs sont très proches et se situent dans l'intervalle 0.10 à 0.12 mg/g pour les poudres codées PC et PM respectivement. Concernent la concentration de l'amylose et de l'amylopéctine, nous remarquons que la plus grande valeur est enregistrée avec la poudre codée PC (0,087mg/g), alors que la valeur minimale est obtenue avec la poudre codée PV et la poudre codée PM (0,082mg/g). La poudre codée PB a une valeur intermédiaire (0,085mg/g).

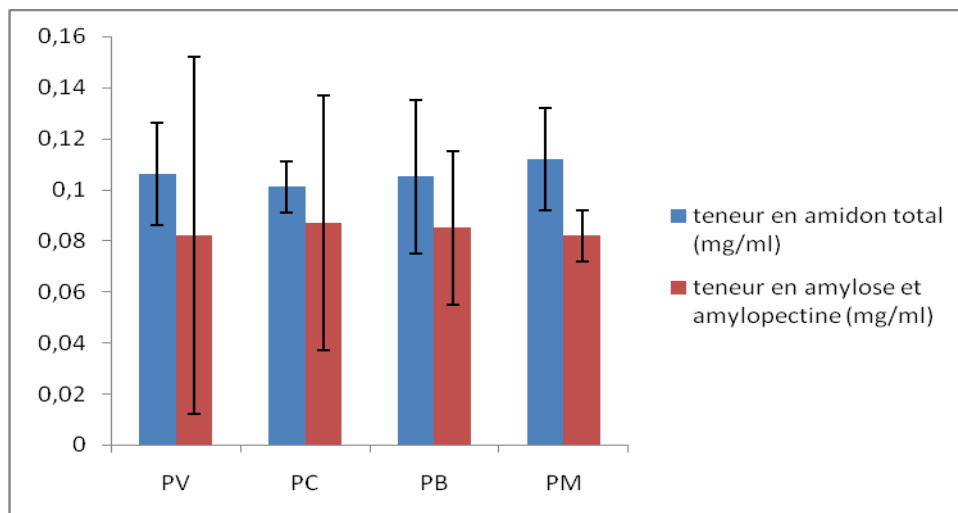


Figure 15 : Teneur en amidon total, amylose et amylopéctine des farines de dattes.

Selon Al-Farsi et al. (2005a). La proportion d'amylose et d'amylopéctine dans les dattes est de 50 à 80 %. D'après les résultats obtenus, les poudres PC et PB ont des teneurs qui dépassent la fourchette citée par cet auteur, et montrent des valeurs respectives de 86,19% et 80,9%. Alors que les deux autres poudres codées PV et PM ont des valeurs qui se situent dans l'intervalle cité avec des teneurs respectives de 77,39 et 73,21%.

III.3.7. Résultats du dosage des sucres totaux

Le graphe suivant représente les résultats de dosage des sucres totaux dans les dattes entières et leurs poudres.

L'analyse statistique des résultats du dosage des sucres totaux dans les échantillons de dattes et leurs poudres a montré une différence très significative ($P < 0,01$), témoignant l'effet de stade de collecte sur les proportions de ces composés dans le fruit.

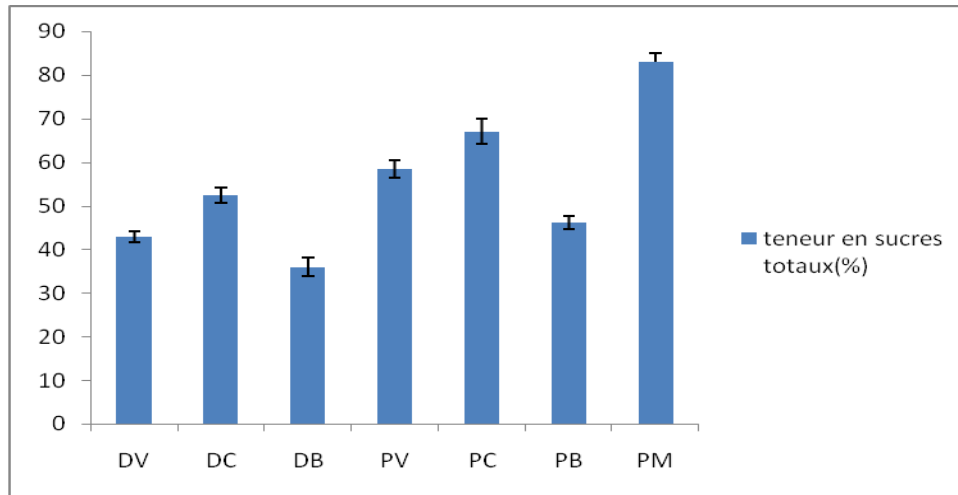


Figure 16 : Résultats de dosage des sucres totaux dans les dattes entières et leurs poudres.

L'analyse des résultats montre que la teneur en sucres dans les dattes fraîches était de 35.97 % et 52.40 % pour les dattes codées DB et DC respectivement. Alors que les dattes codées DV renferment 42.92% du poids frais.

Ces valeurs sont très inférieures à celles trouvées par **Sayah et Ould-El hadj, (2010)** qui ont travaillé sur la variété sèche Degla-Beida, la variété demi-molle Deglat-Noor et la variété molle Ghars et qui ont trouvé des pourcentages en sucres totaux qui situent dans l'intervalle [70%-80%] du poids frais.

Cependant, le dosage du même paramètre dans les échantillons en forme poudreuse, nous laisse remarquer une augmentation de pourcentage en sucres, il est en ordre croissant de 46.19%, 58.15et 67.04% pour les farines de dattes codées PB, PV et PC respectivement. Par ailleurs la poudre de dattes de la variété sèche Mech-Degla présente la valeur la plus élevée 83.1%.

Quant à la différence de taux des sucres entre la datte fraîche et la farine de dattes, elle est probablement due au traitement physique qu'a subi la datte fraîche (séchage et broyage), et qui à probablement entraîné une hydrolyse ou une inversion du saccharose.

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment. **Baraem et al. (2007)** ayant travaillé sur deux variétés de dattes Emaratiennes, ont montré que la température et la durée du stockage influent sur la teneur en sucres réducteurs.

De nombreux auteurs, dont **Munier, (1973)** ; **Nixon et al. (1978)** et **Sawaya et al. (1983)** s'accordent sur le fait que les sucres des dattes varient en fonction de la variété considérée, du climat, le stade de maturation et la méthode de dosage utilisée. Néanmoins, tous s'accordent à dire que les teneurs en sucres totaux des dattes sont de l'ordre de 60 à 80%.

III.3. 8. La teneur en matière grasse

La teneur en lipides a été déterminée uniquement sur la poudre de dattes. Les résultats du dosage sont illustrés par la figure 17.

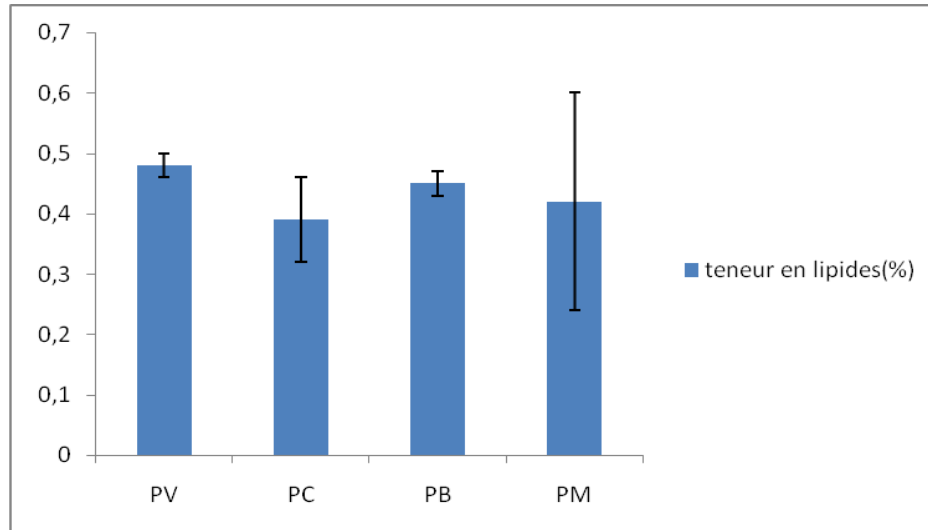


Figure 17 : Résultats du dosage des lipides dans les poudres de dattes.

A partir de la figure ci-dessus, nous avons remarqué que la poudre de dattes issue de l'échantillon codé DV renferme le taux le plus élevé en lipides estimé à 0.48 % suivi par la poudre codée PB qui a une teneur en lipides égale à 0.45%. Cependant, la poudre de datte du cultivar Mech-Degla a montré une teneur de 0.42%. La valeur la plus faible en lipide a été enregistrée avec la poudre de dattes récoltée du site Camp-Chevallier, estimée à 0.39%. L'analyse statistique de ces résultats a montré une différence significative ($P=0.03$).

Ces valeurs sont dans l'intervalle signalé par **Al-Shahib et Marshall, (2003)** [0,2%-0,5%], mais elles sont légèrement supérieures à celles trouvées par **Al-Hooti et al. (1997)**, qui ont rapporté que la teneur en lipides dans les dattes Imaratiennes était entre 0,1 et 0,2% du poids sec. Cette différence peut être due à la variété de datte, au stade de récolte et les conditions édaphiques.

En générale, les dattes contiennent une faible quantité de lipides qui sont présentes dans la pulpe [0,7-1,1 %], mais en proportion plus élevée dans le noyau [8,9-10,4 %] (**Abou-Zeid et al., 1991**).

III.3.9. Détermination de la composition de matière grasse en acides gras

L'analyse de l'extrait lipidique (extraction par Soxhlet) des différents échantillons de dattes par chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectroscopie de masse a révélé la

présence une gamme des acides gras. Le tableau de la composition en acides gras exprimée en % de surface de chromatogramme est en annexe IV.

Les chromatogrammes suivants illustrent la composition en acides gras.

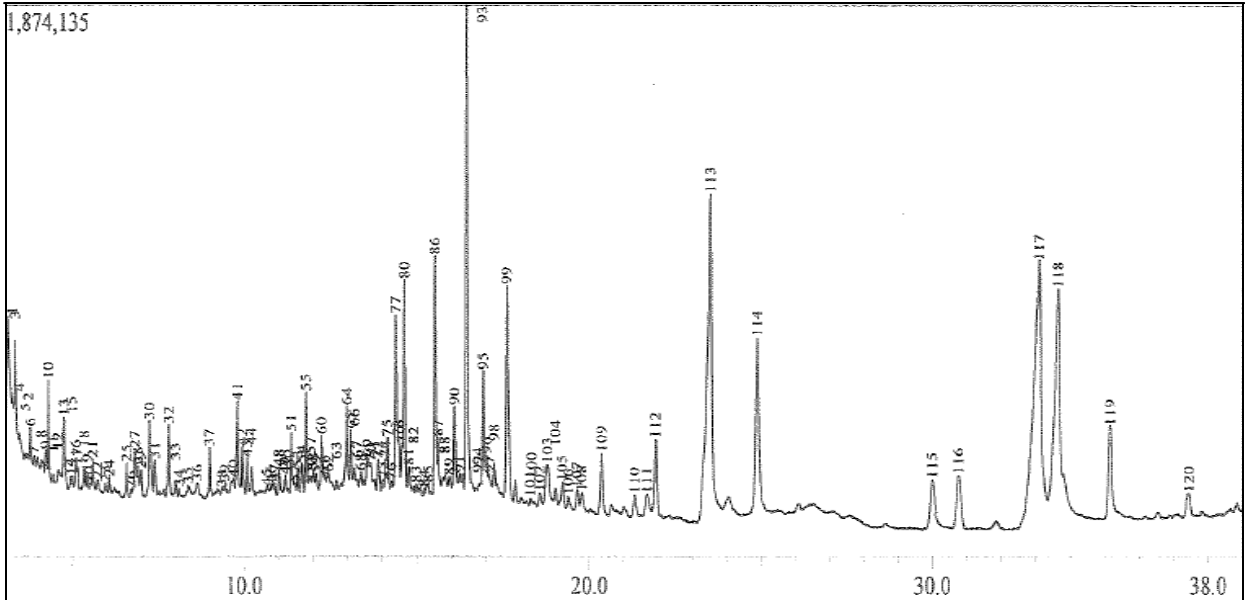


Figure 18 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DV.

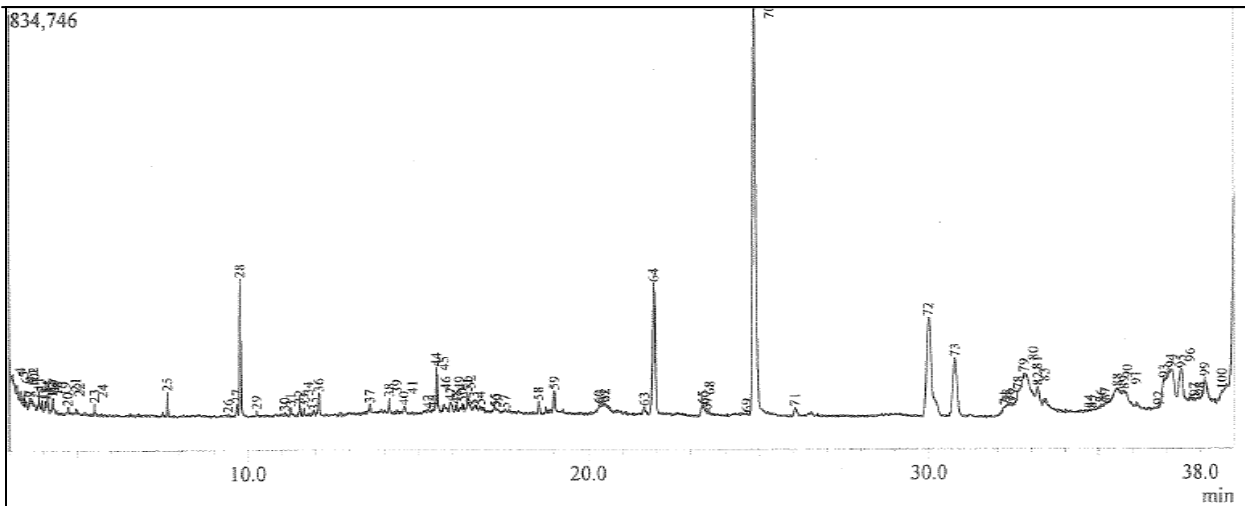


Figure 19 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DC.

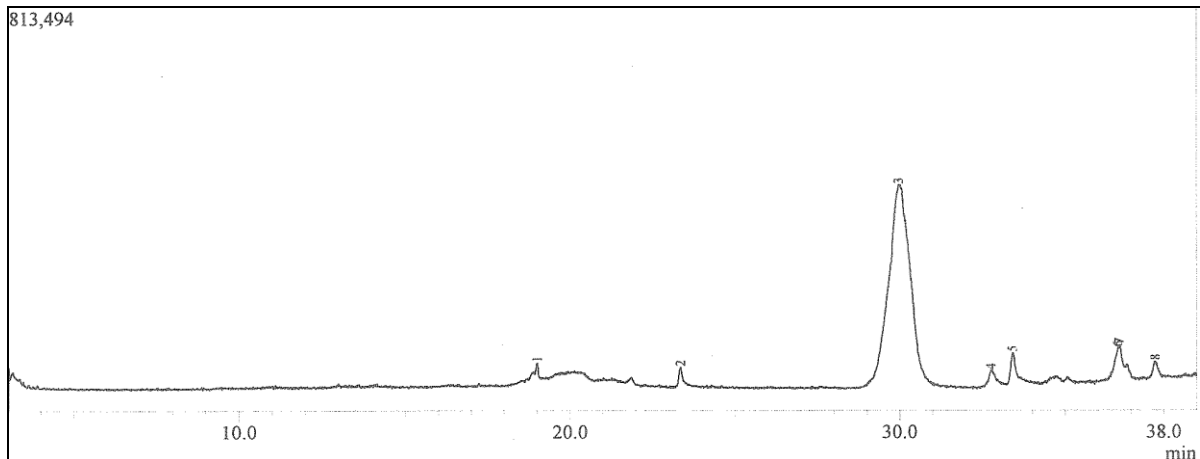


Figure 20 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DB.

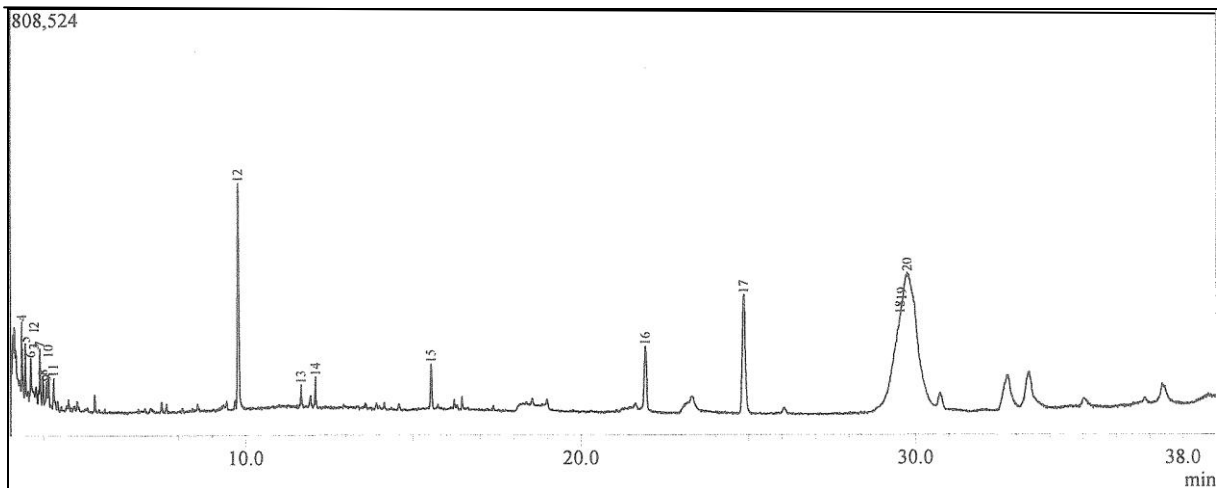


Figure 21 : Chromatogramme indique la composition en acides gras de la matière grasse extraite de la variété codée DB.

D'après ces résultats, la matière grasse extraites des différents échantillons de dattes est composée d'acide gras à moyenne et longue chaînes, saturé et insaturé. Les acides gras saturés sont représentés par l'acide laurique, l'acide palmitique, l'acide caprylique, l'acide myristique et l'acide stéarique, cependant, les acides gras insaturés sont représentés par l'acide linoléique et l'acide oléique.

Nous avons remarqué l'absence de l'acide palmitique dans la matière grasse de l'échantillon codé DB, cela peut être lié au stade de maturation au cours duquel le fruit a été récolté (début de maturation). Nos résultats sont en accord avec ceux de **Sawaya et al. (1984)**, qui ont trouvé dans la matière grasse de la variété Deglat-Noor les acides gras suivant : acide palmitique, stéarique, myristique, oléique et linoléique.

III.3. 10. La teneur en azote total et en protéines

Les résultats du dosage de protéines par la méthode de kjeldahl sont illustrés par la figure 22.

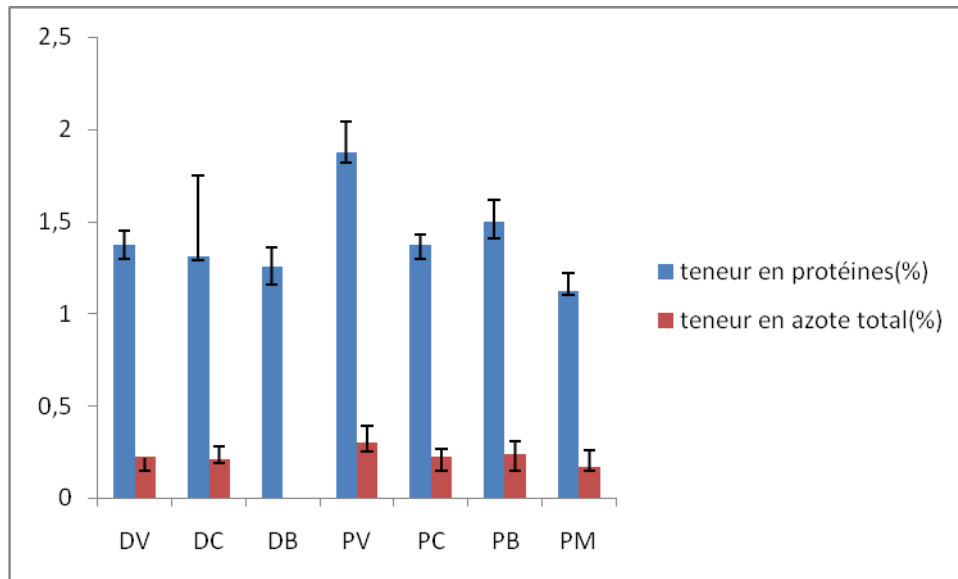


Figure 22 : Teneur en azote total et en protéines des dattes entières et leurs poudres.

Les teneurs en azote total et en protéines pour les dattes entières ne présentent pas une différence significative ($P=0,60$). De même pour leurs farines la différence n'est pas significative différence ($P=0,29$)

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué une légère différence entre le taux de l'azote total dans les dattes entières, il était de 0.20, 0.21 et 0.22% MF pour les échantillons DV, DC, et DB respectivement. De même, la différence entre les poudres de dattes était négligeable avec des teneurs respectives de 0.22, 0.24 et 0.30 % MS. Cependant, et d'après ces résultats, la poudre de la variété Mech-Degla renferme le taux le plus faible en azote total (0,16%).

Youssif et al. (1982) ont trouvé des teneurs en azote total comprises entre 2.16 et 2.78 % (MS) pour les variétés Irakiennes. De même, **Al-Hooti et al. (2002)** ont rapporté des teneurs de 2.03 et 2.6 % respectivement pour les deux variétés Saoudiennes *Birhi* et *Sifri*. Cette différence peut être due à la variété de dattes, aux conditions climatiques et édaphiques et au stade de maturation.

Concernant la teneur en protéines qui est le résultat de la multiplication du taux en azote total par le coefficient de conversion 6.25 (**Besbes et al., 2004**). Nous avons remarqué une légère différence entre les teneurs en protéines pour les dattes fraîches, ces valeurs se situent entre 0.25 et 1.37% pour les dattes codées DB et DV respectivement. Cependant, par comparaison des résultats, il apparait que la teneur en protéines des poudres de dattes est légèrement supérieure à celles des matières premières.

L'analyse des résultats a montré que la poudre de la datte Mech-Degla renferme le taux protéique le plus faible estimé à 1.12%.Cependant, les poudres codées PC, PB et PV renferment respectivement des teneurs protéiques de 1.37, 1.50 et 1.87%.

Les teneurs en protéines des dattes entières sont légèrement supérieures à celles de **Sayah et Ould-Elhadj, (2010)**, qui ont trouvé des teneurs en protéines inférieures à 3% pour les variétés Degla-Beida, Deglet-Noor et Ghars. Les valeurs de taux de protéines des variétés Imaratiennes *Khalas* et *Barhee* trouvaient par **Ismail et al. (2007)** sont supérieures à nos résultats, elles sont de 2.4 et 2.6 % respectivement.

D'après **Khalil et al. (2002)** et **Besbes et al. (2009)**, la teneur en protéines des dattes est faible et ne dépasse pas généralement les 3%. Cependant, **Aidoo et al. (1990)**, ils ont signalé que la teneur en protéines des dattes est liée au facteur variétal, l'origine et le stade de maturation du fruit.

III.3.11. Teneur en éléments minéraux

D'après **Munier, (1973)**, la pulpe de dattes est riche en éléments minéraux et constitue de ce fait un aliment intéressant. Les figures 23, 24, 25, et 26 résument la composition en sels minéraux des dattes étudiées et leurs poudres ainsi que celle de la poudre de référence.

III.3.11.1. Le zinc :

La figure suivante résume la teneur en zinc pour les trois variétés de dattes et leurs poudres. La teneur en zinc des trois variétés de dattes a montré une différence significative ($P=0.03$). Elle était de 0.44ppm et 0.61 ppm pour les dattes codées DV et DB respectivement. Une teneur intermédiaire de 0.51ppm a été obtenue avec la variété codée DC.

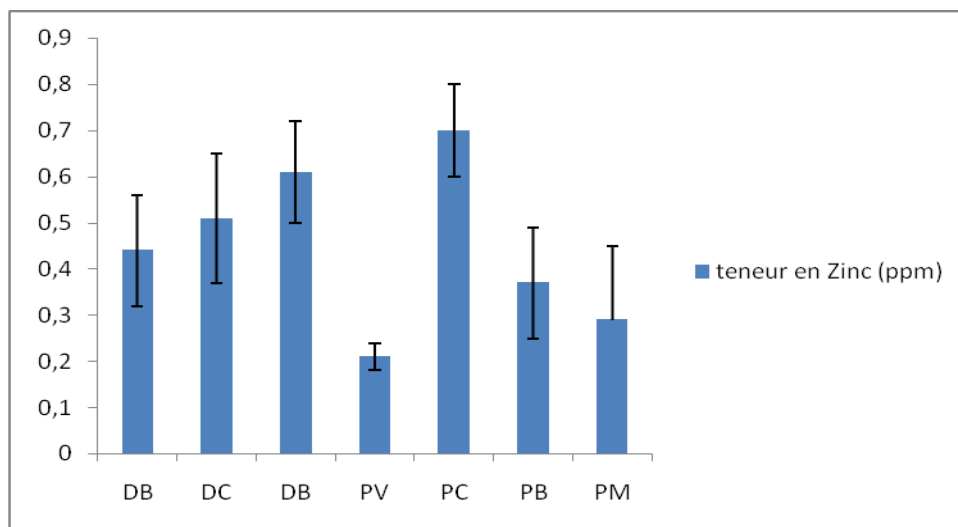


Figure 23 : Teneur en Zinc pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres.

Concernant la poudre de dattes, la valeur maximale est enregistrée avec celle codée PC (0,70 ppm). Les valeurs des autres poudres sont légèrement différentes entre elles, estimées à 0.21 ppm, 0.29 ppm et 0.37ppm pour les poudres PV, PM, et PB respectivement. Ces valeurs sont largement inférieures à celles citées dans la bibliographie. **Reynes et al. (1995)**, ont rapporté que le taux de zinc dans quelques variétés Algériennes était compris entre 1 et 6 ppm. Nos résultats sont également inférieures à celles trouvées par **Youssif et al. (1982)** qui ont donné

des valeurs comprises entre 0.74 et 0.81 ppm (MS) pour les dattes Irakiennes selon les variétés.

Le zinc est un composant de plus de 50 enzymes, il participe à la synthèse protéique, à l'immunité cellulaire et humorale, à la transcription génique et à la structure des hormones (Jaccot et Campillo, 2003). Les apports conseillés en zinc sont de l'ordre de 5 mg/jour chez le nourrisson, 10 mg chez l'enfant, 15 mg chez l'adulte et 20 à 25 mg chez les femmes enceintes et allaitantes (Dupin et al., 1992). Cela dit, les dattes sont une bonne réserve en cet élément.

III.3.11.2. Le manganèse

La teneur en manganèse pour les dattes fraîches de la présente étude et pour leurs poudres est illustrée par la figure 23. D'après ces résultats, le manganèse est présent dans nos échantillons de dattes ainsi que dans leurs poudres. Sa teneur est significativement différente entre les échantillons de dattes fraîches ($P < 0,05$), elle varie entre 0.05 et 0.6 ppm. Mais aucune différence significative n'a été obtenue entre les poudres de dattes ($P = 0,48$) dont la teneur en cet élément varie entre 0.1 et 0.13 ppm. Nous signalons que la poudre de datte de référence (PM) codée PB renferme la même quantité en cet élément (0.13 ppm).

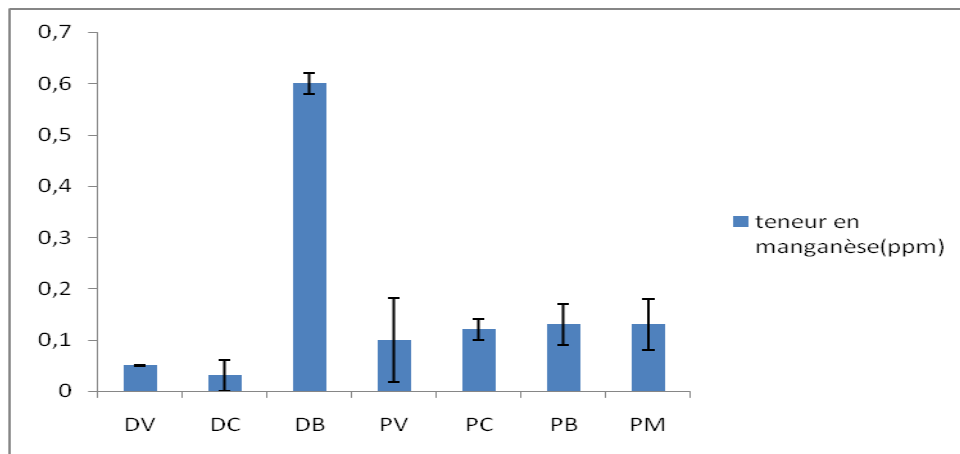


Figure 24 : Teneur en manganèse pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres.

Ces valeurs sont compatibles à celles citées dans la littérature. **Reynes et al. (1995)**, ont rapporté que le taux en manganèse dans quelques variétés de dattes Algériennes était compris entre 0.03 et 0.08 ppm. La teneur en manganèse de nos poudres de dattes nous paraît proche de celles citées par **Al-Farsi et al. (2005)** qui ont trouvé pour des dattes Omaniennes des valeurs entre 0.10 et 0.30 ppm (MS).

Sur le plan nutritionnel, le Mn agirait comme constituant de plusieurs systèmes enzymatiques de cycle tricarboxylique et du métabolisme du l'azote. Il active l'arginase et le phosphate alcalin. Il est stocké dans le foie et le rein (**Tremolière, 1997**). Les apports journaliers recommandés sont de l'ordre de 2 à 5 mg (**Jaccot et Campillo, 2003**).

III.3.11.3. Le fer

Les résultats du dosage de fer par spectrophotométrie d'absorption atomique sont illustrés par la figure 25.

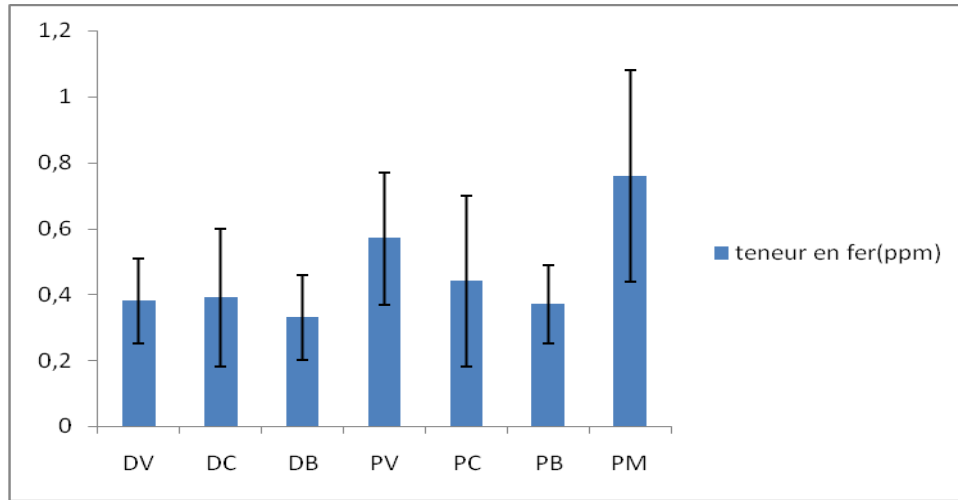


Figure 25: Teneur en fer pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres.

Nous avons remarqué que la teneur en fer dans les trois échantillons de dattes analysés sont très proches et ne présentent aucune différence significative ($P=0,93$), elles sont de l'ordre de 0.33, 0.38 et 0.39 ppm pour les échantillons codés DB, DV et DC respectivement.

Nos résultats se trouvent strictement inférieurs à ceux de **Reynes et al. (1995)** qui ont travaillé sur quelques variétés Algérienne. et qui ont trouvé des taux en fer comprises entre 2.4 et 17ppm.

Cependant, dans le cas des poudres de dattes, la différence entre la teneur en fer était très significative ($P=0,001$). Les valeurs obtenues étaient de 0.37ppm pour la poudre codée PB, 0.44ppm pour celle codée PC et 0.57 ppm pour la poudre de dattes codée PV, alors que la poudre de référence présente la valeur la plus élevée 0.76ppm.

Le fer a des fonctions biologiques essentielles à la vie : il entre dans la constitution de l'hémoglobine, la myoglobine du muscle et les enzymes essentielles au métabolisme cellulaire. Il joue un rôle majeur dans les échanges d'oxygène et de gaz carbonique avec le milieu extérieur (**Dupin et al., 1992**).

Il a été déjà signalé que la datte est un fruit riche en fer (**Al-Farsi et al., 2005**)a. Les apports journaliers recommandés en cet élément sont de 7 à 9 mg pour les nourrissons et 15 mg pour les adultes (**Dupin et al., 1992**).

III.3.11.4. Le cuivre

La figure ci-dessous présente la teneur en cuivre dans les échantillons de dattes et de leurs poudres.

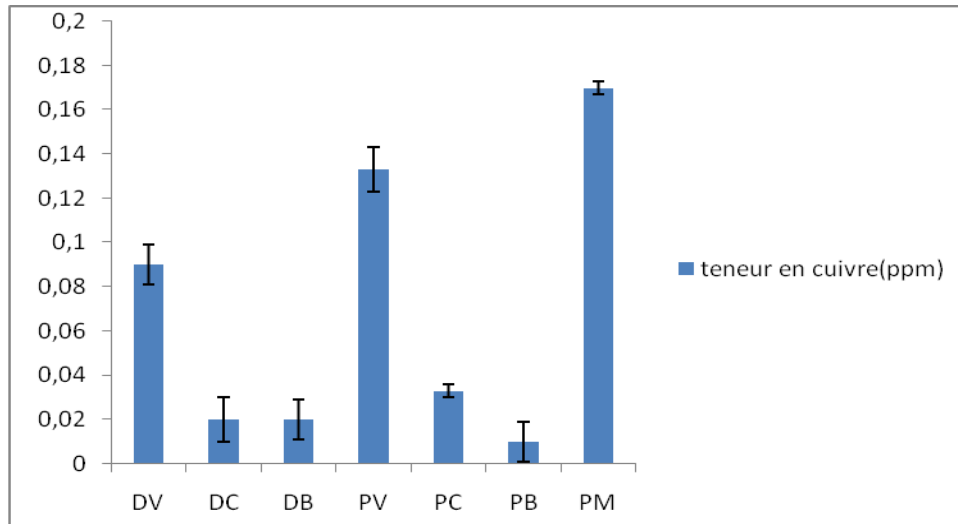


Figure 26: Teneur en cuivre pour les trois échantillons de dattes et leurs poudres.

Les résultats ont montré une différence significative ($P < 0.05$) entre les échantillons de dattes entières ainsi que leurs poudres. La figure 26 montre que le cuivre est présent dans les échantillons de dattes analysées en très faible quantité et que les échantillons codés DC et DB renferment la même quantité (0.02ppm / MF), alors que les dattes de la variété codée DV renferme 0.09 ppm en cuivre / MF.

Cependant, les poudres de dattes codées PC et PB renferment aussi des faibles quantités de cuivre, estimées à 0.03 et 0.01 ppm /MS respectivement, tandis que les deux poudres codées PV et PM renferment respectivement 0.13 et 0.17 ppm/ MS. Ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par **Reynes et al. (1995)**, qui ont rapporté une teneur comprise entre 0.9 et 5.0 ppm pour des variétés de dattes Algériennes sur lesquelles ils ont travaillé. De même, elles sont inférieures à celles trouvées par **Chiban, (2007)**, pour les variétés Mech-Degla, Degla-Bieda et Frezza (0.12-0.187mg/100g).

En fait, le cuivre est un élément constitutif des polyphénols-oxydases, qui oxydent en présence d'air les polyphénols (**Heller et al., 1990**). Il se trouve d'après cette donnée que la teneur en cuivre dans les deux tissus de la pulpe est en corrélation positive avec la teneur en polyphénols.

Le cuivre participe à de nombreuses fonctions : antioxydant, synthèse de collagène, de l'élastine, de la myéline et joue un rôle dans l'immunité cellulaire (**Jaccot et Campillo, 2003**). Les besoins journaliers moyens de l'adulte sont de 2 à 5 mg (**Albert, 1998**).

III.3.12. Teneur en antioxydants

III.3.12.1. Teneur en polyphénols totaux

Les concentrations en composés phénoliques dans les variétés de dattes étudiées sont présentées dans le tableau 22. Les résultats des concentrations en polyphénols totaux sont significativement différents ($P < 0.05$), nous avons remarqué d'après le tableau 17 que ces

concentrations sont légèrement différentes et elles sont en ordre croissant : 1.29, 1.38 et 1.53% pour les échantillons de dattes codés DB, DC et DV respectivement.

Tableau 17 : Teneurs en composés phénoliques dans les trois variétés de dattes étudiées

| [polyphénols] | En (%) | En mg EAG /100g | En g/100g |
|---------------|------------|-----------------|-----------|
| DV | 1.53 ±0.02 | 15.35±0.02 | 0.15±0.02 |
| DC | 1.38±0.9 | 13.88±0.9 | 0.13±0.9 |
| DB | 1.29±0.1 | 12.98±0.1 | 0.12±0.1 |

Ces résultats sont proches de ceux trouvés par **Ben-Ahmed et al. (2009)** pour la variété Mech-Degla (1,8%) mais restent supérieurs à ceux de la variété molle Ghars qui présente une teneur en poly phénols égale de 0,75% (MF). **Khalil et al. (2002)** ont rapporté que la teneur en poly phénols dans les variétés Egyptiennes *Siwi*(sèche) et *Amhat* (molle) était de 1,8 et 2,35% respectivement. Nos résultats restent largement supérieurs à ceux trouvés par **Tellia et al. (2010)** ayant travaillé sur les dattes lyophilisées de la variété Ghars et qui ont trouvé une valeur de 4, 99 d'EAG/100g (MS).

De même, **Mansouri et al. (2005)** ont obtenus des teneurs en polyphénols de quelques variétés Algériennes qui oscillent entre 2,49 à 8,36 mg d'EAG/100g (MF), ces valeurs sont inférieures à ceux trouvés lors de notre étude.

Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs dont la méthode d'extraction et d'analyse, la nature de standard utilisé, l'origine géographique (taux d'ensoleillement), le degré de maturité et les conditions de stockage.

La concentration en composés phénoliques est aussi influencée par la saison. Selon **Toor et al. (2006)**, la lumière stimule la biosynthèse des polyphénols chez les plantes par l'amplification de certaines activités enzymatiques dont l'activité de la phénylalanine ammonia-lyase (PAL) qui joue un rôle important dans la conversion de la phénylalanine en acide coumarique, qui est une molécule impliquée dans la synthèse des composés phénoliques.

Les polyphénols sont connus par leurs pouvoir antioxydant et leurs vertus biologiques. Ils contribuent à la prévention des maladies dégénératives et cardiovasculaires (**Henk et al., 2003, Manach et al., 2004**), ils participent à la régénération de certains antioxydants tel que la vitamine E et à la formulation de la couleur de fruit (**Scalbert et al., 2002**). Ils sont également capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en repos à des agressions de notre environnement (cigarette, polluants, infection etc.) favorisant le vieillissement cellulaire. Ils seraient impliqués dans la prévention des maladies cancéreuses (**Scalbert et Williamson, 2000**).

Les défenses antioxydants des polyphénols sont d'une importance capitale s'agissent de protéger les tissus nerveux contre les atteintes oxydatives telles que celles constatées dans la maladie d'Alzheimer (**Henk et al., 2003**).

Par ailleurs, il a été rapporté que les composés phénoliques jouent un rôle dans les mécanismes de défense contre l'invasion microbienne et les rayons U.V. Ils exercent une action inhibitrice sur de nombreuses bactéries, champignons et même virus (Rodriguez *et al.*, 2007).

III.3.12.2. Teneur en flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en mg d'équivalent de la quercitine par 100g de la matière fraîche. Elles sont illustrées par la figure 27.

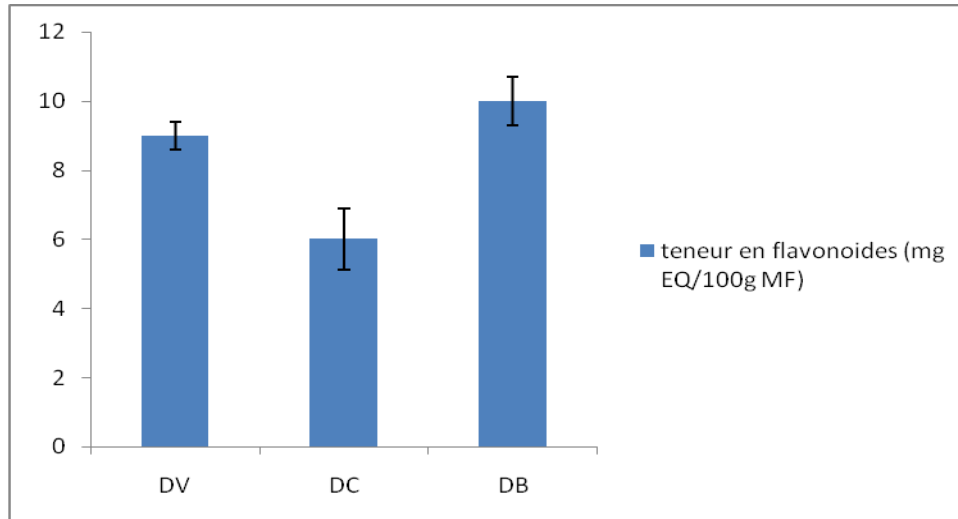


Figure 27: Teneur en flavonoïdes pour les trois échantillons de dattes.

L'analyse statistique a montré que les teneurs en flavonoïdes sont significativement différentes d'un échantillon de dattes à un autre ($P < 0,05$).

Les résultats du dosage des flavonoïdes dans les extraits méthanoliques de dattes étudiées, montrent que les teneurs en ce type d'antioxydant varient entre 6 et 10 mg EQ (MF) pour les variétés codées DC et DB respectivement. Tandis que la variété DV présente une teneur de 9 mg EQ/100g (MF). D'une manière générale, la teneur en flavonoïdes dans la datte est supérieure à celles de quelques autres fruits données par Haddadi, (2005) : 1.98, 3.22, 5.12 et 2.10 mg EQ/100g du poids frais de la tomate, la mandarine, le pamplemousse et la pomme respectivement. Solomon *et al.* (2006) ont rapporté des teneurs en flavonoïdes de figes sèches comprises entre 2.1 à 21.5 mg EQ/100 g de poids frais.

Les flavonoïdes sont largement représentés dans la quasi-totalité des plantes, notamment dans les fruits et les légumes. Ils sont connus pour leurs nombreuses activités biologiques (activités antivirales, anti-inflammatoires et anticancéreuses) attribuées en partie, à leur capacité à piéger les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles (OH°) et super-oxydes ($\text{O}_2^\circ-$) (Marfak, 2003).

III.3.12.3. Teneur en flavonoles

Les teneurs en flavonoles pour les trois échantillons de dattes de la présente étude sont illustrées par la figure 27.

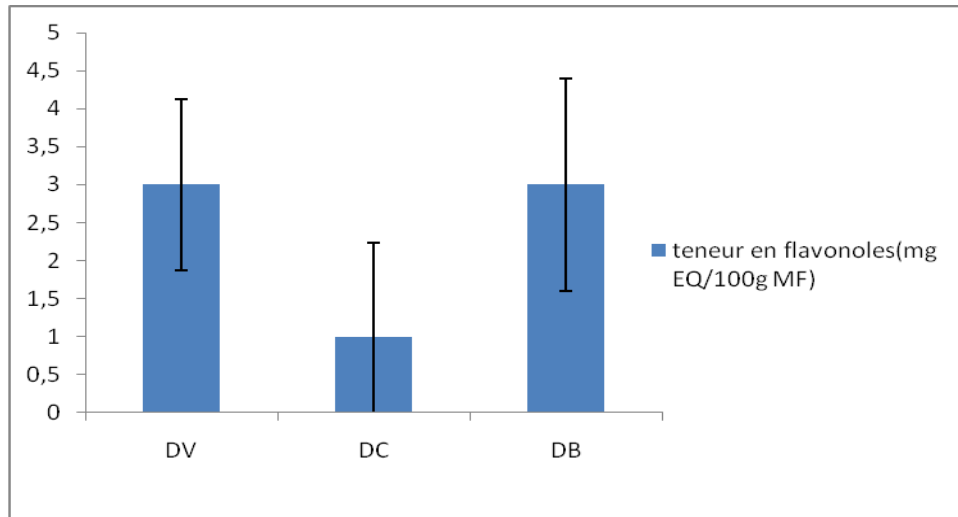


Figure 28: Teneur en flavonoles pour les trois échantillons de dattes.

D'après le graphe ci-dessus, nous avons remarqué que les teneurs en flavonoles dans les échantillons de dattes codés DV et DB sont les mêmes (3mg EQ/100g MF), alors que les dattes de la variété codée DC renferment 1mg EQ/100g (MF).

Selon **Perret, (2001)** les flavonoles font partie des flavonoïdes et elles sont considérées comme des pigments quasi universels des végétaux.

III.3.12.4. Teneur en caroténoïdes

Les résultats du dosage des caroténoïdes dans les extraits méthanoliques des dattes ne présentent aucune différence significative ($P=0.38$). Ils sont illustrés par la figure 29. D'après ces résultats, nous remarquons que la variété de dattes codée DB renferme la plus grande quantité de ces composés estimée à $127\mu\text{g}/100\text{g}$ de MF, suivi par les dattes de l'échantillon codé DV avec une teneur de $72\mu\text{g}/100\text{g}$ MF. Alors que les dattes codées DC renferment la plus faible quantité.

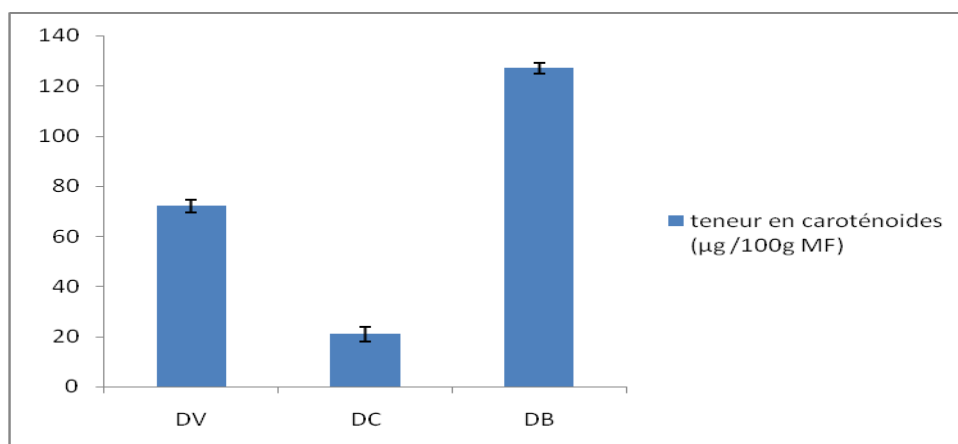


Figure 29: Teneur en caroténoïdes pour les trois échantillons de dattes.

En analysant trois variétés de dattes Algériennes, **Boudries et al. (2007)** ont obtenu des teneurs allant de 51,3 à $145\mu\text{g}/100\text{g}$ de poids frais, qui sont inférieures à celles de **Al-Farsi**

et al. (2005b) qui ont rapporté des valeurs comprises entre 1,31 à 3,03 mg/100g de poids frais. Ces différences peuvent être attribuées à plusieurs facteurs dont la variété, les méthodes d'extraction et d'analyse, l'origine géographique et les conditions de stockage.

Selon **Rodriguez-Amaya, (2001)**, la composition en caroténoïdes varie avec la saison, en saison fraîche et pluvieuse, la teneur en caroténoïdes est plus faible avec une dominance du β -carotène mais moins de diester des xanthophylles rouges, comparés à ceux produits en saison relativement sèche et chaude.

III.3.12.5. Teneur en anthocyanes

Les concentrations en anthocyanes des trois variétés de dattes sont présentées par la figure 30.

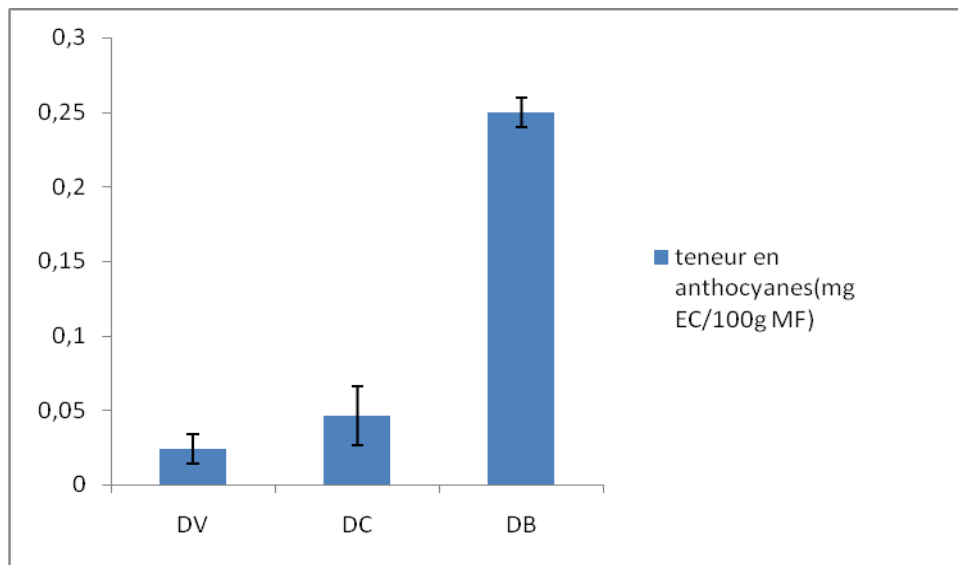


Figure 30: Teneur en anthocyanes pour les trois échantillons de dattes.

Les résultats obtenus montrent que la présence des anthocyanes dans les échantillons de dattes étudiés est très faible, elle varie entre 0,024mg EC /100g (MF) pour l'échantillon codé DV et 0,25 mg EC /100 g (MF) pour la variété codée DB. Une teneur intermédiaire est enregistrée avec la variété codée DC. Ces concentrations sont nettement inférieures (sauf celle de la variété DB) à celles obtenues par **Al-Farsi et al. (2005)** qui ont travaillé sur quelques variétés Algériennes, et qui ont trouvé des valeurs comprises entre 0,24 et 1,52 mg EC/100g (MF). Cette faible concentration en anthocyanes peut être due soit à la méthode d'analyse utilisée, soit à la destruction de ces pigments au cours du stockage des variétés de fruit.

Plusieurs études ont montré que le séchage entraîne des pertes en anthocyanines, et le taux de destruction dépend considérablement des conditions de séchage et de la composition de produit (**Raynal, 1987**).

Les anthocyanines sont des composés très sensibles ; plusieurs facteurs (la température élevée, le pH, la lumière et la structure) peuvent les déstabiliser (**Laleh et al., 2006**).

Mazza et Minitiati (1993), ont constaté que la composition du milieu peut aussi influencer la stabilité des anthocyanines ; la présence d'ions métalliques, d'acide ascorbique, d'oxygène, d'autres pigments (caroténoïdes) influencent la stabilité de ces composés.

III.3.12.6. Teneur en pro-anthocyanidines (tanins condensés)

La figure 31 présente les teneurs en tanins condensés pour les trois variétés de dattes soumises à l'étude.

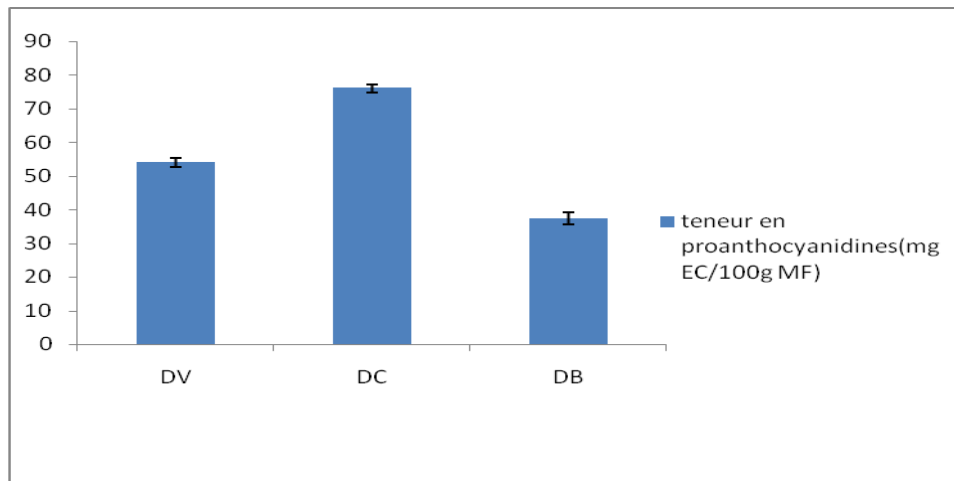


Figure 31 : Teneur en proanthocyanidines pour les trois échantillons de dattes.

D'après ces résultats, la teneur en tanins condensés est plus élevée dans la variété de dattes codées DC (76,1mg EC/100g (MF)), la variété codée DV présente une teneur égale à 54mg EC/100g (MF). Alors que la valeur minimale est enregistrée pour la variété codée DB (37,44mgEC/100g (MF)).

Selon **Sawaya et al.(1983)**, la teneur des dattes en tanins (notamment les acides phénoliques et les pro-anthocyanidines) est la responsable de l'amertume et l'astringence des fruits. **Al-Hooti et al. (1995)** ont signalé que la teneur en tanins condensés diminue durant les stades de maturité de fruit (datte) pour atteindre une valeur minimal au stade Tamar.

Le contenu des aliments en pro-anthocyanidines peut être affecté par plusieurs facteurs tels que le stockage et la cuisson. Puisque la teneur en pro -anthocyanidines est plus élevée généralement dans le fruit frais que le fruit séché ou cuit (**Aron, 2007**).

III.4. Evaluation de la qualité microbiologique des dattes et leurs poudres

III.4.1. Datte entière

Les résultats de l'analyse microbiologique des dattes entières sont indiqués dans le tableau 17. D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué une présence abondante de la flore totale aérobie mésophile. Elle était de 15×10^6 UFC/g de dattes de la variété codée DV, 52×10^6 UFC/g de celle codée DC et 19×10^6 UFC/g de dattes pour la variété récoltée du site Ben-Hayen. Ces valeurs sont supérieures à la norme citée dans le tableau18. De même, la contamination par les levures et moisissures des trois échantillons de dattes sont supérieures aux normes. De même, la numération des entérobactéries a montré une forte contamination

des dattes dont le nombre de coliformes totaux dépasse la norme. En revanche, il apparaît d'après les résultats que la flore lactique et les coliformes thermotolérants sont absents.

Tableau 18 : Qualité microbiologique des trois échantillons de dattes.

| Microorganismes | Norme (UFC /g) | DV | DC | DB |
|------------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| FTAM | 10 ^{3**} | 15 x 10⁶ | 52 x 10⁶ | 19 x10⁶ |
| Levures | 10 ^{3*} | 11 x 10⁵ | 12 x 10⁵ | 16 x 10⁵ |
| Moisissures | 10 ^{4*} | 08 x 10⁵ | 04 x 10⁵ | 06 x 10⁵ |
| Flore lactique | - | Absente | Absente | Absente |
| Entérobactéries | 10 ^{3**} | 23 x 10⁶ | 18 x 10⁶ | 52 x 10⁶ |
| CT | 10 ^{2**} | 20 x 10³ | 38 x 10³ | 99 x10³ |
| CTT | | 00 | 00 | 00 |

*: Arrêté de juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires (Journal Officiel).

** : NA 1207/9 (Norme Algérienne).

Le dénombrement de flore totale aérobie mésophile reste la meilleure méthode d'appréciation de la qualité microbiologique générale des aliments (**Bourgeois et al., 1996**).

Les entérobactéries sont la plus part des hôtes normaux (commensaux) de l'homme et des animaux, elles sont très répandues dans la nature en raison de leur contamination de l'environnement par l'intermédiaires des matières fécales animales et des eaux d'égout, leur présence dans les fruits, indique les mauvaises mesures d'hygiène lors de la récolte (**Bourgeois et al., 1996**).

Leistner et Rodel (1975) ont rapporté que la croissance des bactéries dans les dattes s'est manifestée à des $a_w > 0.9$ au cours des mauvaises conditions de stockage dans des silos non ventilés, mais généralement les poudres extraites sont stables sur le plan microbiologique du moment que les conditions intrinsèques des poudres ne favorisent pas la prolifération microbienne.

Les moisissures peuvent se développer le plus souvent en présence de l'air, leur action se manifeste d'autant plus que l'humidité du milieu est plus élevée, mais pour certaines moisissures, elles agissent déjà au dessous de 20% d'humidité relative. D'après **Cardinal, (2003)**, les indicateurs de la qualité et des bonnes pratiques de fabrication des aliments sont les microorganismes et/ou leurs produits métaboliques, dont la présence dans des aliments peut être utilisée pour évaluer la qualité (fraîcheur) d'un produit. Ainsi le développement des levures s'observe au dessus d'une humidité relative supérieure à 88% (soit une teneur en eau de 19.5%) principalement sur les glucides présents dans les dattes.

La contamination des dattes, peut être due également aux opérations de récolte, le contact avec de l'air contenant une charge de microbes ; donc il est nécessaire que l'équipement soit nettoyé et désinfecté avant usage, et il faut prévenir les dommages de la peau lors de la récolte et le transport.

III.4.2. Poudre de dattes

La qualité microbiologique de la poudre des dattes a été également évaluée. Les flores recherchées et dénombrées sont la flore totale aérobie mésophile, les levures, les moisissures, les coliformes totaux, les coliformes thermotolérants, les anaérobies sulfito-réducteurs 46°C et les Clostridium sulfito-réducteurs. Ces germes sont qualifiés d'indicateurs en microbiologie alimentaire et servent à évaluer la sécurité alimentaire, les bonnes pratiques de fabrications et parfois à définir la fraîcheur des produits. Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Qualité microbiologique des poudres de dattes.

| Microorganismes | PV | PC | PB | PM |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| FTAM | 84×10^6 | 260×10^6 | 218×10^6 | 136×10^6 |
| Levures | 194×10^5 | 218×10^5 | 292×10^5 | 9×10^5 |
| Moisissures | 16×10^5 | 20×10^5 | 20×10^5 | 6×10^5 |
| Entérobactéries | 00 | 00 | 00 | 00 |
| CT | 00 | 00 | 00 | 00 |
| CTT | 00 | 00 | 00 | 00 |
| ASR 46°C | Absence | Absence | Absence | Absence |
| CSR | Absence | Absence | Absence | Absence |

Au vu de ces résultats, nous avons remarqué à des degrés divers la présence effective de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), des levures et des moisissures dans les quatre échantillons de la poudre contrôlés. Par contre les coliformes totaux, thermotolérants, les entérobactéries, les anaérobies sulfito-réducteurs 46°C (ASR) et les Clostridium sulfito-réducteurs (ASR) sont totalement absents.

Le taux de conformité des résultats est de 100% pour tous les germes absents. Selon **Guiraud, (1998)**, il n'existe pas une réglementation indiquant le nombre maximal tolérable, cependant, les organisations nationales et internationales de normalisation telle qu'AFNOR, exigent l'absence des germes pathogènes ainsi que leurs toxines.

La flore aérobie mésophile (FTAM) est abondante dans les échantillons contrôlés et oscille entre 84×10^6 et 260×10^6 UFC/g de poudre de dattes, dont le plus grand nombre est enregistré avec la poudre coudée PC.

La microflore aérobie mésophile, est représentée par des microorganismes d'altération, leur dénombrement est un test important. Sur le plan technologique, une flore mésophile nombreuse indique que le processus d'altération microbienne est fortement engagé, bien qu'en fait il n'y ait pas de corrélation précise entre l'importance quantitative de la flore mésophile totale et le temps qui s'écoule avant que l'altération soit perceptible organoleptiquement, car l'altération peut être le fait d'un groupe spécialisé ne présentant au départ qu'une faible proportion de la population; sur le plan hygiénique, il n'y a pas non plus de corrélation étroite entre l'importance de la flore totale et la présence des microorganismes pathogènes dans le produit (**Bourgeois et al., 1996**).

Les résultats du dénombrement des levures et moisissures ont montré que ces derniers sont présents dans les poudres analysées dont le nombre maximal est de l'ordre de 292×10^5 UFC/g pour les levures et 20×10^5 UFC/g pour les moisissures dans la poudre des dattes issue du site Ben-Hayen, alors que le nombre minimal est enregistré avec la poudre codé PM (9×10^5 UFC/g pour les levures et 6×10^5 UFC/g pour les moisissures). La flore totale n'a pas d'influence néfaste sur la qualité des poudres malgré leur présence, contrairement aux autres germes étudiés, la présence des levures et des moisissures montre que la source de contamination peut être la matière première (dattes) utilisée pour l'obtention de la poudre de dattes.

Moreau, (1980), a rapporté que la plus part des denrées alimentaires, au cours de leurs préparation mais surtout de leur entreposage, sont susceptible d'être détériorées par les moisissures, les pertes qui leurs incombent sont considérables, parfois l'altération aboutit à une modification de la valeur nutritionnelle, à l'apparition de saveurs indésirables, et d'autres cas, c'est la santé du consommateur qui est en jeu.

Cependant, d'après **Moreau, (1980)**, affirme que les levures et malgré leur importance, leur présence n'est pas souhaitée dans les produits alimentaires; les levures n'étant pas pathogènes (à l'exception de *Candida albicans* et *Cryptococcus neoformans*), mais peuvent produire, par leur développement dans les produits finis des altérations par formation de trouble (cellules de levure), d'odeurs ou de goût annexes anormaux (éthanol, augmentation du pH due à la dégradation d'acides organiques) et par la formation du CO_2 .

III.5. Contrôle de la qualité du yaourt

III.5.1. Au cours de fabrication

III.5.1.1. Evaluation de l'acidité au cours de la fabrication

Les résultats de la mesure de l'acidité titrable durant la fermentation sont illustrés par le graphe 32.

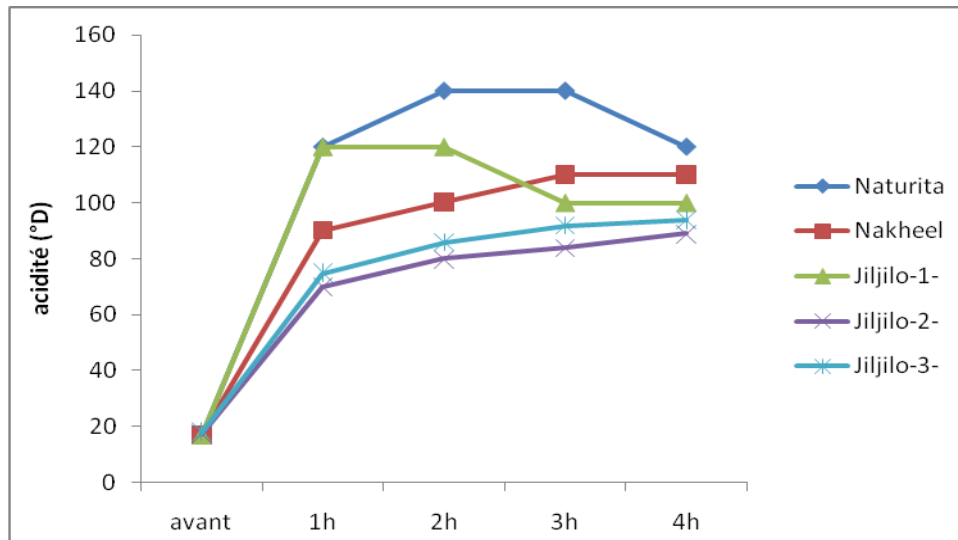


Figure 32 : Evolution de l'acidité dornic des différents yaourts au cours de la fermentation.

L'analyse de la figure montre que l'acidité du lait avant ensemencement par le levain est de 16,8°D, valeur conforme à la norme qui exige pour un lait pasteurisé, une teneur en acide lactique comprise entre 16 et 18°D. La teneur en acide lactique pour les cinq yaourts fabriqués (Naturita, Nakheel, Jiljilo-1-, Jiljilo-2-, Jiljilo-3-) présente une différence significative ($p < 0.05$). D'après les résultats obtenus, l'acidité dornic est en augmentation progressive durant la période de fermentation dès l'ensemencement du lait jusqu'à l'obtention du produit fini (yaourt).

Cependant, après la 4^{ème} heure d'incubation, la valeur de l'acidité dornic du produit fini la plus élevée est enregistrée pour le yaourt Naturita (120°D), elle est légèrement supérieure à celle du yaourt Nakheel qui présente une valeur de 110°D. Les yaourts Jiljilo-1- et Jiljilo-3- présentent presque les mêmes teneurs en acide lactique, 100°D et 98°D respectivement, alors que le yaourt additionné de la poudre de dattes codé PC présente la valeur la plus basse (89°D).

Nos résultats sont supérieurs à ceux de **Hamza, (1996)** qui a trouvé une fourchette de 75 à 104°D pour certains yaourts industriels Nigériens. Mais ils présentent une même tendance que ceux trouvés par **Semasaka, (1986)** qui a travaillé sur quelques yaourts écoulés sur le marché Dakarois et qui a trouvé des valeurs comprises entre 100 et 140°D.

III.5.1.2. Nombre de cellules viables de ferment

La figure 33 présente la variation du nombre de cellules viables du ferment lactique durant le processus de fermentation.

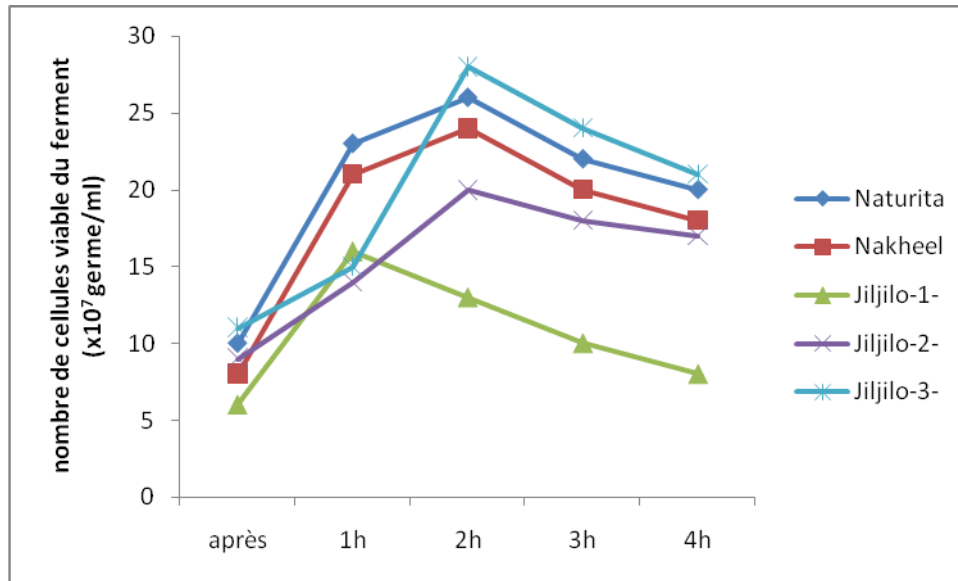


Figure 33 : Variation du nombre des cellules viables du ferment lactique durant la fermentation.

D'après la figure 33, on remarque que le nombre de cellules viables du ferment lactique pour les cinq types du yaourt a connu une augmentation dès l'ensemencement du lait jusqu'à la 3^{ème} heure d'incubation, où il a diminué légèrement pour atteindre dans le produit fini 20×10^7 UFC/ml pour le yaourt Naturita, 18×10^7 UFC/ml pour le yaourt Nakheel, 8×10^7 UFC/ml pour le yaourt Jiljilo-1-, 17×10^7 UFC/ml pour le yaourt Jiljilo-2- et 21×10^7 UFC/ml pour le yaourt Jiljilo-3-. Cette diminution peut être expliquée par l'accumulation des produits de fermentation, ou par la composition de la poudre de datte ajoutée au yaourt (composés antimicrobiens). Selon **Chougrani et al. (2009)**, le développement des germes du ferment est ainsi proportionnel avec la teneur et la composition en acides aminés des protéines. Nos résultats sont supérieurs à ceux de **Shahid et al. (2002)** qui ont trouvé un nombre de cellules qui varie entre 3×10^7 et 7×10^7 UFC /ml pour certains yaourts industriels écoulés sur le marché de Pakistan. Mais ils sont inférieurs à ceux de **Istikhar et al. (2009)** qui ont obtenu une valeur de 46×10^7 UFC /ml pour un yaourt naturel.

III.5.2. Au cours du stockage

Après le processus de fermentation, les produits finis obtenus (les cinq types du yaourt) ont été conditionnés dans des boîtes stériles de 100ml et stockés au froid à $+4^\circ\text{C}$. Il est à noter que les labels attribués aux yaourts ainsi que la forme d'emballage étant de notre proposition.



Photo 12 : Les cinq types de yaourt avec emballages et labels proposés.

III.5.2.1. Analyses physicochimiques

a. Teneur en eau

La variation de la teneur en eau dans les échantillons de yaourt durant les 12 jours de stockage est présentée par la figure 34.

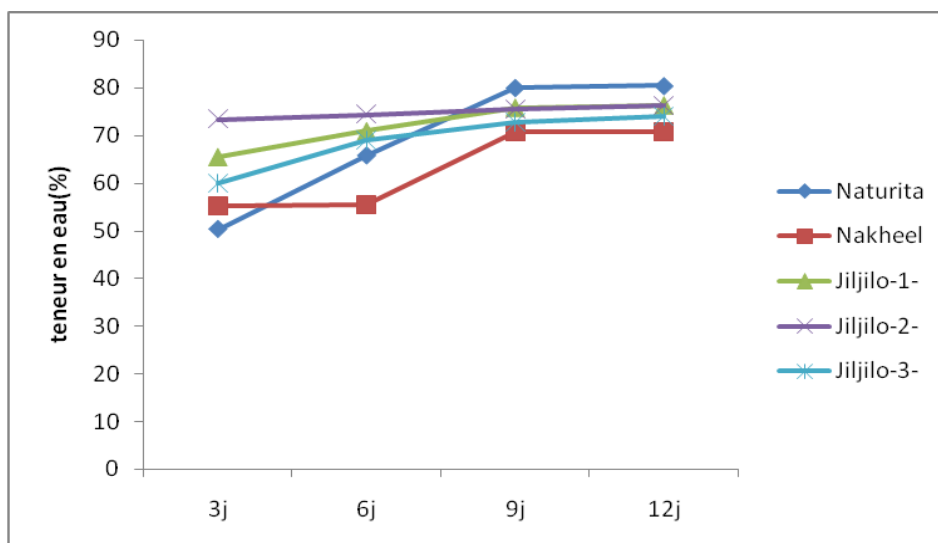


Figure 34 : Variation de la teneur en eau dans les cinq yaourts durant le stockage.

D'après la figure ci-dessus, on remarque que la teneur en eau des yaourts fabriqués varie d'une façon croissante dès les 3èmes jours d'entreposage jusqu'aux 12 ème jours pour atteindre une valeur presque constante à partir du 9^{ème} jour de stockage. Elle était de 80.4% pour le yaourt Naturita, 76.3% pour le yaourt Jiljilo-1-, 76.2% pour le yaourt Jiljilo-2-, 74% pour le yaourt Jiljilo-3- et 70.7% pour le yaourt Nakheel. Cette augmentation de la teneur en eau est en relation avec la diminution de la teneur en matière sèche du yaourt et elle peut être

due aux conditions du stockage (humidité relative de réfrigérateur) et à l'activité du ferment lactique.

b. Teneur en matière sèche

Les résultats de la détermination de l'extrait sec dans les échantillons du yaourt sont significativement différents d'un jour d'entreposage à un autre ($P < 0.05$), ils sont illustrés par la figure 35.

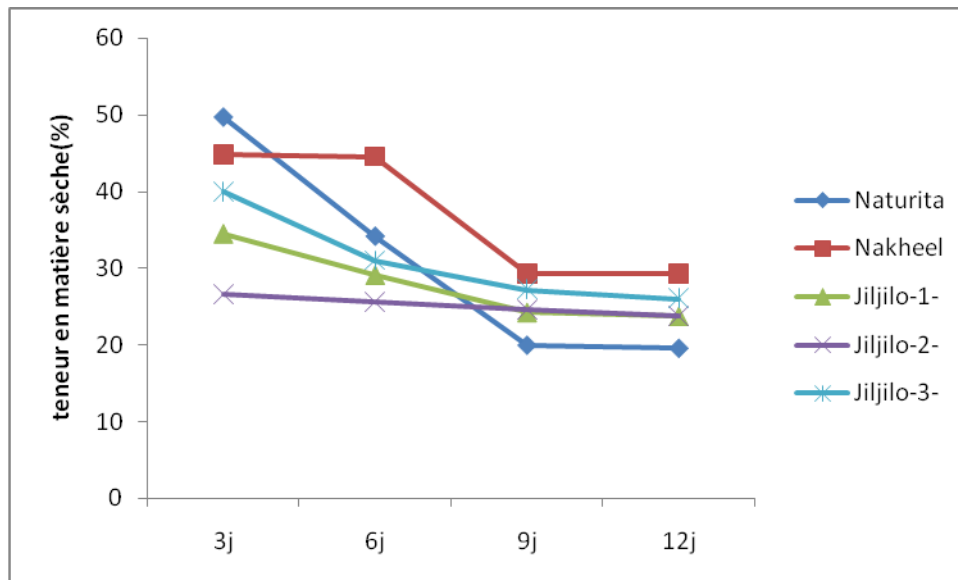


Figure 35 : Evolution de la teneur en matière sèche des cinq yaourts.

Selon **Dehove, (1974)**, l'extrait sec ou matière sèche d'un yaourt désigne tous ses constituants outre que l'eau. Il doit être au moins égal à l'extrait sec d'un lait normal.

Il est bien clair que l'addition de la poudre de dattes dans le yaourt fait augmenter sa teneur en extrait sec. D'après la figure 34, nous avons remarqué que la matière sèche dans le yaourt nature varie d'une façon décroissante à partir du 3^{ème} jour de stockage jusqu'au 12^{ème} jour, où elle atteint la valeur la plus basse 19.60% comparativement aux autres yaourts additionnés de poudre de dattes. Le yaourt Nakheel (additionné de la poudre de dattes Mech-Degla) a subi la même sorte, mais sa teneur en extrait sec est supérieure à celle du yaourt nature, elle est de 29.30%. Les trois autres yaourts additionnés de poudres de dattes présentent des valeurs en extrait sec légèrement différentes, 23.70, 23.80 et 26.00% pour le yaourt Jiljilo-1-, Jiljilo-2- et Jiljilo-3- respectivement. Il est à signaler que la teneur en matière sèche d'un yaourt est augmentée par les opérations de poudrage, de sucrage ou de concentration du lait par évaporation.

c. Teneur en cendres

Les teneurs en cendres pour les yaourts fabriqués sont significativement différents ($P < 0,05$). La figure suivante montre l'évolution de taux de cendres en fonction du temps durant la période d'entreposage.

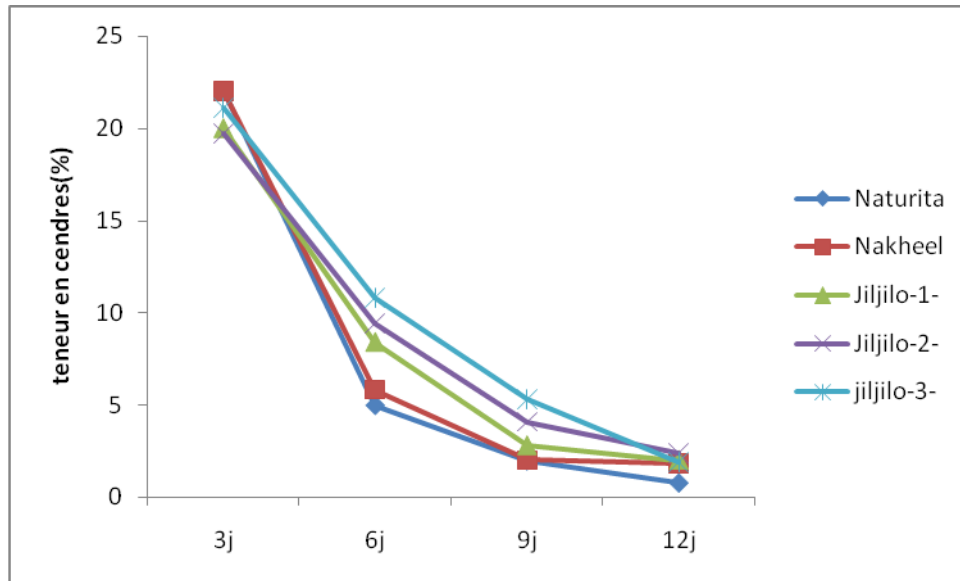


Figure 36 : Teneur en cendres pour chaque type de yaourt.

L’observation de cette figure montre que pour tous les yaourts (Naturita, Nakheel, Jiljilo-1-, Jiljilo-2-, Jiljilo-3), le taux de cendres a diminué progressivement. Cela peut être dû à l’activité du ferment lactique qui conduit à l’épuisement des éléments minéraux dans le yaourt.

Après le 12^{ème} jour de stockage, la teneur en éléments minéraux de yaourt Naturita est la plus basse (0,08%). Alors que les yaourts additionnés de poudre de dattes présentent des valeurs supérieures variant entre 1.8 et 2.4% ceci est dû à la richesse du fruit (datte) en éléments minéraux.

d. Teneur en protéines et en azote total

La figure suivante montre les teneurs en protéines et en azote total pour chaque type de yaourt

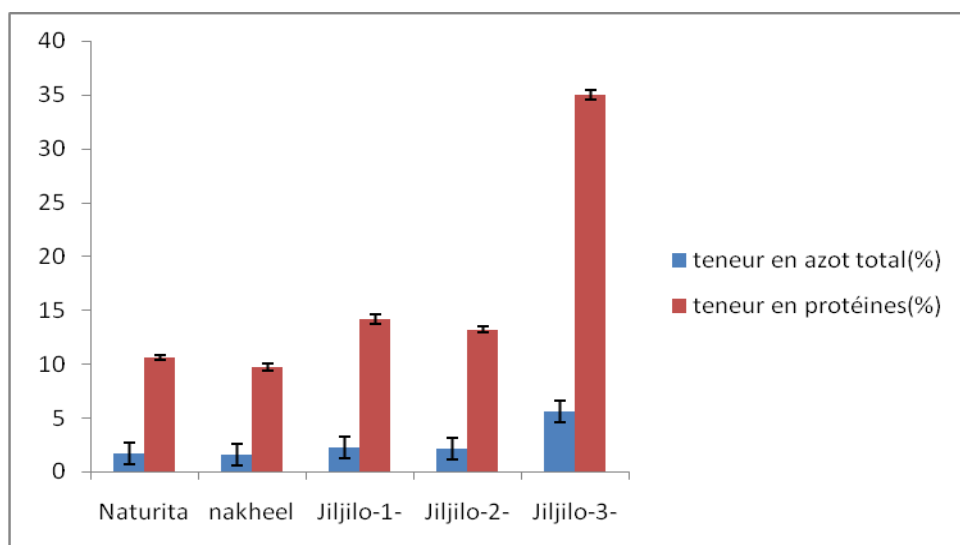


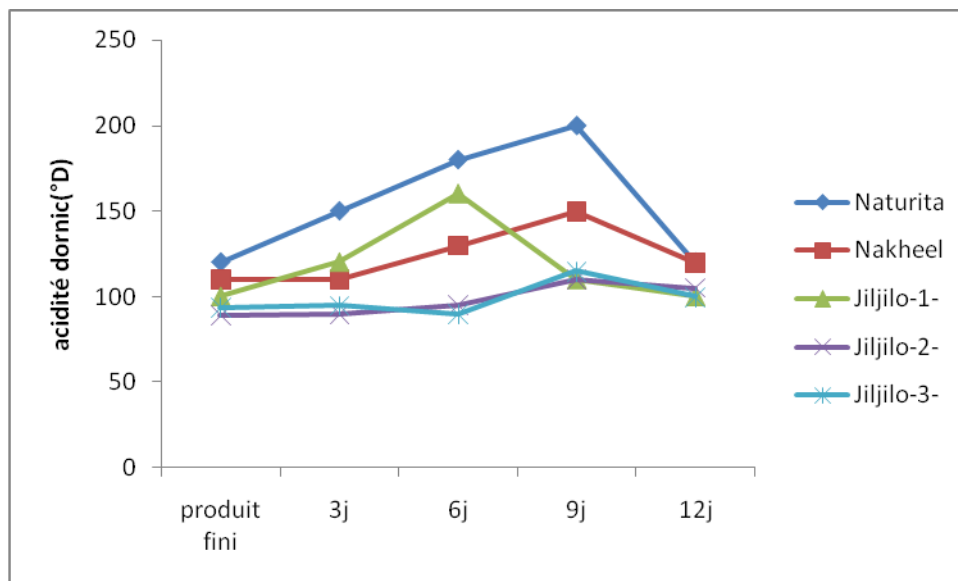
Figure 37 : Teneur en azote total et protéines pour chaque type de yaourt.

Les teneurs en azote total et en protéines pour les cinq yaourts présentent des différences significatives ($P < 0,05$). D'après les résultats obtenus, la teneur en protéines la plus élevée est enregistrée dans le yaourt additionné de la poudre de dattes récoltées du site Ben-Hayen avec une valeur de 35%, alors que le yaourt additionné de la poudre de dattes de cultivar Mech-Degla renferme le taux le plus faible (9.71%), alors que les yaourts Jiljilo1, Jiljilo2 et Naturita présentent des valeurs intermédiaires (14.13, 13.2, et 9.71% respectivement). Il est bien clair que l'ajout de la poudre de dattes aux yaourts fait augmenter leurs teneurs en protéines. Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par **Ozer et al. (1998)**, qui ont obtenu, des teneurs en protéines comprises entre 3,6 et 9%. **Fernandes et al. (2007)** à leurs tours ont annoncé des valeurs inférieures aux nôtres (3.57- 2.28%). De même **Istikhar et al. (2009)** ont trouvé une teneur en protéines inférieure aux nôtres (5.3%).

Nous pouvons dire que l'usage de poudres de dattes comme additifs aux yaourts, nous a permis d'obtenir des yaourts enrichis en éléments minéraux, en solides solubles et en protéines.

e. Teneur en acide lactique (acidité dornic)

Au cours de stockage, nous avons mesuré l'acidité dornic des yaourts chaque trois jours, les résultats obtenus présentent des différences significative ($P < 0,05$), ils sont illustrés par la figure 38.



38 : Figure Evolution de l'acidité dornic des différents yaourts au cours de stockage.

L'analyse de la figure ci-dessus, montre que la teneur en acide lactique des différents yaourts augmente lentement en raison de l'activité résiduelle des bactéries lactiques, jusqu'au 9^{ème} jours où elle a diminué un peu pour atteindre après le 12^{ème} jours de stockage 120°D pour le yaourt Naturita et Nakheel, 100°D pour le yaourt Jiljilo-1- et Jiljilo-3-, alors que le yaourt Jiljilo-2- a enregistré la valeur la plus basse 105°D. Cette baisse du degré dornic est le résultat du froid qui stoppe l'activité acidifiante des streptocoques.

III.5.2.2. Analyses microbiologiques

a. Evolution du nombre des cellules du ferment

La variation du nombre de cellules viables du ferment lactique durant la période d'entreposage est illustrée par la figure 38.

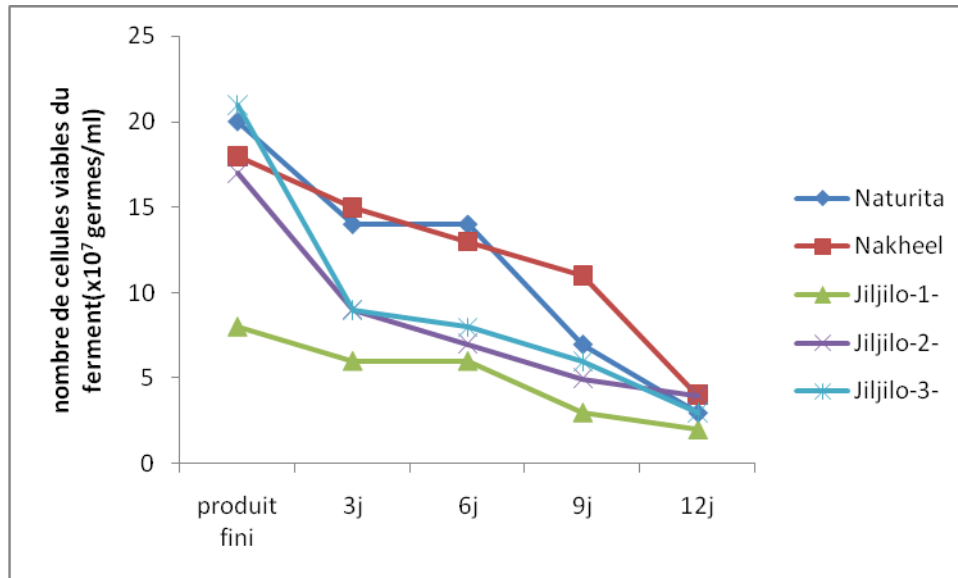


Figure 39 : Variation du nombre de cellules viables du ferment au cours du stockage.

Une diminution dans le nombre de cellules viables du ferment dans tous les yaourts (nature, ou enrichis par la poudre de dattes) est remarquable d'après la figure ci-dessus. Arrivé au 12^{ème} jour, il atteint 2×10^7 germe/ ml pour le yaourt Jiljilo-2, 3×10^7 germe/ ml pour le yaourt Naturita et Jiljilo-3- et 4×10^7 germe/ ml pour le yaourt Nakheel.

Cette forte diminution dans le nombre de cellules viables du ferment peut être due à l'épuisement de nutriments dans le milieu et aux conditions de stockage (T° = défavorable à la multiplication bactérienne), de même l'accumulation de l'acide lactique dans le milieu qui affecte la viabilité des bactéries lactiques. D'après **Micanel (1997)**, la viabilité des bactéries lactiques en milieu acide, à basse température dépend des espèces bactériennes et pour une espèce considérée, varie selon les souches.

b. Evaluation de la qualité microbiologique du yaourt

Les résultats de l'analyse microbiologique faite sur le yaourt chaque trois jour durant la période d'entreposage montrent une absence totale des flores recherchées sauf les levures qui sont présents en nombre inférieure à la norme (10^2 germe/ ml) (tableau 20).

Tableau 20 : Qualité microbiologique des yaourts au cours du stockage.

| Germes | Produits fini | 00 jours | 03 jours | 06 jours | 09 jours | 12 jours |
|------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| CT, CTT | Y. Naturita | - | - | - | - | - |
| | Y. Nakheel | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-1- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-2- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-3- | - | - | - | - | - |
| Staphylococcus aureus | Y. Naturita | - | - | - | - | - |
| | Y. Nakheel | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-1- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-2- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-3- | - | - | - | - | - |
| Levures | Y. Naturita | 32 | 27 | 23 | 18 | 6 |
| | Y. Nakheel | 44 | 38 | 17 | 15 | 10 |
| | Y. Jiljilo-1- | 38 | 29 | 25 | 17 | 4 |
| | Y. Jiljilo-2- | 40 | 36 | 31 | 27 | 19 |
| | Y. Jiljilo-3- | 21 | 18 | 12 | 10 | 5 |
| Moisissures | Y. Naturita | - | - | - | - | - |
| | Y. Nakheel | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-1- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-2- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-3- | - | - | - | - | - |
| Salmonelles | Y. Naturita | - | - | - | - | - |
| | Y. Nakheel | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-1- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-2- | - | - | - | - | - |
| | Y. Jiljilo-3- | - | - | - | - | - |

(-) : Absence

L'absence des flores d'altération dans les cinq types du yaourt pendant les 12 jours de stockage s'explique par une très bonne application des mesures d'hygiène lors de la fabrication. Elle peut être liée d'une part au traitement thermique appliqué (pasteurisation à 95°C pendant 5min) et à la qualité microbiologique de la matière première utilisée (lait cru UHT) et d'autre part à l'effet inhibiteur des composés antimicrobiens contenus dans la poudre de dattes. De même le respect du maintien de la chaîne du froid conduit à la stabilité microbiologique de produit.

III.5.2.3. Analyse sensorielle (test de dégustation)

Il n'existe pas un yaourt mais des yaourts dont chacun a des caractéristiques organoleptiques spécifiques, un profil sensoriel qui lui est propre. L'analyse organoleptique fournit des résultats essentiellement basés sur l'importance des défauts et permet de donner une

classification sensorielle à partir de la qualité du yaourt. Cette classification sensorielle reflète la qualité du travail ayant conduit au yaourt. Les résultats de l'analyse sensorielle des cinq yaourts sont groupés dans le tableau 21.

Tableau 21 : Résultats du test de dégustation.

| | Naturita | Nakheel | Jiljilo-1- | Jiljilo-2- | Jiljilo-3- |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Couleur | belle | belle | acceptable | belle | belle |
| Sérum | absent | absent | absent | absent | absent |
| Consistance | ferme | mou | mou | mou | mou |
| Onctuosité | onctueux | Non onctueux | Non onctueux | Non onctueux | Non onctueux |
| Légèreté | léger | léger | Très léger | léger | léger |
| Gout | prononcé | prononcé | prononcé | prononcé | prononcé |
| Acidité | moyenne | faible | Très faible | faible | faible |
| Sucré | sucré | Très sucré | Très sucré | Très sucré | Très sucré |
| Odeur | Typique et franche parfum suisse | et Faible à parfum vanille | à Faible à parfum caramélé | à Faible à parfum caramélé | à Faible à parfum caramélé |

L'analyse visuelle des yaourts présente une différence dans la couleur. D'après le jury de dégustation, le yaourt Naturita à une couleur blanc châtre, celle de yaourt Nakheel est beige, alors que celles de yaourts Jiljilo-1-, Jiljilo-2-, Jiljilo-3- vont du crème au marron claire (en relation avec la couleur des farines de dattes ajoutées aux yaourts). Toutes ces couleurs sont classées comme belles sauf celle du yaourt Jiljilo-1- qui est décrit et caractérisée comme acceptable. La couleur d'un yaourt est en relation avec le type du lait utilisé : écrémé ou non et avec le type du fruit ajouté. La photo 13 indique l'aspect visuel des différents yaourts analysés.



Photo13 : Aspect visuel des cinq yaourts analysés.

Concernant le lactosérum il est absent dans tous les yaourts, la consistance du yaourt Naturita est ferme, celles des quatre yaourts additionnés de farine de dattes sont mout. Tous les yaourts à base de poudre de dattes sont légers et non onctueux, alors que le yaourt nature est onctueux et léger. D'après ces données qui indiquent la nature de la texture des différents yaourts, nous pouvons les classer dans la catégorie des yaourts à boire.

En ce qui concerne l'analyse olfactive, qui consiste à évaluer la saveur et l'odeur des yaourts, les dégustateurs ont donné les résultats suivants : un goût prononcé sucré pour le yaourt Naturita et Nakheel, un goût prononcé et très sucré pour les yaourts additionnés de poudres de dattes codées PV, PC et PB cela est sans doute le résultat de la teneur en sucres contenue dans les farines de dattes.

Selon **Brunet (1997)**, la saveur acide est la caractéristique la plus courante des yaourts par défaut, d'après le tableau 26, nous avons remarqué que les yaourts analysés présentent une acidité moyenne (Naturita, et Jiljilo-2-), faible (Nakheel et Jiljilo-3) et très faible (Jiljilo-1-) cela est probablement lié à l'activité du ferment lactique.

L'odeur des yaourts soumises à l'analyse est typique, franche sauf celle de yaourt Jiljilo-1- qui a une odeur faible. Le parfum caractéristique détecté par les dégustateurs est de petit suisse pour le yaourt Naturita, vanille pour Nakheel, et caramel pour Jiljilo-1-, Jiljilo-2- et Jiljilo-3-. Certains ferments lactiques ont comme propriété technologique de synthétiser des composés aromatiques. Ainsi les yaourts sont plus ou moins aromatisés suivant l'aptitude des microorganismes en présence. Cependant l'utilisation des substances aromatisées peut contribuer à parfumer les yaourts (**Dehove, 1974**).

III.6. Résultats de l'activité antioxydante

III.6.1. Activité antioxydante *in-vitro*

III.6.1.1. Inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique

Les résultats de l'activité antioxydante (pourcentages d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique) de l'ensemble de nos extraits méthanoliques de dattes sont significativement différents ($P < 0,05$). Ils sont illustrés par les histogrammes de la figure 40.

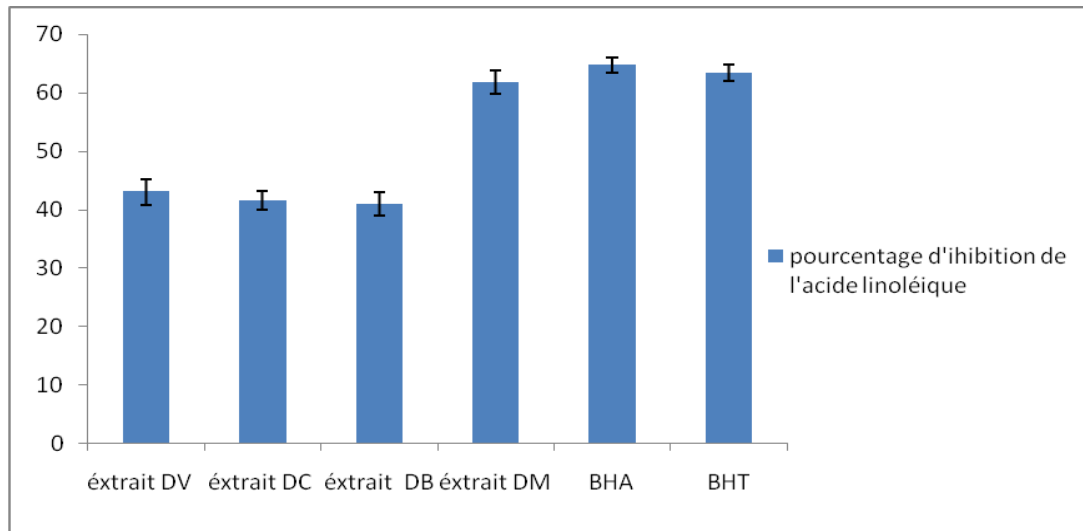


Figure 40 : Résultats d'inhibition de l'acide linoléique dans les quartes extraits de dattes.

L'observation de cette figure, nous permet de dire que les pourcentages d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique des extraits méthanoliques de dattes codées PV, PC et PB sont légèrement différents avec des pourcentages respectifs de 43.04, 41.56 et 40.89. Alors que l'extrait de la variété Mech-Degla présente le pourcentage d'inhibition de l'oxydation du même acide gras le plus élevé, estimé à 61.82%. Ce dernier est proche de ceux des antioxydants synthétiques utilisés en industries alimentaires BHA et BHT (64,78 et 63,38% respectivement). Ces résultats montrent que les extraits méthanoliques des variétés de dattes étudiées possèdent un potentiel antioxydant important dû aux polyphénols et éventuellement aux caroténoïdes.

Stahl et Sies (2003) affirment que les caroténoïdes sont des antioxydants contre les deux formes réactives de l'oxygène moléculaire. Les résultats obtenus par **Vayalili (2002)**, et **Mansouri et al. (2005)** confirment que la datte possède un pouvoir antioxydant et antimutagénique élevé.

D'après les résultats d'une étude menée par **Vayalili (2002)**, la concentration d'un extrait de datte de variété Koweitienne nécessaire pour inhiber 50% de radicaux de superoxydes est équivalente à 0,8mg/ml. Aussi une concentration de 4mg/ml inhibe complètement la peroxydation des lipides et la formation des peroxydes lipidiques et carbonyle protéique.

De plus **Guo et al. (2003)**, ont rapporté que la datte possède la deuxième activité antioxydante la plus élevée parmi 28 fruits communément consommés en Chine.

Il convient d'autre part de rappeler, que le profil phénolique des dattes a révélé que les principaux composés phénoliques présents dans les dattes sont les acides cinnamique, ferulique, sinapique et leurs dérivés, ainsi que les flavonoïdes (Mansouri *et al.*, 2005).

III.6.1.2. Activité antiradicalaire

Afin d'estimer l'activité antiradicalaire des extraits de datte, la méthode basée sur la réduction d'un radical libre stable (DPPH), a été utilisée. Cette méthode évalue la capacité des antioxydants de piéger les radicaux libres. Les résultats obtenus sont représentés par la figure 41.

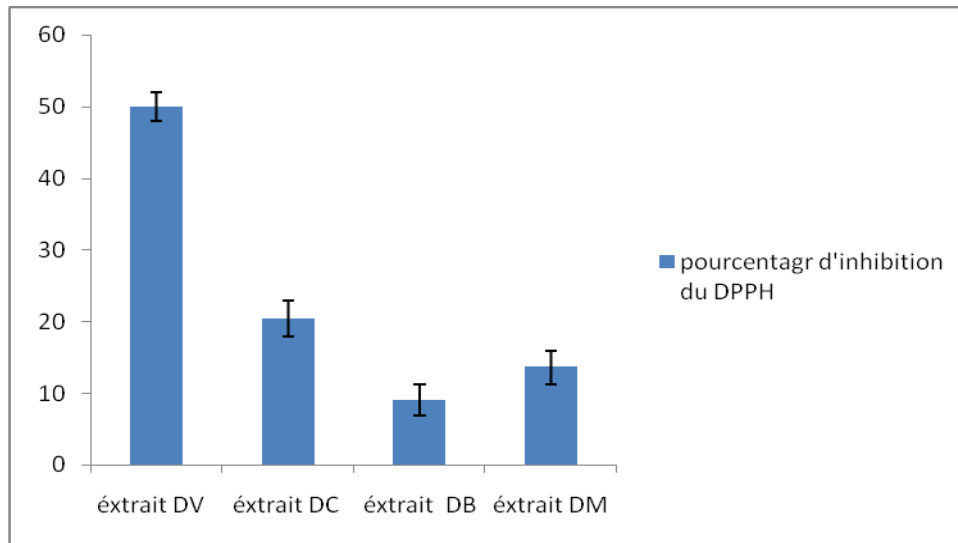


Figure 41 : Résultats de la réduction du radical DPPH dans les quatre extraits de dattes.

Les résultats obtenus présentent des différences significatives selon les variétés ($P < 0,05$). D'après nos résultats, l'extrait de dattes de la variété codée DV a le pourcentage d'activité anti radicalaire le plus élevé, estimé à 50%, suivi par celui de la variété codée DC (20.45%). Tandis que les extraits de la variété Mech-Degla et la variété codée DB ont les pourcentages d'activité les plus faibles et qui sont de 13.63 et 9.09% respectivement.

Les antioxydants donnent l'hydrogène aux radicaux libres, conduisant à l'inhibition de la phase de propagation de l'oxydation des lipides, et donc à la non production des espèces réactives toxiques (Lugasi *et al.*, 1998).

Selon Hochstein et Atallah (1998), l'activité antimutagène des antioxydants est due à leur capacité de piéger les radicaux libres ou d'induire les enzymes antioxydantes. Cependant, Gil *et al.* (2000) ont rapporté que la contribution des composés phénoliques à l'activité antioxydante est plus élevée que celle de la vitamine C et les caroténoïdes.

Jiménez-Escrig *et al.* (2000) ont montré que l'activité antiradicalaire augmente avec le nombre de doubles liaisons et la présence des groupements fonctionnels comme dans la classe des xanthophylles (l' α -zéaxanthine qui présente un groupement hydroxyle à chaque extrémité). Les auteurs ont montré que le lycopène présente la meilleure activité antiradicalaire suivi par la β -cryptoxanthine, l' α -carotène, la zéaxanthine et la lutéine.

III.6.1.3. Pouvoir réducteur de H₂O₂ (activité de la catalase)

Pour évaluer l'effet d'un traitement thermique sur l'activité antioxydante des composés contenus dans l'extrait de datte, nous avons fait appel à un test prenant en considération l'activité de la catalase. Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 42.

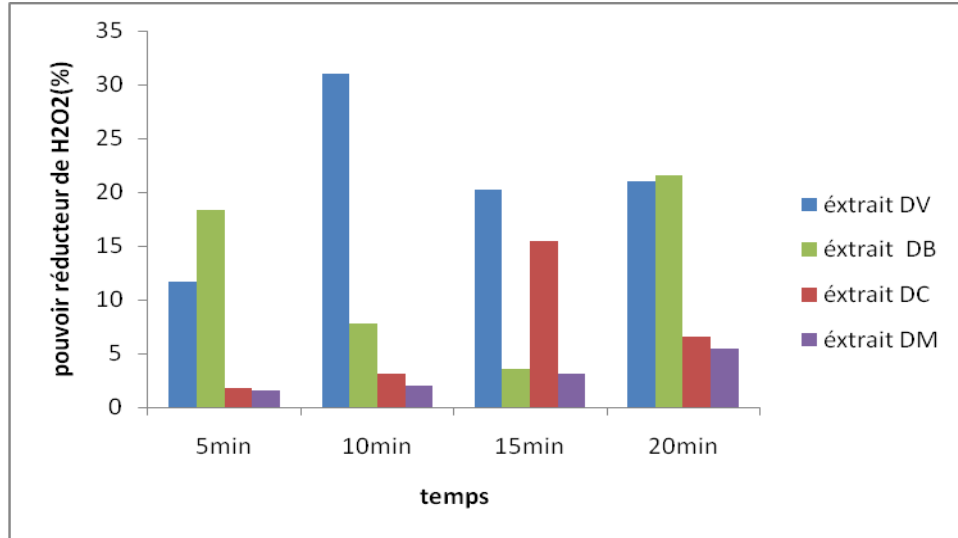


Figure 42 : Résultats d'effet de la température sur l'activité de la catalase.

Il apparaît clairement qu'il y a une hétérogénéité de la réponse des extraits au traitement thermique appliqué. Concernant l'extrait de dattes de la variété codée DV, l'activité antioxydante la plus élevée est enregistrée avec l'échantillon traité pendant 10min à 100 °C, au delà de 10min, le pouvoir réducteur diminue, cela peut s'expliquer par la destruction des composés antioxydants contenus dans l'extrait par la chaleur ou par les réactions de condensation de ces composés. Concernant les extraits de dattes codées DC et DM, les activités antioxydantes les plus élevées sont enregistrées avec les échantillons traités à la chaleur pendant 20min. Alors que l'extrait de dattes de la variété codée DB a un meilleur pouvoir antioxydant lorsque l'échantillon est traité pendant 15min à 100 °C.

La différence de l'activité de la catalase entre les extraits de dattes étudiées peut être due à la nature et la structure chimique de leurs composés antioxydants.

III.6.1.4. Pouvoir réducteur (activité réductase)

Le pouvoir réducteur représente l'aptitude d'une substance à transférer un électron ou à donner un atome d'hydrogène, ce qui lui permet d'agir sur le processus de peroxydation de lipides en tant qu'antioxydant primaire et secondaire (Yen et Chen, 1995). De nombreux auteurs considèrent la capacité réductrice d'un composé comme un indicateur de son activité antioxydante.

Les résultats de l'étude de l'effet de la température sur le pouvoir réducteur sont illustrés par la figure 43.

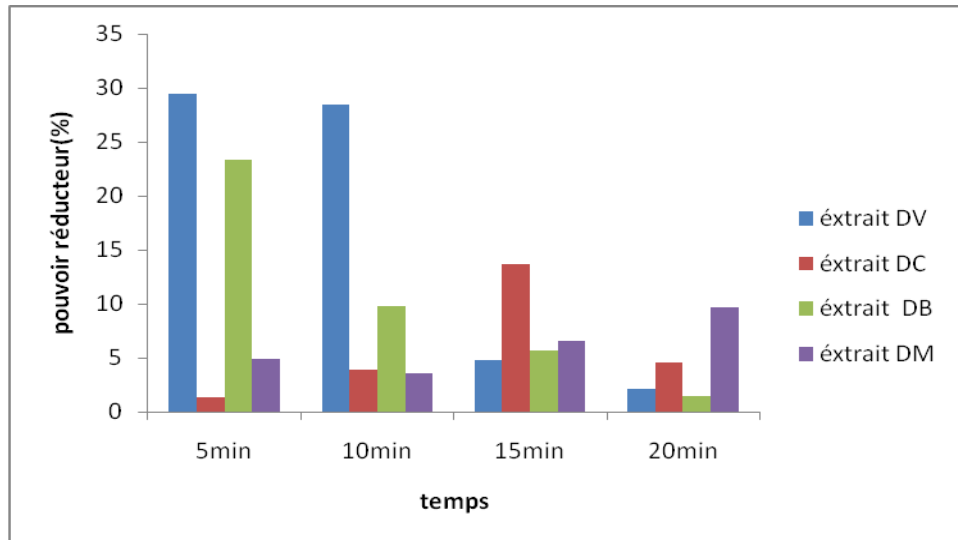


Figure 43 : Résultats de l'effet de la température sur l'activité de la réductase.

Cette figure, laisse dire qu'il y a une différence dans la réponse des quatre extraits de dattes au traitement thermique. Nous avons constaté à travers nos résultats un pouvoir antioxydant élevé pour l'extrait DV traité pendant 5 et 10min à 100°C, puis il y a eu une perte progressive d'activité en fonction du temps de traitement. Le même constat a été noté avec l'extrait méthanolique de dattes codées DB. Cependant, le pouvoir réducteur maximal de l'extrait DC est enregistré après un traitement à 100°C pendant 15min, celui de l'extrait DM est obtenu lorsque l'échantillon est traité pendant 20min à la même température.

D'après les résultats obtenus avec les deux enzymes (catalase et réductase), nous pouvons utiliser les extraits de ces dattes en tant que antioxydants naturels dans les produits alimentaires qui subissent lors de leurs préparations des traitements thermiques ne dépassant pas les 10minutes.

III.6.2. Activité antioxydante *in-vivo*

III.6.2.1. Effet sur la capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH

La capacité antioxydante plasmatique est l'un des biomarqueurs les plus utilisés pour évaluer l'efficacité d'une supplémentation alimentaire ou d'un traitement antioxydant. En raison du grand nombre d'antioxydants présents dans le plasma, plusieurs méthodes ont été développées; parmi lesquelles l'effet scavenger du radical DPPH (Huang *et al.*, 2005). Cette dernière méthode est largement utilisée pour évaluer l'activité antioxydante des extraits de plantes et des aliments, elle est également utilisée pour évaluer la capacité antioxydante plasmatique qui est exprimée en pourcentage d'inhibition de décoloration du mélange réactionnel en présence du plasma par rapport à la solution méthanolique contenant uniquement le DPPH. Les résultats obtenus sont illustrés par la figure 44.

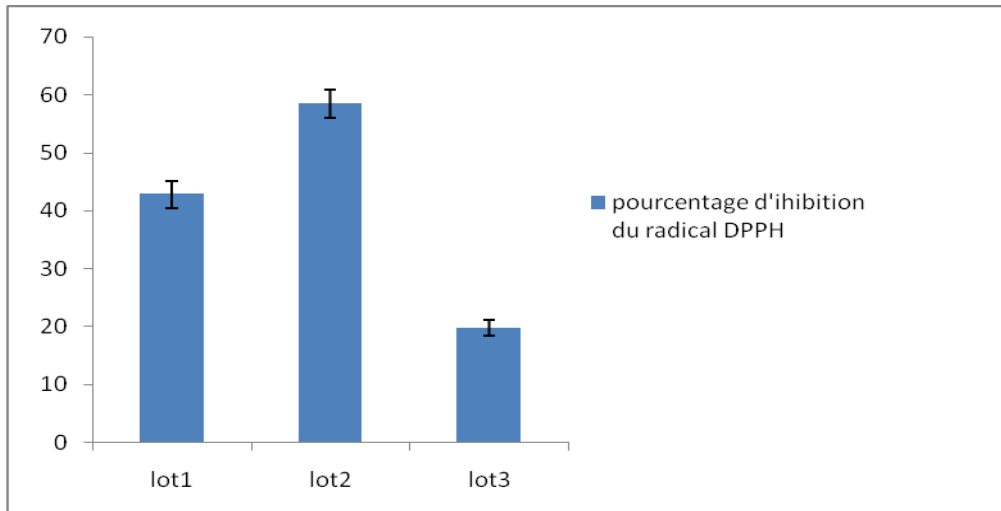


Figure 44: Capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH.

Dans notre étude, les résultats obtenus montrent que l'administration orale de 500mg de l'extrait aqueux de la variété de dattes codée DV par kilogramme de poids chez les rats du lot expérimental 2 entraîne une augmentation de la capacité antioxydante plasmatique vis-à-vis du radical DPPH. Cette augmentation est statistiquement significative ($p = 0.01$) par rapport au lot témoin (lot 1) et par rapport au lot à extrait de référence (les rats administrés par l'extrait aqueux de la variété de référence Mech-Degla).

En fait, le plasma contient un réseau d'antioxydants endogènes comme (l'albumine, bilirubine, le glutathion réduit et l'acide urique) mais aussi des antioxydants exogènes dérivés de l'alimentation. Ces antioxydants peuvent agir d'une manière complémentaire et synergique au niveau de la cascade radicalaire, conférant une meilleure protection contre les espèces oxygénées réactives (EOR) (**Berger, 2006**).

En tenant compte des résultats obtenus, il apparaît que l'augmentation de la capacité antioxydante plasmatique, est probablement attribuée à une élévation du taux d'antioxydants exogènes tel que l'acide ascorbique, les caroténoïdes, la vitamine E et également les flavonoïdes ou les composés phénoliques, apportés par les extraits de dattes de la variété codée DV dont les propriétés antioxydantes ont été déjà démontrées dans la partie *in vitro*.

III.6.2.2. Mesure de l'activité enzymatique de la catalase

La figure suivante montre les résultats du traitement par l'extrait aqueux de la variété de dattes codée DV et celle codée DM sur l'activité de la catalase dans le foie des rats des lots expérimentaux et du lot témoin.

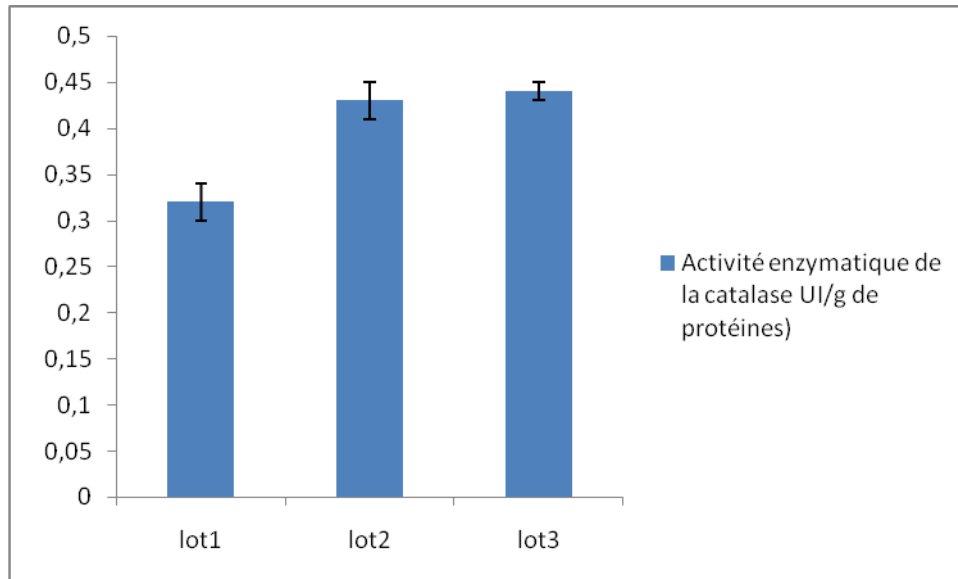


Figure 45 : L'activité enzymatique de la catalase cytosolique.

La catalase est une enzyme héménique capable de transformer le peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène moléculaire. Elle est essentiellement présente dans les peroxysomes, mais aussi dans les mitochondries et le cytoplasme. Elle protège les tissus des radicaux hydroxyles qui sont très réactifs (**Sathishsekar et Subramanian, 2005**).

D'après nos résultats, le traitement d'une semaine par les extraits aqueux de dattes de la variété codée DV et DM provoque une augmentation de l'activité enzymatique de la catalase au niveau hépatique chez les rats traités comparativement à leurs congénères témoin, cette augmentation est statistiquement significative ($P=0.03$).

L'augmentation de l'activité de la catalase chez les rats traités par l'extrait laisse penser que cette défense oxydante pourrait être réactivée par des principes actifs présents dans l'extrait, qui ont pu provoquer une augmentation de la capacité de détoxification par l'amélioration de la capture des radicaux libres.

III.6.2. 3. Dosage de glutathion hépatique

Le glutathion réduit (GSH) joue un rôle multifactoriel dans le mécanisme de défense antioxydant (**Sathishsekar et Subramanian, 2005**). C'est un piègeur direct des radicaux libres, (Ravi et *al.*, 2004). Les résultats de dosage du glutathion hépatique de la présente étude sont présentés par la figure 46.

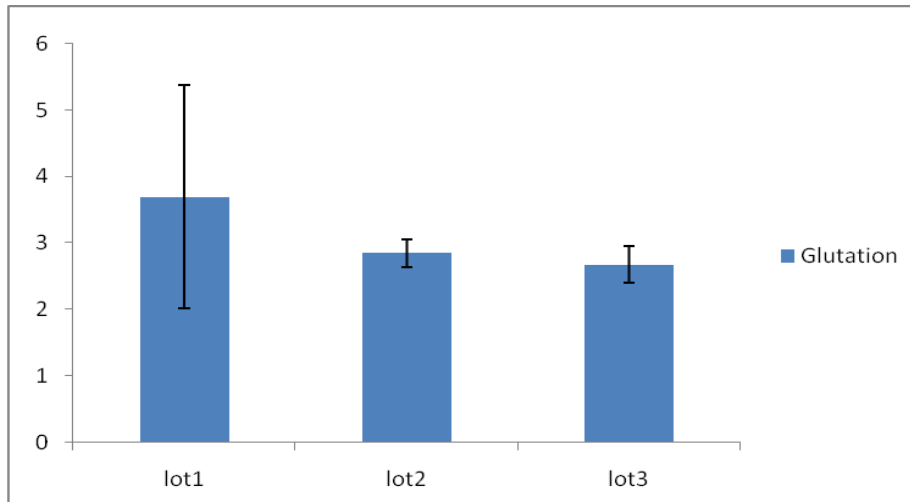


Figure 46: Résultats de dosage de glutathion hépatique.

D'après les résultats obtenus, on constate une diminution du taux de glutathion hépatique chez les rats des lots expérimentaux (2 et 3) (2.85 et 0.68mmol /mg) par rapport à celui du lot témoin (1), mais cette diminution n'est pas statistiquement significative ($p = 0.34$). Donc nous pouvons dire que l'administration orale des extraits aqueux de dattes des variétés codées DB et DM ne participe pas à la réactivité des glutathions hépatiques pour piéger les radicaux libres.

III.6.2. 4. Dosage du malondialdéhyde (MDA)

Les acides gras polyinsaturés sont les cibles privilégiées des espèces réactives oxygénées (ERO) radicalaires en raison de leurs hydrogènes bis-allylique facilement oxydable. Plus l'acide gras est insaturé et plus il est susceptible d'être peroxydé, c'est-à-dire dégradé par un processus oxydant non enzymatique (Delattre et al., 2005).

La peroxydation de lipides fournit ainsi une grande variété de produits, dont certains peuvent réagir avec les protéines et l'ADN. Parmi les produits formés lors de la peroxydation lipidique, l'isoprostane, le malonyldialdéhyde (MDA) et le 4-hydroxynonéanal (4-HNE), ces derniers ont été étudiés comme marqueur de la peroxydation lipidique (Limaye et al., 2003). Les résultats de dosage de l'un de ces marqueurs de la peroxydation lipidique (MDA) sont illustrés par la figure 47.

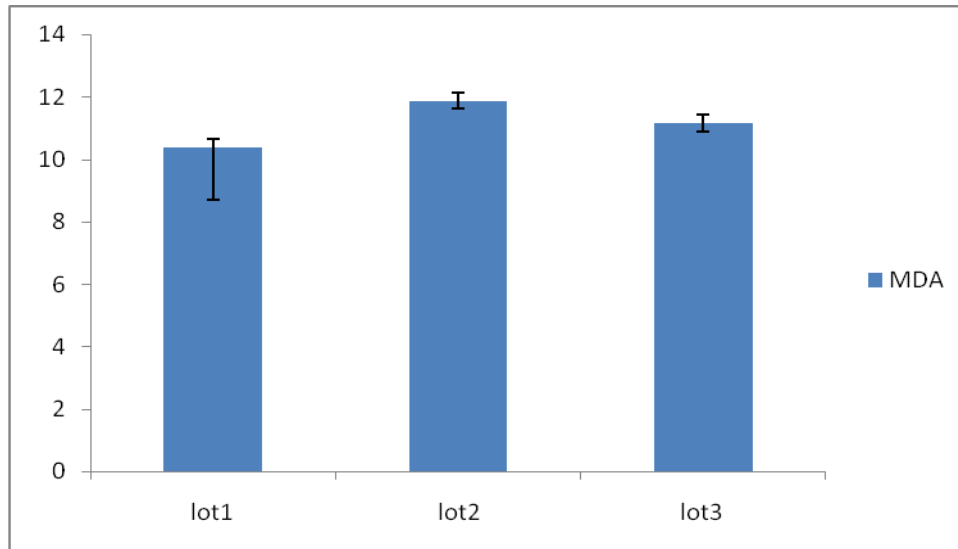


Figure 47 : Résultats de dosage de malondialdéhyde (MDA) hépatique.

Les résultats obtenus, montrent une augmentation de la concentration de MDA hépatique chez les rats ayant reçu par voie orale les extraits aqueux de dattes des variétés codées DV et DM (11,84, 11,16 mmol/mg respectivement) par rapport au lot témoin (10,37 mmol/mg) mais cette augmentation est statistiquement non significative ($P = 0.39$).

Al-Shoaibi et al. (2012), ont montré que l'administration orale de trois types de sirop de dattes extraites de trois variétés de dattes *Khodairi*, *Barhi*, et *Rotab* chez les lapins soumises aux lésions hépatiques par CCl_4 a entraîné une diminution significative de taux hépatique de MDA (0,99, 1,18, et 0,99 $\mu\text{mol/g}$) par rapport aux lapins du lot témoin (lapins soumises à des lésions hépatiques par CCl_4 et non traités par les sirops de dattes).

III.7. Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits de dattes

Les diamètres des zones d'inhibition des souches bactériennes par les extraits de dattes sont groupés dans le tableau 22.

D'après les résultats du tableau 22, l'extrait alcoolique brut de la variété codé DV a une activité antibactérienne vis-à-vis presque de la totalité des souches indicatrices testées sauf avec *Staphylococcus aureus*, avec des zones d'inhibition de 2,2 cm avec *E.coli* (ce diamètre est supérieur à celui du témoin (méthanol)), 1,0 cm avec *Klebsiella* et 0,7cm avec *Bacillus subtilis* et *Listeria monocytogenese*. Cependant, on a constaté une perte d'activité avec les dilutions 1/2, 1/4, et 1/6.

Tableau 22 : Diamètres des zones d'inhibition des souches étudiées exprimés en cm.

| Souches | variété | E. brut | Dilution1/2 | Dilution1/4 | Dilution1/6 | Témoin |
|-------------------------------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|--------|
| <i>Escherichia coli</i> | DV | 2,2 | 2,0 | 1,7 | 1,2 | 0,8 |
| <i>Klebsiella sp.</i> | | 1 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,7 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| <i>Escherichia coli</i> | DC | 2,5 | 2,1, | 2,1 | 0,8 | 1,8 |
| <i>Klebsiella sp.</i> | | 1,9 | 1,1 | 0,6 | 0,4 | 1,5 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 0,6 | 1,1 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | 0,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | | 0.0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |
| <i>Escherichia coli</i> | DB | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,0 | 1,0 |
| <i>Klebsiella sp.</i> | | 1,00 | 1,0 | 0,7 | 0,4 | 0,9 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| <i>Escherichia coli</i> | DM | 1,3 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 1,5 |
| <i>Klebsiella sp.</i> | | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,0 | 1,2 |
| <i>Bacillus subtilis</i> | | 0,9 | 0,9 | 0,5 | 0,0 | 1,2 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | | 0,7 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,9 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,6 |

Concernant l'extrait de la variété codée DC, l'activité inhibitrice est assez importante avec *E. coli* et qui varie selon les dilutions de 0,8 à 2,5cm pour la dilution 1/6 et l'extrait brut respectivement. La souche bactérienne *Klebsiella sp* à son tour est sensible à cet extrait, dont les zones d'inhibition enregistrées sont de 1,9cm pour l'extrait brut, 1.1cm pour la dilution 1/2 alors que les dilutions 1/4 et 1/6 ont données des zones d'inhibition de diamètre faible (0,6 et 0,4 cm respectivement). La sensibilité de la souche *Bacillus subtilis* à cet extrait est aussi remarquable, avec 1.4 cm comme zone d'inhibition pour l'extrait brut, 1.0 cm avec les dilutions 1/2 et 1/4 et 0.6cm avec la dilution 1/6. En revanche, *Listeria monocytogenese* et *Staphylococcus aureus* sont des souches résistantes aux composés antimicrobiens contenus dans cet extrait.

L'extrait méthanolique de la variété codée DB à des composés antimicrobiens qui ont une activité inhibitrice vis-à-vis d'*E.coli* et qui ont donné une zone d'inhibition maximale avec l'extrait brut estimé à 1,2cm, cependant, cette activité diminue pour être nulle avec la dilution 1/6. De même, les résultats ont montré que *Klebsiella sp* est également sensible à cet extrait, les zones d'inhibition enregistrées sont de 1,0cm avec l'extrait brut et la dilution 1/2, 0.7cm

avec la dilution 1/4, et 0.4cm avec la dilution 1/6. En revanche, le reste des souches indicatrices restent résistantes.

Concernant la variété Mech-Degla, son extrait méthanolique a montré une forte activité antimicrobienne envers les deux bactéries *E.coli* et *Bacillus subtilis*, une activité moyenne avec *Klebsiella sp* et *Staphylococcus aureus* mais sans aucun effet sur *Listeria monocytogense*.

Les résultats du travail mené par **Kahkashan et al. (2012)**, ont montré que l'extrait méthanolique de la variété molle *Barhee* des zones d'inhibition de 2.3cm, 2.43cm et 2,23cm envers *E.coli*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus sp* respectivement. Cependant et sur les mêmes germes, l'extrait de la variété *Sukri* a donné les diamètres d'inhibition respectifs de 2.3cm, 2.4cm et 2.23cm.

Plusieurs auteurs dont **Cutter (2000)**, **Puupponen et al. (2001)**, ont montré que l'activité antibactérienne des extraits des fruits et plantes est attribuée à la présence des antioxydants (carbohydrates, les alcaloïdes, les stéroïdes, les flavonoïdes et les tanins).



Conclusion

Ce travail que nous avons entrepris avait pour objectif l'apport de données sur un des patrimoines phylogénétiques Algérien qui est la datte d'une ville côtière, par l'étude de la composition biochimique de trois variétés de dattes récoltées de la ville de Jijel, il vise aussi à la valorisation de ce type de dattes par leur incorporation dans une formulation alimentaire de type biologique à forte valeur ajoutée.

Les résultats de la caractérisation morphologique de dattes de la présente étude ont montré que ces dattes sont de qualité physique acceptable parce qu'elles présentent :

- Un poids supérieur ou égale à 6g ;
- Un poids de la pulpe supérieur ou égale à 5g;

Rappelons ici que la variété de dattes récoltée du site Village-moussa (DV) est considérée la meilleure par rapport aux deux autres variétés (DB et DC), elle a le rapport pulpe/datte le plus élevé (98%).

Après le découpage, séchage et le broyage de ces dattes, nous avons obtenu des poudres de dattes de couleur presque identique mais d'aspect macroscopique différent. Les résultats de la granulation ont montré que la farine de dattes issue du site Village-Moussa est la plus fine car elle contient 7.08% de particules dont le diamètre est égale à 200nm.

L'étude de la composition biochimique du fruit de la présente étude nous a laissé remarquer que les dattes étudiées sont riches en eau (72, 75.33 et 78% MF) pour (DB, DC et DV respectivement), ce qui rend leurs stockage pour une longue durée et à température ambiante quasiment difficile.

Concernant la teneur en cendres, elle était plus élevée pour la variété codée DB et DC (2%) comparativement à celle codée DV (1.33%).

Nous signalons que les trois échantillons de dattes ont présenté un pH proche de la neutralité (pH7) et que les dattes de la variété codée DC sont les plus riches en vitamine C (1.32g/kg) comparativement à celles des autres variétés.

La détermination du degré Brix nous a permis de dire que les dattes étudiées sont très riches en solides solubles avec des pourcentages 64, 70.20 et 70.93% (MF) pour les variétés DB, DC et DV respectivement.

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte, leurs dosage a montré que nos échantillons renferment un taux de sucres inférieur à celui rapporté par la littérature (35.97, 42.92 et 52.40 % MF pour DB, DV et DC respectivement). Cela peut être dû à la récolte précoce du fruit.

Le dosage de la matière grasse dans nos échantillons a montré que les lipides sont des constituants mineurs de ce fruit. La détermination de la composition en acides gras par la chromatographie en phase gazeuse couplée à une spectrophotométrie d'absorption atomique a révélé la présence d'une gamme d'acides gras saturés et insaturés, à moyenne et à longue chaîne (acide laurique, palmitique, stéarique, linoléique et oléique).

Les résultats de dosage des éléments minéraux par la spectrophotométrie d'absorption atomique ont montré que les trois échantillons de dattes sont riches en manganèse, fer, zinc et en cuivre.

La teneur en polyphénols totaux est très élevée dans les dattes codée DV (15.35 EAG /100g MF) comparativement à l'échantillon codé DC (13.88 EAG /100g MF) et DB (12.98 EAG /100g MF).

L'étude de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques de dattes de la présente étude a montré qu'ils ont presque les mêmes pourcentages d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique (43.04, 41.56 et 40.89% pour DV, DC et DB respectivement), ces pourcentages sont inférieurs à celui de l'extrait méthanolique de la variété de référence Mech-Degla (61.82%). L'activité antiradicalaire la plus élevée a été enregistrée avec l'extrait méthanolique de dattes de la variété codée DV (50%).

Les résultats de l'activité réductase et catalase nous ont permis de conclure qu'il est possible d'utiliser ces extraits en tant qu'antioxydants naturels dans les produits alimentaires qui subissent dans leurs préparations un traitement thermique à 100°C pendant 10 minutes.

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits méthanoliques de nos échantillons de dattes et celui de cultivars Mech-Degla a révélé une différence dans la sensibilité des souches testées vis-à-vis de ces extraits. Ces derniers ont une forte activité inhibitrice vis-à-vis de des souches *Escherichia coli* et *Klebsiella* sp. La souche *Staphylococcus aureus* était résistante aux extraits de dattes des échantillons codés DV, DC et DB mais elle était moyennement sensible à l'extrait brut de la variété Mech-Degla. *Bacillus subtilis* à son tour a présenté une résistance à l'égard des extraits des échantillons DV et DV, mais elle était moyennement sensible aux deux autres extraits (DC et DM). Tous ces extraits n'avaient aucun effet inhibiteur sur *Listeria monocytogenes*.

Les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux des dattes de l'échantillon codée DV et de la variété sèche Mech-Degla ont montré que l'administration orale de 500mg/kg de dattes fait augmenter significativement le pourcentage d'inhibition du radical DPPH chez les rats traités (58.42%) par rapport aux rats témoins (42.8%) et par rapport aux rats ayant reçus l'extrait de la variété Mech-Degla (19.76%). De même le traitement a fait augmenter l'activité enzymatique de la catalase au niveau hépatique. Le dosage du glutathion hépatique chez les rats traités laisse remarquer une diminution non significative par rapport aux rats témoins. Concernant le marqueur de la peroxydation lipidique (MDA), son dosage a révélé une augmentation non significative chez les rats traités par l'extrait de dattes de la variété récoltée de la ville de Jijel (11.84mmol/mg) et chez ceux traité par l'extrait de la variété Mech-Degla (11.16mmol/mg) comparativement à leurs congénères témoins (10.37mmol /mg).

Concernant l'application technologique, globalement, on peut dire que l'utilisation des poudres de dattes comme additif alimentaire, nous a permis d'obtenir des yaourts enrichis en minéraux, en protéines et en solides solubles.

Les cinq yaourts fabriqués ont acquis des couleurs, une couleur beige pour le yaourt additionné de la poudre de dattes de la variété Mech-Degla(Nakheel), crème pour ceux additionnés des poudres PV,PC et PV(Jiljilo-1-, Jiljilo-2- et Jiljilo-3-) et blanc châtre pour le yaourt nature(Naturita). De plus ces yaourts ont acquis une odeur typique et franche de parfum caramélé pour (Jiljilo-1-, Jiljilo-2- et Jiljilo-3-), de parfum petit suisse pour (Naturita) et faible de parfum vanille pour (Nakheel). Les résultats des analyses microbiologiques des cinq yaourts ont montré clairement leur parfaite conformité aux normes.

Il est donc possible de produire un yaourt sucré, aromatisé et coloré de type fonctionnel et à forte valeur ajoutée par l'utilisation de la poudre de dattes comme ingrédient naturel. Les trois variétés étudiées conviennent à cette formulation.

Il reste à dire qu'il faut compléter cette étude par une étude semblable sur les mêmes variétés de dattes mais au stade final de leurs développement pour avoir des données sur l'évolution de la composition biochimique de la datte en fonction du stade de maturation.

Comme complément à la présente étude, les points suivants nous semblent pertinents :

- Etude du caractère fonctionnel du yaourt naturel aux poudres de dattes ;
- Etude économique ;
- Généralisation de l'étude aux autres variétés ;
- Possibilité de combinaison des différentes poudres ;
- Les autres utilisations (voies de valorisation) possibles des poudres (substrat de fermentation, boulangerie, farine infantile ...etc.).

Références Bibliographiques

- Abbasi S. et Azari S. 2007.** Novel freeze drying of onion slices using microwaves. *In: Evangelos Lasos (Ed), proceeding of the 5th international congress on food technology*, vol I, Alexander Technological Educational, Institution of Thessaloniki (Sindos), Faculty of Food Technology and Nutrition, Thessaloniki, Greece.54-61.
- Abd el Madjid M., Ibrahim M., Handi A. et Borha El-Saadani D. 1996.** Les variétés des palmiers dattier dans le monde Arabe. Université de l'agronome. *Horisant*.1- 317.
- Abdelfetah K. 1989.** Quelques aspects de l'économie dattier en Tunisie. Communication présentée au séminaire sur " les systèmes agricoles oasiens " Tozeur (Tunisie). Les cahiers de la recherche et du développement. **22** : 44-56.
- Acourene S. et Tama M. 1997.** Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*. **1** : 59-66.
- Ahmed J. et Ramaswamy H.S. 2006.** Physico-chemical properties of commercial date pastes (Phoenix dactylifera).*Journal of Food and Engenering*. **76**: 348-352.
- Aidoo K. E., Tester R.F., Morrison J.E. et Mac-Farlane D. 1996.**The composition and microbial quality of prepacked dates purchased in greater Glasgow. *International Journal of Food Science and Technology*. **31** : 433–438.
- Al-Amari K. 1995.** Datte palm propagation through tissue culture technique. *Syrie Elchourok*.1- 251.
- Albert L. 1998.** La santé par les fruits. *Ed. VEECHI*. 44-74.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M. et Shahidi F. 2005a.** Compositional and Sensory Characteristics of Three Native Sun-Dried Date (Phoenix dactylifera L.) Varieties Grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53**, pp: 7586-7591.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M. et Shahidi F. 2005b.** Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, caroténoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera L.*) Varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **53**:7592-7599.
- Al-Hooti S., Sidhuand H. et Qabazard J.S. 1995.**Studies on the physic-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity. *Arab gulf Journal of Sciences and Research*. **13**:553.
- Al-Hooti S., Sidhu J.S. et Qabazard H. 1997.** Physiochemical Characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Food for Human Nutrition*. **50**:101-113.
- Al-Hooti S., Sidhu J.S., Al-Saqer J.M. et Al-Othman A. 2002.** Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food Chemistry*. **79**: 215-220.
- Al-Shahib W.et Marshall R.J. 2003.** The fruit of the date palm: it's possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Science and Nutrion*. **54** : 247-259.
- Al-Shoaibi Z., Molham A., Al-Habori A., Al-Zubairi A. et Sidding I. 2012.** *In vivo* antioxydative and hepatoprotective effect of palm date. *International Journal of Pharmacology*. **8**(3):185-191.
- Amellel H. 2008.** Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de Doctorat. Université de Boumerdès.

- Ammar S. 1978.** La culture de tissus de plantes issues de graines appliquées à la multiplication végétative du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Thèse de doctorat de spécialiste, Faculté des sciences de Tunis, 107 p.
- Anonyme. 2002.** Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A. 5-6.
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J.C. et Pinkas M. 1996.** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations *Arzneimittelle Forshing.* **46** (11) : 1086-1089.
- Baraem I., Haffar I., Baalbaki R. et Jeya H. 2008.** Physico-chemical characteristics and sensory quality of two date varieties under commercial and industrial storage conditions. *L.W.T.* **41**:896-904.
- Barreveled W.H. 1993.** Date Palm Products. FAO, Agricultural services, Bulletin N°101, FAO, Rome, 211 p.
- Belguedj M. 2001.** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien., INRAA El-Harrach, **11**, Alger, 289 p.
- Belguedj M. 2002.** Les ressources génétiques du palmier dattiers, caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-est Algérien, dossier N°1 *INRA* Algérie, 289p.
- Ben Khalifa A., Guerradi M., Tirichine A., Belguedj M. et Labaa L. 2003.** Diagnostic des palmeraies : El Atteuf, Metlili, Berriane, Beni Isquen, Guerrara, Mélika, Ghardaia, Boulila, Daya, Mansoura, Zefana, Sebseb, Bounoura. *IPGRI* et *INRA* Algérie.
- Ben Thabet I., Hamadi A., Besbes S., Deroanne C., Francis F., Drira N.E. et Christophe B. 2007.** Physicochemical and Functional Properties of Typical Tunisian Drink: Date Palm Sap (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Food Biophysics.* **2** : 76–82.
- Benahmed A., Amrani M., Azouaou M., Dmir A. et Benamara S. 2010.** Possibilité de fabrication d'un jus naturel à base d'un sirop de dattes communes et d'un extrait de spiruline et jus de citron naturel. *Annales des Sciences et Technologie.* **2**(1) :101-115.
- Benamara S., Gougam H., Amellal H., Djaouab., Benammed A. et Noui Y. 2008.** Some technologic proprieties of common date (*Phoenix dactylifera* L.). *American Journal of Food and Technoogyl.* **3**(2): 79-88.
- Benchelah A.C. et Maka M. 2006.** Les dattes, de la préhistoire à nos jours. *Phytothérapie (ethnobotanique)* Springer. **1** : 43 - 47.
- Benchelah A.C. et Maka M. 2008.** Les Dattes, intérêt et nutrition. *Phytothérapie (ethnobotanique)* Springer. **6** : 117 -121.
- Berger M.M. 2006.** Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme.* **20**: 48-53.
- Berghev A. et Viletinck A. J. 1991.** Screening Methods for antibacterial and antiviral agents from higher plants. *Method for Plant Biochemistry.* **6**: 47-68.
- Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N.E. et Attia H. 2004.** Date seeds: chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. *Food Chemistry.* **84**: 577–584.
- Besbes S., Drira L., Blecker K., Deroanne C. et Hamadi A. 2009.** Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Journal of Food Chemistry.* **112**:406-411.
- Beutner S., Bloedorn B., Frixel S., Blanco I. H., Hoffmann T., Martin H.D. Mayer B., Noack P., Ruck C., Schmidt M., Schülke I., Sell S., Ernst H. Haremza S., Seybold G.,**

- Sies H., Stahl W. et Walsh R. 2001.** Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of β -carotene in antioxidant functions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **81**: 559-568.
- Biglari F., AlKarkhi-Abbas F.M. et Easa A.M. 2008.** Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) Fruits from Iran. *Food Chem.* **107** :1636–1641.
- Bonaz B., Mathieu N. et Chambron E. 2007.** Nutrition et maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin. *Journal of African Hepato-Gastroenterol.* **34**:136–140.
- Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D. et Ferry M. 1992.** Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Fruits.* **47**(6):667-77.
- Boudier J.F. 1990.** Produits frais. In laits et produits laitier. Vache - Brebis- Chèvre. Luquet, F. M. (Eds) Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 35-66.
- Boudries H., Kefalas P. et Mendez D.H. 2007.** Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chemistry.* **101**: 1372–1377.
- Bouguedoura N. 1991.** Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier. Etude in tissu et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de Doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201 p.
- Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. 1996.** Microbiologie alimentaire. Tome I : Aspect microbiologie de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed.Tech et Doc-Lavoisier, Paris, 650 p.
- Brand-Williams W., Cuvelier M.E. et Berset C. 1995.** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und technology.***28**: 25-30.
- Brunet A. 1991.** «Bifidus actif », un progrès dans la fabrication des laits fermentés. Ed. PAUL Lechevalier, Paris, 35 p.
- Carreño S.A.C. et Aristizábal L.M. 2003.** Utilisation de bananes plantain pour produire du vin. INFOMUSA, *Revue Internationale sur Bananiers et Plantains.***12**(1) ,58 p.
- Cheftel J. et Cheftel C. 1977.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vol I, 4^{ème} tirage. Ed. Tech et Doc-Lavoisier.Paris.367 p.
- Cheyrier V. 2005.** Dietary polyphenols and health: Proceedings of the 1st international conference on polyphenols and health. *American Journal of Clinical and Nutrition*, **81** (1): 223-229.
- Chibane H., Benamara S., Noui Y., Djouab A. 2007.** Some physicochemical and morphological characterisation of three varieties of Algerien commun dates. *European Journal of Scientific Research.***18** (1) : 134-140.
- Chougrani D., Cheriguene A. et Bensoltane A. 2009.**Physico-chemical and rheological properties of yoghurt manufactured with ewe's milk and skim milk. *African Journal of Biotechnology.***8** (9):1938-1942.
- Clairborne A.1985.** Catalase activity. In: CRC handbook of methods for oxygen radical research. Boca Raton: Greenwald RA: 283-284.
- Codex Alimentarius. 2008.** Codex standard for fermented milks, www.codexalimentarius.net/download/standards/400/CXS_24_3e.pdf.

- Cook J.A. et Furr J.R. 1952.** Sugars in the fruits of soft, semi-dry and dry commercial date varieties. *Date Grower's Institute Report*. **29** :3-4.
- Cruz N. S., Capellas M., Jaramillo D.P., Trujillo A.J., Guamis B. et Ferragut V. 2009.** Soymilk treated by ultra high-pressure homogenization: Acid coagulation properties and characteristics of a soy-yogurt product. *Food Hydrocolloids*. **23**:490-496.
- Cutter C.V.2000.** Antimicrobial effect of herb extracts against *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* associated with beef. *J. Food Prot.* **63**: 601-607.
- Da-Silva S.L., Da-Silva A., Honório K.M., Marangoni S., Toyama M.H. et Da-Silva A.B.F. 2004.** The influence of electronic, steric and hydrophobic properties of flavonoid compounds in the inhibition of the xanthine oxidase. *Journal of Molecular Structure*. **684**:1-7.
- Decloux M. 2008.** Procédés de transformation en sucrerie (partie 1). *Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire F*. **61** : 1-18.
- Dehove R.A. 1974.** La réglementation des produits alimentaires: qualité et répression des fraudes. 8^{ème} Ed., Paris. Commerce Editions.54 p.
- Delattre J., Beaudoux J.L. et Bonnefont R. 2005.** Radicaux libres et stress oxydant: aspects biologiques et pathologiques. *Lavoisier édition TEC & DOC éditions médicales Internationale. Paris*. 1 - 405.
- Diallo D., Sanogo R., Yasambou H., Traoré A., Coulibaly K. et Maïga A. 2004.** Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam.(Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Centre de Recherch de Chimie*.**7** :1073-1080.
- Djerbi M. 1994.** Précis de phoeniciculture. *FAO*, 192 .
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. et Vidal N. 2006.** Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolics compounds. *Food Chemistry*, **97** : 654-660
- Donkor O.N., Henriksson A., Vasiljevic T. et Shah N.P. 2007.** Proteolytic activity of dairy lactic acid bacteria and probiotics as determinant of growth and in vitro angiotensin-converting enzyme inhibitory activity in fermented milk. *Lait*. **86**:1-18.
- Dowson VHW. 1982.** Date production and protection. *FAO plant production and protection. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 35 p.
- Dubois G.E, Grosby G.A et Saffron P. 1977.** Non nutritive Sweeteners: Taste structure relationships with for some new simple dihydrochalcones. *Science*. **195** : 397 – 399.
- Dupin H., Cuq J.L., Malewiak M.I., Rouaud C.L. et Berthier A.M. 1992.** Alimentation et nutrition humaine. *Ed. ESF*. Paris. 1533p.
- El Hadrami A., El Idriss T., El Hassni M., Daayf F. et El Hadrami I. 2005.** Toxin-based invitro selection and its potential application to date palm for resistance to the bayoud Fusarium wilt. *Centre de Recherch de Biologie*. **328**:732-744.
- El Nakhal H., El Sharawy M. I. et Messalem A.S. 1987.** “Amarheep” a new product from dates (tamar) with hight protein content, *The date palm Tournal*, *FAO*. **5** (1): 92-106.
- Elleuch M., Besbes S., Roiseux O., Blecker C., Deroanne C., Drira N.E. et Hamadi A. 2008.** Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Journal of Food Chemistry*.**111**: 676–682.
- Ellman G.L. 1959.** Plasma antioxidants. *Arch Biochemistry and Biophysics*. **82**: 70-77.
- Espiard E. 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. *Ed. Lavoisier*.147-155.

- Estanove P. 1990.** Note technique : Valorisation de la datte. Option Méditerranéennes. Série A.N° 11. Les systèmes Agricoles Oasiens. *Ed. IRFA-CIRAD.* France.
- Falade K.O. et Abbo E.S. 2007** Air-drying and rehydration characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. *Journal of Food Engineering.* **79** (2):724-730
- Farkey N.Y. et Imafidon G.I. 1995.** Thermal denaturation of indigenous milk enzymes. *In: Heat-induced changes in milk.* Deuxieme édition. Fox, P. H. (Eds). *International Dairy Federation. Brussels.* 331-345.
- Favier J.C., Ireland R.J., Toque C. et Feinberg M . 1995.** Répertoire général des aliments. Table de composition. *Ed. Tec et Doc-Lavoisier,* INRA Editions, CNEVA et CIQUAL, 897 p.
- Fernandes A.M., Oliviera C.A.F. et Lima C.G. 2007.** Effects of somatic cell counts in milk on physical characteristics of yoghurt. *International Dairy Journal.***17**: 111-115.
- Fethi H. A. et El Kohtani M.N. 1979.** Production de dattes dans le monde arabe et islamique, Université Ain Chems. 533-541.
- Gatel R. 1982.** L'aliment à humidité intermédiaire concept fondamental et fiction scientifique. *APRIA.* 39-50.
- Ghedira K. 2005.** Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie.***4**: 162-169.
- Giddey C. 1982.** Les produits à humidité intermédiaire. Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. *APRIA.* 21-28
- Gil M.I., Tomas-Barberan F.A., Hess-Pierce B., Holerofit D.M. et Kader A.A. 2000.** Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **48**: 4581-4588.
- Gilles P. 2000.** Cultiver le palmier dattier .*Ed. CIRAS.* 110 p.
- Gobbetti M., Minervini F. et Grizzello C.G. 2004.** Angiotensin-I-converting-enzyme-inhibitory and antimicrobial bioactive peptides. *International Journal of Dairy Technology.* **57**:173-188.
- Golshan T. et Fooladi M.H. 2006.** A study on the physico-chemical properties of Iranian Shamsaei date at different stages of maturity. *World Journal of Dairy and Food Sciences.* **1**(1):28-32.
- Gordon M.H. 1990.** The mechanism of antioxidant action *in vitro.* *In: "Food antioxidants". Ed. B.J.F. Hudson- London et New York .* 1-18.
- Greiner D. 1998.** The market of date, product of revenue of the oases: in plays, diversity, tension. *Books Dryness.* **9** (23):155-162.
- Guattieri M. et Rapaccini S. 1994.** Date stones in broiler's feeding. *In: Technologie de la datte. Ed. GRIDAO.*35 p.
- Guirand J. et Galzy P. 1988.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaire, *Ed l'usine nouvelle.* 70-72.
- Guiraud J.P. 2003.** Microbiologie alimentaire. *Ed. DUNOD.* Paris, 615 p.
- Guo C., Yang J., Wei J., Li Y., Xu J. et Jiang Y. 2003.** Antioxydant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Reseach,* **23**:1719-1726.
- Haddouch M. 1996.** Situations actuelles et perspectives de développement du palmier dattier au Maroc. In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéennes. *Ed. IAM, Zaragoza, Spain,* 63-79.

- Hamza A. 1996.** Contribution à l'étude de la qualité des laits caillés au Niger. *Th. Méd. Vét., Dakar*.12,125 p.
- Hanie S., Ejtahed M.Sc., Javad Mohtadi-Nia Ph.D., Aziz Homayouni-Rad Ph.D., Mitra Niafar M.D., Ph.D., Mohammed Asghari-Jafarabaadi Ph.D. et Vahid Mofid M.Sc. 2012.** Probiotic yogurt improves antioxydant status in type 2 diabetic patients. *Journal of Nutrition*. **28**:539-543.
- Hashimoto F., Ono M., Masuoka C., Ito Y., Sakata Y., Shimizu K., Nonaka G., Hassan A.N., Frank J.F., Farmer M.L., Schmidt K.A. et Shalabi S.I. 1995.** Observation of encapsulated lactic acid bacteria using confocal scanninglaser microscopy. *Journal of Dairy Science*. **78**, 2624- 2628.
- Heinz P. 2008.** Management of acute gastroenteritis in children. *Paediatrics and Child Health*. **18**:453-457.
- Helferich, W. et Westhoff D.C. 1980.** All about Yogurt.Prentic. *Hall Inc. Eglewood Cliffs*, New Jersey.
- Heller R., Esnault R. et Lance C. 1990.** Abréges de physiologie végétale. Tome I. *Ed.MASSON, 4^{ème} édition*, 76 p.
- Henk J., Zwir E. et Rik L. 2003.** Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes Ingrédients Additifs*. **44** : 42-45.
- Hochstein P. et Atallah S.A. 1998.** The nature of oxidant and antioxidant systems in inhibition of mutation and cancer. *Mutation Research*. **202**: 363–375.
- Huang D., Ou B. et Prior R.L. 2005.** The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. **53**:1841-1856.
- Istikhar H., Attiq-ur R. et Nigel A. 2009.** Quality comparison of probiotic and natural yogurt. *Pakistan Journal of Nutrition*.8 (1):9-12.
- Jaccot B. et Campillo B. 2003.** Nutrition humaine. *Ed. MASSON*. Paris. 311 p.
- Jadhav S.J. et Andrew W.T. 1977.** Effects of cultivars and fertilizers on nonvolatile organic acids in potato tubers. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*. **10**:3-21.
- Jha S.N., Kingsly A.R.P. et Sangeeta C. 2006.** Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. *Journal of Food Engineering*.**72**: 73–76.
- Jiménez-Escrig A., Jiménez-Jiménez I., Sanchez-Moreno C. et Saura-Calixto F. 2000.** Evaluation of free radical scavenging of dietary carotenoids by the stable radical 2, 2- diphenyl-1-picrylhydrazyl. *Journal of Science of Food Agriculture*. **80**: 1686-1690.
- Jimoh F.O., Adedapo A.A. et Afolayan A.j 2010** Comparison of th nutritional value and biological activities of the acetone, methonol and mater extracts of the leaves of solanum nigrum and leonotis leonorus. *Food and Chemical Toxicology*. **48**: 964-971.
- Juntachote T., Berghofer E., Siebenhandl S. et Bauer F. 2006.** The antioxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork. *Meat Science*. **72** : 446-456.
- Kadam P.S., Kale R.V. et Syed- Imran H. 2010.** Effect of different varieties of date palm past incorporation an quality characteristics of yogurt. *Journal of Dairy Sciences*. **4** (2):12-17.
- Kahkashan P., Bokhari N.B. et Soliman A.W. 2012.**Antibacterial activity of *Phoenix dactylifera L.* Leaf and pit extracts against selected Gram negative and Gram positive pathogenic bacteria. *Journal of Medicinal Plants Research*.**6** (2):296-300.
- Kaidi F.ey Touzi A. 2001.** Production de bioalcool a partir des déchets de dattes. *Rev. Energ.*

- Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S., Hafiz N.E. et Entsar Y.A. 2002.** Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Debis). Egypt. *Journal of Food Sciences*. **30** (2):179-203.
- Khatab A. G. H., El Tinay A. H. et Nour A.M. 1983.** The chemical composition of some date palm cultivars grown in Sudan. The first symposium on date palm. king Faysal university, Al Hassa Kingdom of Saudi Arabia.706-710.
- Korhonen H. et Pihlanto A. 2006.** Bioactive peptides: Production and functionality. *International Dairy Journal*. **16**:945-960.
- Kullisaar T., Songisepp E., Mikelsaar M., Zilmer K., Vihalemm T. et Zilmer M. 2003.** Antioxidative probiotic fermented goats' milk decreases oxidative stressmediated atherogenicity in human persons. *Brittan Journal of Nutrition*.**90**:449–56.
- Laleh G.H., Frydoonfar H., Heidary R., Jameei R. et Zare S. 2006.** The Effect of Light, Temperature, pH and Species on Stability of Anthocyanin Pigments in Four Berberis Species. *Pakistan Journal of Nutrition*. **5**: 90-92.
- Lambiote B. 1983.** Some aspect of the role of dates in humain nutrition. The first symposium on date palm, king Faysal university, Al Hassa Kingdom of Saudi Arabia.577-79.
- Lecoq R. 1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome1. *Ed. Doin Deren et Cie*. 241-251.
- Lecoq R.1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles.Tome I.*Ed. Doin*,
- Lee W.J. et Lucey J.A. 2010.** Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australian.Journal of Animal Science*. **23** (9):1127-1136.
- Leistner L. et Rodel W. 1975.** The significance of water activity for microorganisms in fruits. *In: Duckworth, R.B. (ed.), Water Relations in Foods*. 309–323. *Academic Press*, New York.
- Leroy F. et DeVuyst L. 2004.** Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*. **15**:67-78.
- Lin M.Y. et Yen C.L. 1999.** Antioxidative ability of lactic acid bacteria. *Journal of Agricultur Food and Chemistry*.**47**:1460–6.
- Loones A.1994.** Lait fermenté par les bactéries lactiques *In: « bactéries lactiques »*.Vol II. De Roissart H. et Luquet F.M.Ed. Lorica.Paris.37-151.
- Lowry O.H., Rosegrough N.J., Farr A.L. et Randall R.J. 1951 .** Protein measurements with the folin phenol reagent. *Journal of Biology and Chemistry*. **193**: 265-275.
- Lugasi A., Dworschak E., Blazovics A. et Kery A. 1998.** Antioxidant and free radical scavenging properties of squeezed juice from black radish (*Raphanus sativus* L., var. *niger*) root. *Phytotherapy Research*.**12**: 502–506.
- Luquet F. M. et Carrieu G. 2005.** Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, *Ed Lavoisier Tec et Doc*. Paris. 307 p
- Mahaut M., Jeantet R., Brulé G. et Schuck P. 2000.** Les produits industriels laitiers. Tech et Doc, Lavoisier, Paris.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Remezy C. et Jimenez L. 2004.** Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical and Nutrition*, **79** (5): 727-747.
- Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E. et Kefalas P. 2005.** Phenolic profile and antioxydant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Journal of Food Chemistry*. **89**: 411-426.

- Marfak A. 2003.** Radiolyse gamma des flavonoides. Étude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools: formation de pesticides. Thèse de Doctorat : Université de Limoges.
- Mastretta E., Longo P., Laccisaglia A., Blabo L., Russo R., Mazzaccara A. et Gianino P. 2002.** Effect of *Lactobacillus* GG and breast-feeding in the prevention of rotavirus nosocomial infection. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. **35**:527-531.
- Mazoyer M. 2002.** Larousse agricole, le monde agricole au XXI^{ème} siècle. Ed. Mathilde Majorel 224p.
- Mazza G. et Minitiati E. 1993.** Anthocyanin in Fruits, vegetables, and grains. Boca raton, FL: CRC Press. 78 p.
- Mehaia M.A. et Cheryan M. 1991.** Fermentation of date extracts to ethanol and vinegar in batch and continous membrane reactors. *Journal of Enzyme and Microbial Technology*. **13** : 257-261.
- Meligi M.A. et Sourial G.F. 1982.** Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. Ed : First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March, p 212-220.
- Micanel M., Haynes N. et Playne M.J. 1997.** Viability of probiotic cultures in commercial australian, yoghurts. *Australian, Dairy Technology*. **52**:24-27.
- Mikki M.S., Al Taisan S.M. et Abdulaziz A. 1987.** Incorporation of date pulp for the manufacture of tomato kechup. *The Date Palm Journal, FAO.5* (2), 215-216.
- Mikki M.S. 1999.** Date palm post harvest processing technology in Saudi Arabia. Regional Workshop on Date Palm Post harvest Processing Technology, Iran. *Journal of Food Technoogyl*. **3**(2): 79-88.
- Mohammed S., Shabana H.R. et Mawloud E.A. 1983.** Evaluation and identification of Iraqi date cultivars. Fruits characteristics of fifty cultivars. *Journal of Date Palm*. **2**: 27-55.
- Maksimovic Z., Malencic D. et Kovacevie N. 2005.** Polyphenol contents and antioxidant activity of Maydis stigma extraits Bioresource. *Technology*. **96** : 873-877.
- Moreau C. 1980.** Moisissures toxiques dans l'alimentation. Encyclopédie Mycologique. morphological caracterisation of three varieties of Algerien commun dates. *Europian Food Technoogyl*. **3**(2): 79-88.
- Mulinacci N., Romani A., Galardi C., Pinelli P., Giaccherini C. et Vincieri F. 2001.** Polyphenolic content in olive oil waste waters and related olive samples. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, **49**:3509-3514.
- Multon J.L. 1991.** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol IV. Ed.Tech et Doc-Lavoisier, 121-137.
- Munier P. 1973.** Le palmier dattier. Ed. *Maisonneuve*. Paris, 221 p.
- Toutain G. 1979.** Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed *JOUVE*. Paris, 276 p.
- Nève J. 2002.** Modulation de l'apport alimentaire en anti-oxydants. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. **16** : 292-300.
- Nishioka I. et Nohara T. 2003.** Evaluation of the Anti-oxidative Effect (in vitro) of tea Polyphénols. *Journal of Biosciences. Biotechnology and Biochemistry*. **67** (2): 396-401.
- Nixon R.W. et Carpenter B. 1978.** Growing dates in united states. United states department of agriculture, information bulletin prepared by science and education administration.44-45.

- Nizar MA., El Sukhon S., Msameh Y. et Abdul-Karim J.S. 1999.** Effect of date fruits, *Phoenix Dactylifera* L., on the hemolytic activity of Streptolysin O. *Journal of Pharmacologie and Biologie*. **37**: 335-339.
- Okhawa H., Ohishi N. et Yagi K. 1979.** Assay of lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric reaction. *Anal Biochemistry*. **95**: 351-358.
- Olivier J.G.J., Berdowski J.J.M., Peters J.A.H.W., Bakker J., Visschedijk A.J.H. et Bloos J.P. 2006.** Applications of EDGAR including a description of EDGAR V3.0: reference database with trend data for 1970–1995, NRP Report, 410200 051, RIVM,
- Othman A.M. 1995.** Prospective de développement et de protection du palmier dattier dans les pays arabes. The Arab Center for the Studies of Arides zones and dry Land. 14p.
- Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H. et Siboukeur O. 2001.** Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette d'Ouergla. *Revue. Energy. Renouvelable. Production et valorisation – Biomasse*. 87-92.
- Ozer B.H., Robinson R.K., Grandison A.S. et Bell A.E. 1998.** Gelation properties of milk concentrated by different techniques. *International Dairy Journal*. **8**: 793-799.
- Paci Kora E., Souchon I., Latrille E., Martin N. et Marin M. 2004.** Composition rather than viscosity modifies the aroma compound retention of flavored stirred yogurt. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. **52**: 3048-3056.
- Paolini M., Sherif Z., Giorgio A.R., Marvin C.F. et Legator S. 2001.** Chemoprevention or anticemoprevention. A salutary warning from the β -carotene experience. *Journal of the National Cancer Institute*. **93**:1110-1111.
- Perret C. 2001.** Analyse de tanins inhibiteurs de la stilbène oxydase produite par *Botrytis cinerea*. Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel. 184 p.
- Polat A.A. et Caliskan O. 2008.** Fruit characteristics of table fig (*Ficus carica*) cultivars in subtropical climate conditions of the Mediterranean region. *Journal of New Zealand of Crop and Horticultural Science Abstracts*. **36**: 107–115.
- Puupponen P.R., Nohynek L., Meier C., Kahkonen M., Heinonen M., Hopia A. et Oksman-Caldentey K.M. 2001.** Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Application of Microbiology*. **90**: 494-507.
- Ramchandran L. 2009 :** Physico-chemical and therapeutic properties of low-fat yogurt as influenced by fat replacers, exopolysaccharides and probiotics. School of Biomedical and Health Sciences Faculty of Health, Engineering and Science. Victoria University, Werribee Campus, VIC, Australia.
- Rao A.V., Flesher N. et Agarwal S. 1999.** Serum and tissue lycopene as biomarker of oxidation in prostate cancer patients: a case control study. *Nutrition and Cancer Journal*. **33**:159-164.
- Raynal J. 1987.** Modifications structurales et biochimiques de la Prune d'ente au cours du séchage. Effets de diverses températures sur la structure cellulaire et ses incidences sur les composés pectiques et phénoliques. Thèse PHD, Montpellier, France.
- Rémésy C. 2008.** Sucres simples purifiés versus sucres des fruits, ont-ils les mêmes effets métaboliques. *Journal of Phytothérapie*. **6**: 91–95.
- Reynes M., Bouabidi H. et Rouissi M.B. 1995.** Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Fruit*. **49** (4):289-298.
- Ribéreau-Gayon P. 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. *Ed. Dunod*. Paris, 254p.

- Rodier J., 1997.** L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. *Ed. Dunod, 8^{ème} edition.* 57-65.
- Rodriguez A. 2001.** A guide to carotenoid analysis in foods. *International Life Sciences Institute Press.* 1-71.
- Rodriguez –Vaquero M.J., Alberto M.R. et Manaca de Nadra M.C. 2007.** Antibacterial effect Of phenolic compounds from different wines. *Food Control.* **18** : 93-107.
- Roukas T. et Kotzekidou P. 1997.** Pretreatment of date syrup to increase citric acid production. *Journal of Enzyme and Microbial Technology.* **21**: 273-276.
- Rousseau M. 2005.** La fabrication du yaourt, les connaissances. *INRA.* 9 p.
- Rygg G.L. 1977.** Date development, Handling, and Packing in the United States Agriculture. Research service agriculture, Handbook (482), USAD, Washington DC: 3-9.
- Sabah A., Jassim A. et Mazen A. 2007.** *In vitro* evaluation of the antiviral activity of an extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) pits on a *Pseudomonas* Phage.1 – 6.
- Santos A., Mauro M.S. et Diaz D.M. 2006.** Probiotics and their long term influence on the microbial populations of the mouse bowel. *Food Microbiology.* **23**: 498-503.
- Sathishsekar D. et Subramanian S. 2005.**Antioxidant properties of *Momordica Charantia* (bitter gourd) seeds on Streptozotocin induced diabetic rats. *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.***14** (2):53-58.
- Sawaya W.N., Khalil J.K., Safi W.M. et Al-Shalat A. 1983.** Physical and Chemical Characterization of Three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Journal of Food Science and Technology.***16**(2): 87-93.
- Sayah Z. et Ould–El-Hadj M.D. 2010.**Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ourgla. *Anales des Sciences et Technologie.***2**(1) :87-92.
- Scalbert A., Morand C., Manach C. et Rémésy C. 2002.** Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacoth.***56**: 276-282.
- Semasaka G.1986.**Contribution à l'étude de la qualité microbiologique des laits caillés commercialisés dans la région de Dakar. *Th. Méd. Vét., Dakar.***6**, 133 p.
- Serra M., Trujillo B., Guamis T. et Ferragut V. 2009.**Evaluation of physical properties during storage of set and stirred yogurts made from ultra-high pressure homogenization treated milk. *Food Hydrocoll.* **23**:82-91.
- Seydi Mg. et Ndiae M. 1993.**Acidité et flore microbienne de contamination du lait reconstitué caillé artisanal sénégalais. *Dakar Médical.* **38**(1) :61-67.
- Shahid Y., Masud T. et Tariq A. 2002.** Quality evaluation of market yoghurt/Dahi. *Pakistan Journal of Nutrition.***1** (5):226-230.
- Siebert K.J. 1999.** Modeling the flavor thresholds of organic acids in beer as a function of their molecular properties. *Food Quality and Performance.***10**:129-137.
- Singh Sudheer K., Ahmed Syed U. et Ashok P. 2006.** Yogurt science and technology. 2nd ED. *Cambridge: woodhead Publishing.*
- Solomon A., Golubowicz S., Yablowicz Z., Grossman S., Bergman M., Gottlieb H., Altman A., Kerem Z. et Flaishman M.A. 2006.** Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* **54**: 7717-7723.

- Ongisepp E., Kals J., Kullisaar T., Mandar R., Hutt P. et Zilmer M. 2005.** Evaluation of the functional efficacy of an antioxidative probiotic in healthy volunteers. *Nutrition Journal*. **4**: 22–32.
- Stahl W., Heinrich U., Jungmann H., Sies H. et Tronnier H. 2000.** Carotenoïds and vitamin E protect against ultraviolet light-induced erythema in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, **71**: 795-798.
- Szymański H., Chmeilarczyk A., Strus M., Pejcz J., Jawień M., Kochan P. et Heczko P. B. 2006.** Colonisation of the gastrointestinal tract by probiotic *L. rhamnosus* strains in acute diarrhoea in children. *Digestive and Liver Disease*. **38** (Supplement 2):S274-S276.
- Tamime A.Y. et Deeth H. 1980.** Yogurt: Technology and biochemistry. *Journal of Food and Protection*.**43**: 939-977.
- Tamime A.Y. et Robinson R.K. 2001.** Yoghurt: Science and Technology. 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tamime A.Y., Saarela M., Sondergaard A.K., Mistry V.V. et Shah N.P. 2005.** In: Tamime, A.Y.(Ed.), Production and maintenance of viability of probiotic microorganisms in dairy products. : Probiotic Dairy Products. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.39–72.
- Tellia M., Boudjeh S., Siboukeur O.E.K. et Moulti-Mati F. 2010.** Optimisation des conditions d'extraction des polyphénols de dattes lyophilisées (*Phoenix dactylifera L.*) variété Ghars. *Anales des Sciences et Technologie*.**2(2)** :107-114.
- Teran C.G., Teran-Escalera C.N. et Villarreal P. 2009.** Nitazoxanide vs. probiotics for the treatment of acute rotavirus diarrhoea in children: a randomized single-blind, controlled trial in Bolivian children. *Journal of Infectious Diseases*. **13**:518-523.
- Tomasik P.J. et Tomasik P. 2003.** Probiotics and prebiotics. *Cereal Chemistry*. **80**:113-117.
- Toor R.K., Savage G.P. et Lister C. E. 2006.** Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*.**19**:1-10.
- Toutain G. 1996.** 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, PP 201-205.
- Touzi A. 1997.** Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte", CIHEAM - Options Méditerranéennes. 214p.
- Tremolière J. 1977.** Nutrition. Physiologie, comportement alimentaire. Ed.Donod. 342-348.
- Trois L., Cardoso E.M. et Miura E. 2008.**Use of probiotics in HIV-infected children: a randomized double-blind controlled study. *J. Trop Pediatr*.**54**:19-24.
- Uskova M.A. et Kravchenko L.V. 2009.** Antioxidant properties of lactic acid bacteriaprobiotic and yogurt strains. *Vopr Pitan*.**78**:18–23.
- Vasiljevic T. et Shah N.P. 2008.** Probiotics- from Metchnikoff to bioactives. *International Dairy Journal*. **18**:714-728.
- Vayalil P.K. 2002.** Antioxydant and Antimutagenic Properties of Aqueous Extract of Date Fruit (*Phoenix dactylifera L. Arecaceae*). *Journal of Agricultur Food and Chemistry* **50** (3): 610-617.
- Vignola C.I. 2002.** Science et technologie du lait: transformation du lait. Ed. Lavoisier, Paris, 600p.

- Voca S., Dobricevic N., Dragovic-Uzelac V., Duralija B., Druzic J., Cmelik Z. et Skendrovic B.M. 2008.** Fruit Quality of New Early Ripening Strawberry Cultivars in Croatia. *Journal of Food Technol Biotechnol.***46** (3): 292-298.
- Wang L., Yen J.H., Liang H.L. et Wu M.J. 2003.** Antioxidant effect of methanol extracts from Lotus Pulmule and Blossom (*Nulemb nucifera Gerth*). *Journal of Food and Drug Analysis.* **11**(1): 60-66.
- Yen G. C. et Chen H. Y. 1995.** Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal Agricultural and Food Chemistry.***43**: 27-32.
- Youssif A.K. Benjamin N.D., Kado A., Alddin S.M. et Ali S.M. 1982.** Chemical Composition of four Iraqi Date Cultivars. *Date Palm Journal.* **1** (2): 285-294.
- Zamora G.S., Yahia E.M., Brecht J.K. et Gardea A. 2005.** Effects of postharvest hot air treatments on quality and antioxydant levels in tomato fruit. *Food Science and Technology,* **38**: 65-663.



Annexes

Annexe I

I.1. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

a. Méthode d'extraction des polyphénols de dattes

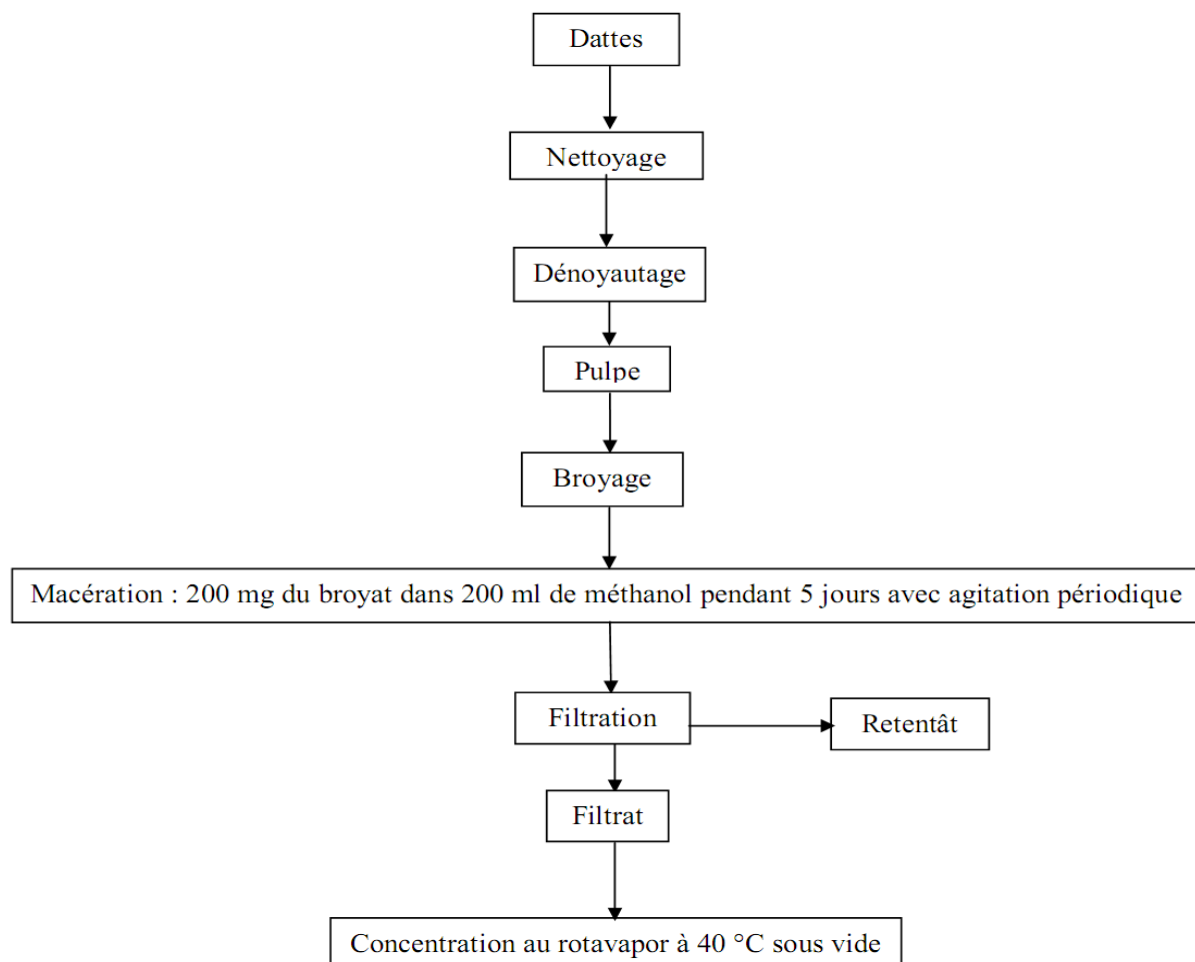


Figure 1: Principales étapes d'extraction des polyphénols de dattes (Owen et Johns, 1999).

b. Préparation de la gamme d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux

200 mg d'acide gallique a été dissous dans 100 ml d'éthanol, soit une solution (S1) avec une concentration de 2 mg/ml. A partir de la solution mère nous avons préparé des dilutions comme suit :

- 5 ml de la solution mère a été prélevé puis ajouté à 5 ml d'eau distillée, ainsi la dilution S/2 a été obtenue ;
- 5 ml de la solution S/2 a été prélevé puis ajouté à 5 ml d'eau distillée, ainsi la dilution S/4 a été obtenue ;
- La même procédure a été effectuée pour les autres dilutions jusqu'à S/256 (Tableau 1).

Tableau 1 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour

| Dilutions | S | S/2 | S/4 | S/8 | S/16 | S/32 | S/64 | S/128 | S/256 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-------|-------|
| Concentrations (mg/ml) | 200 | 100 | 50 | 25 | 12,5 | 6,25 | 3,13 | 1,56 | 0,78 |

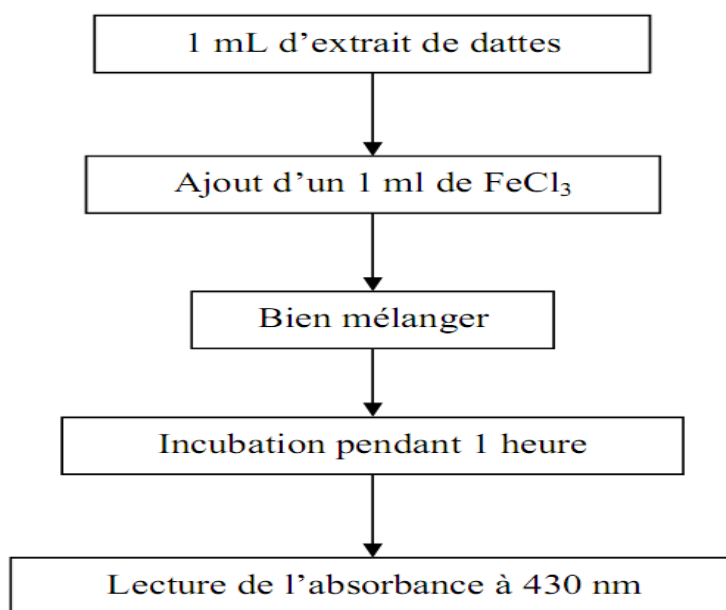
c. dosage des flavonoïdes

La préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes

| Dilutions | S/2 | S/4 | S/8 | S/16 | S/32 | S/64 |
|---|-------|-------|-------|------|------|------|
| Concentrations de quercitine ($\mu\text{g/ml}$) | 25.00 | 16.67 | 10.00 | 5.00 | 2.50 | 0.50 |

Le dosage des flavonoïdes dans l'extrait de dattes est représenté par l'organigramme de la figure suivante :

**Figure 2** : Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes dans l'extrait de dattes (Bahorun et al., 1996).

Les concentrations des dattes en flavonoïdes sont calculées à l'aide de la courbe d'étalonnage présentée dans l'annexe II.

d. Dosage des anthocyanes dans les dattes

La préparation de la courbe d'étalonnage des anthocyanes est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des anthocyanes à l'aide de la méthode utilisant la réaction au bisulfite de sodium

| Anthocyanes en mg / ml | D.O des tubes témoins | D.O des tubes colorés | Différences |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| 375 | 0.450 | 0.020 | 0.430 |
| 187.5 | 0.234 | 0.012 | 0.222 |
| 93.5 | 0.112 | 0.003 | 0.109 |
| 75 | 0.086 | 0.004 | 0.082 |
| 37.5 | 0.042 | 0.002 | 0.040 |

Les concentrations en anthocyanes sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe II).

e. Dosage des proanthocyanidines (tanins condensés).

Le tableau suivant présente la gamme d'étalonnage des tanins condensés

Tableau 4 : La gamme d'étalonnage de la catéchine

| | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Concentration de catéchine (mg/ml) | 0.00 | 0.06 | 0.12 | 0.18 | 0.24 | 0.3 |
| Absorbance à 500nm | 0.00 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.08 | 0.10 |

Les concentrations des dattes en tanins condensés sont calculées en se référant à la courbe d'étalonnage de la catéchine (Annexe II).

I.2. Détermination de la teneur en amidon dans les poudres de dattes

a. Préparation Courbe d'étalonnage de l'amidon

0,5 g d'amidon a été dispersé dans 20 ml d'eau distillée, 80 ml d'eau distillée bouillante ont été additionnés au mélange. Le tout a été agité légèrement et mis à l'ébullition pendant 5 min sur une plaque chauffante pour obtenir une solution d'amidon limpide. Après refroidissement, la solution a été complétée à un volume de 100 ml avec l'eau distillée. La courbe d'étalonnage est établie selon le tableau ci-dessous:

Tableau 5: la courbe d'étalonnage de l'amidon (Siboukeur, 1997)

| Réactif/tube | T=0 (Blanc) | T=1 | T=2 | T=3 | T=4 | T=5 | T=6 | T=7 | T=8 | T=9 | T=10 |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Amidon (5mg/ml) en ml | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| H₂O (ml) | 49 | 48,9 | 48,8 | 4,87 | 4,86 | 48,5 | 48,4 | 48,3 | 48,2 | 48,1 | 48 |
| Réactif I₂/KI (ml) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| concentration d'amidon (mg/ml) | 0 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| Durée d'incubation | 10 minutes avant les lectures des DO _s | | | | | | | | | | |

La lecture des DO est effectuée à 720 nm et à 580 nm. Puis, nous avons tracé la courbe f ([amidon]) =DO₁ pour l'amidon total et une deuxième courbe f ([amidon]) =DO₂, pour l'amylose (Siboukeur, 1997).

La courbe d'étalonnage de l'amidon, et celle de l'amylose et l'amylopéctine sont présentées dans l'annexe II.

Annexe II

II.1. Courbe d'étalonnage du glucose

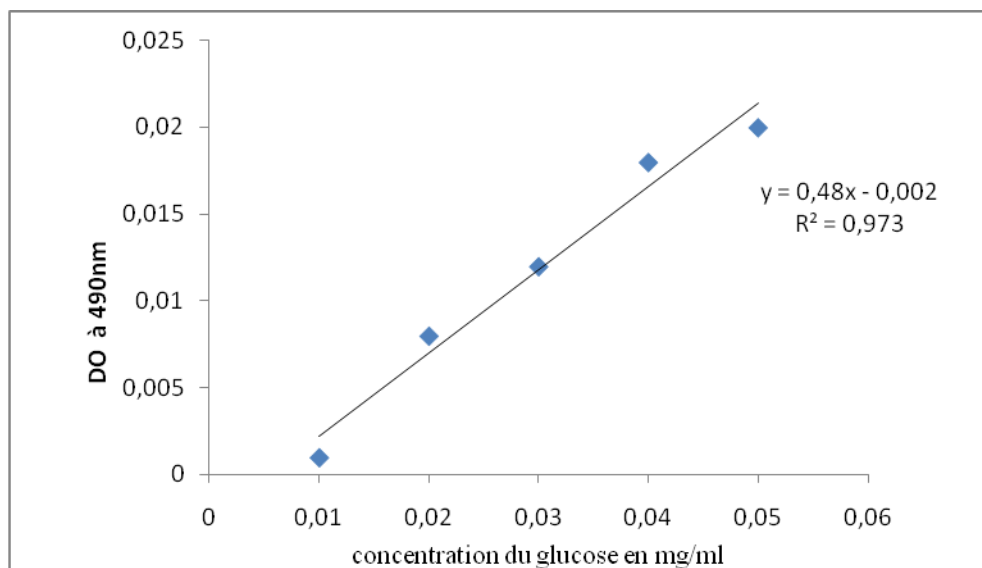


Figure 3 : Courbe d'étalonnage du glucose

II.2. Courbe d'étalonnage de l'amidon

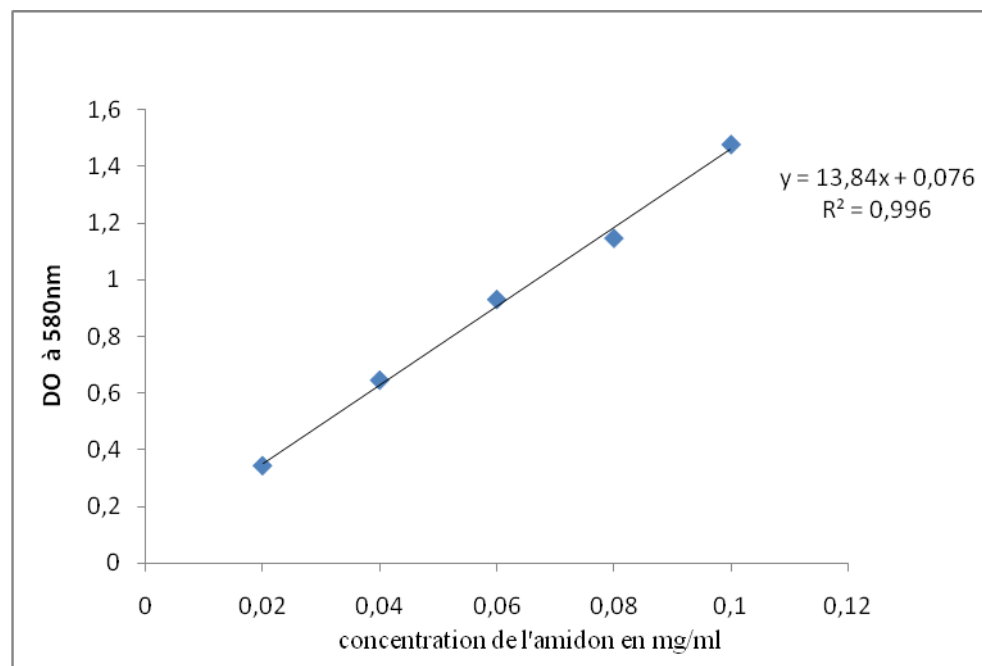


Figure 4 : Courbe d'étalonnage de l'amidon

II.3. Courbe d'étalonnage de l'amylose et l'amylopéctine

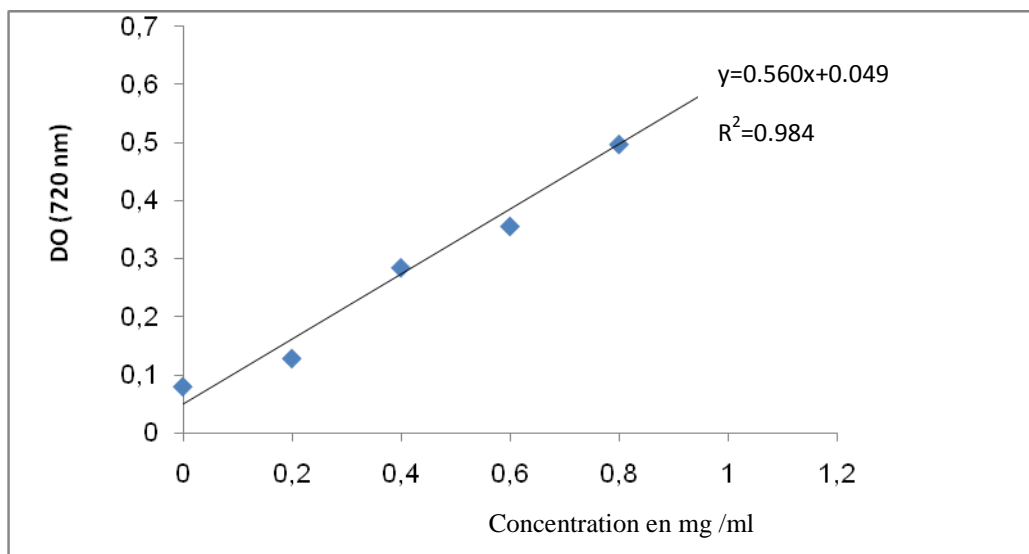


Figure 5 : Courbe d'étalonnage de l'amylose et l'amylopéctine

II.4. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

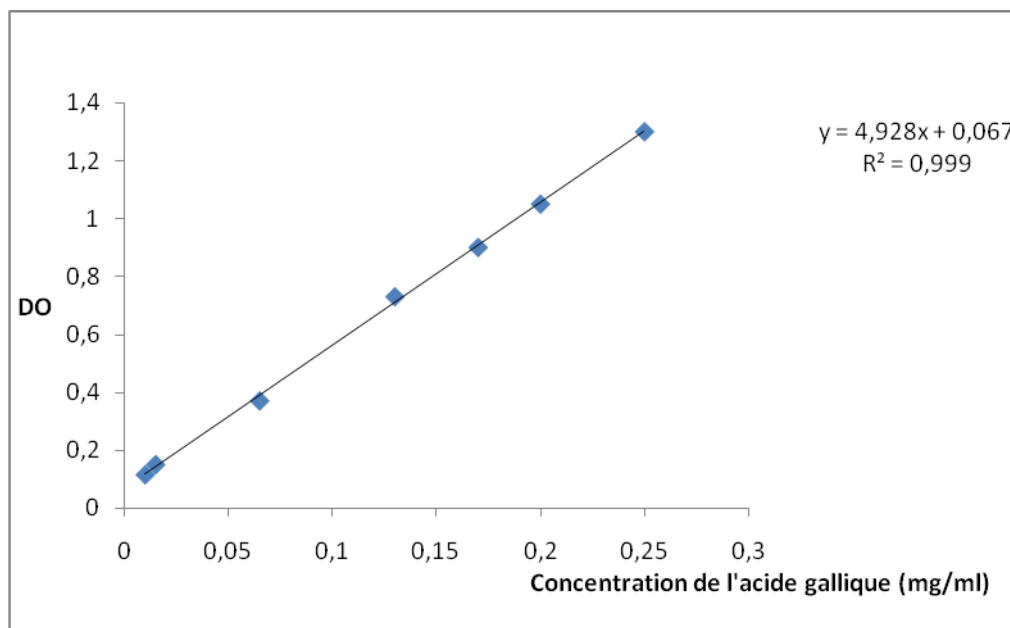


Figure 6 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

II.5. Courbe d'étalonnage de la quercitine

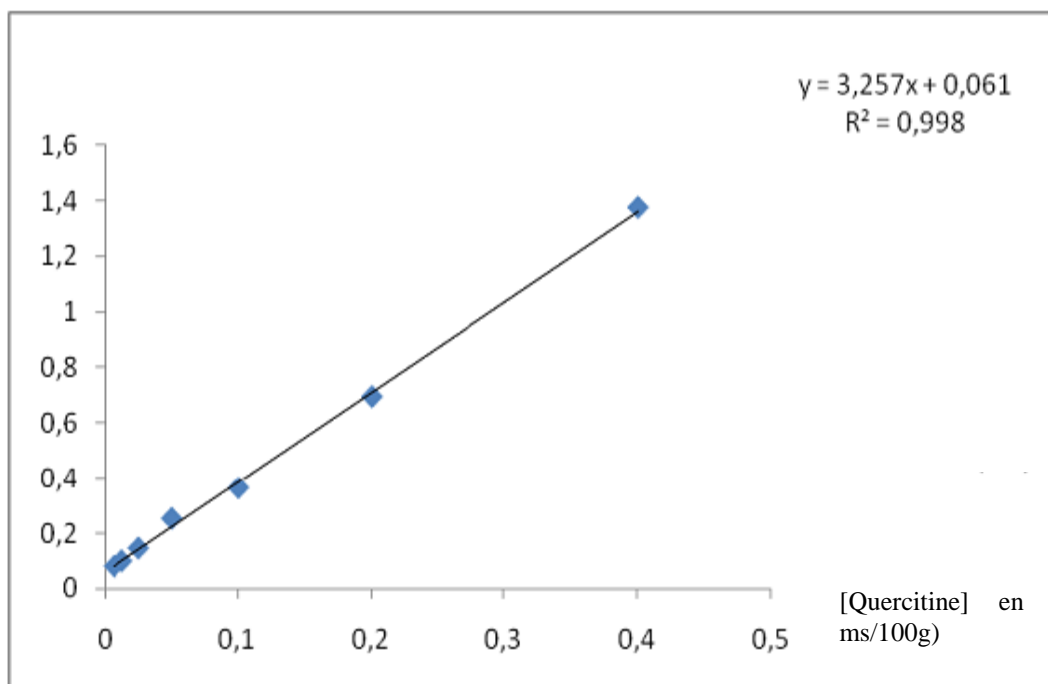


Figure 7 : Courbe d'étalonnage de la quercitine

II.6. Courbe d'étalonnage de la β -carotène

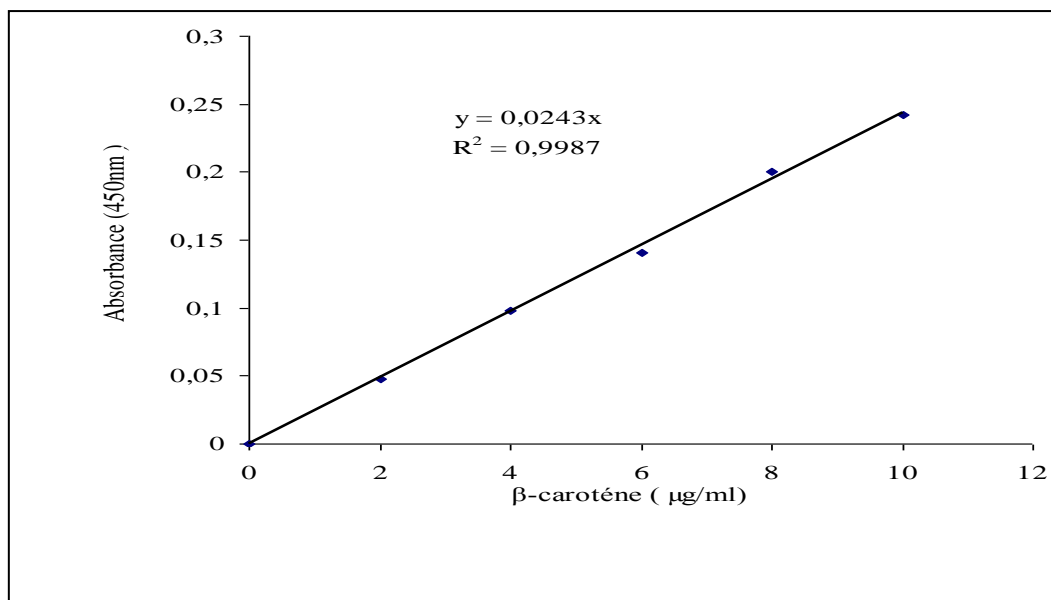


Figure 8 : Courbe d'étalonnage de la β -carotène

II.7. Courbe d'étalonnage de la catéchine

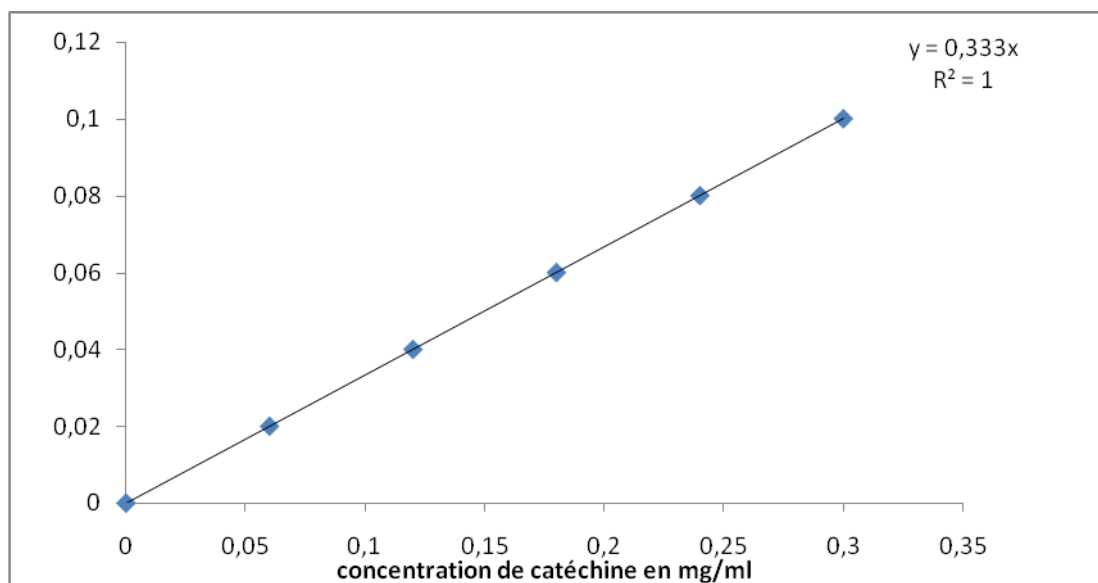


Figure 9 : Courbe d'étalonnage de la catéchine

II.8. Courbe d'étalonnage des anthocyanes

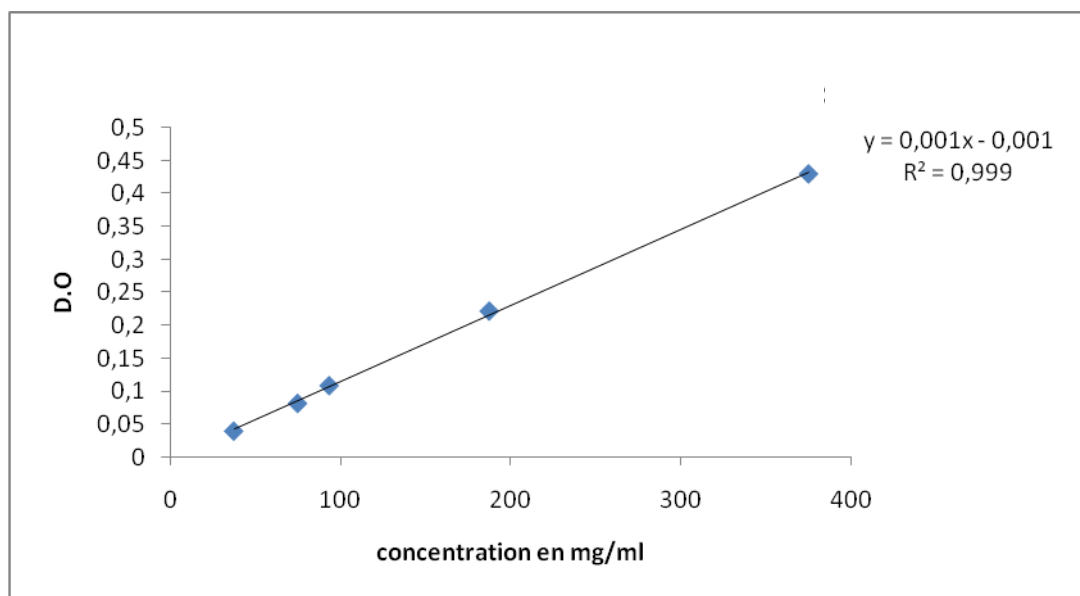


Figure 10 : Courbe d'étalonnage des anthocyanes

Annexe III

Techniques d'analyses microbiologiques

1. Recherche ou dénombrement des germes

- Recherche et dénombrement des staphylocoques

Ils sont recherchés par ensemencement de 0.1ml de la solution mère à la surface du milieu Baird Parker en boîte de Pétri après les avoir revivifiées dans l'eau peptone exempte d'idole pendant 15 min, en suite les incubés pendant 24 à 48h à 37°C (**Campaniello et al., 2005**).

Les staphylocoques donnent des colonies noires brillant avec un halo clair et éventuellement un liseré blanc opaque avec une taille de 0.5 à 2mm. (**Guiraud, 1998**).

- **Recherche des Salmonelles** : Pour la recherche de ces germes, on a fait un pré-enrichissement par ensemencement de deux tubes (pour chaque échantillon) contenant 9 ml d'eau peptonée alcaline par 1 ml du yaourt homogénéisé, les tubes sont incubés à 37°C pendant 24 heures. Après cette période d'incubation, chaque tube présentant un trouble est soumis au test du Gram. (**Guiraud, 1998**).

Annexe IV

Tableau 06 : La composition en acides gras exprimée en % de surface de chromatogramme.

| E | Type d'acides gras | (%) |
|-----------|--|--------------|
| DV | -acide laurique, c'est un acide gras saturé (C ₁₂ :0). | 0.55 |
| | -acide undecanoïque, c'est un acides gras saturé (C ₁₁ :0). | 0.58 |
| | -acide palmitique, c'est un acide gras saturé (C ₁₆ :0). | 4.97 |
| | -acide octadécanoïque (acide linoléique conjugué), c'est un acide gras polyinsaturé. | 10.61 |
| DC | -acide acide caprylique, c'est un acide gras saturé (C ₈ :0) | 0.94 |
| | - acide laurique, c'est un acide gras saturé (C ₁₂ :0). | 0.13 |
| | - acide myristique), c'est un acide gras saturé (C ₁₄ :0). | 0.21 |
| | - acide palmitique), c'est un acide gras saturé (C ₁₆ :0). | 10.51 |
| | -acide octadécadioïque (acide stéarique), c'est un acide gras saturé(C ₁₆ :0). | 14.36 |
| | -acide oléique, c'est un acide gras mono-insaturé (C ₁₈). | 8.65 |
| DB | - acide oléique, c'est un acide gras mono-insaturé (C ₁₈). | 2.69 |
| | -acide linoléique, c'est un acide gras polyinsaturé (C ₁₈). | 1.89 |
| DM | - acide caprylique, c'est un acide gras saturé (C ₈ :0). | 1.01 |
| | -acide laurique, c'est un acide gras saturé (C ₁₂ :0). | 1.18 |
| | -acide hexadécanoïque (acide palmitique), c'est un acide gras saturé (C ₁₆ :0). | 4.99 |

Annexe V

Questionnaire pour l'appréciation de la qualité organoleptique du yaourt

Nom :

Prénom :

Essai n° :

Date :

1) Aspect de la surface

- | | | | | | |
|-----------|--------------------------|--------|--------------------------|----------|-------------------------------------|
| - Sérum | <input type="checkbox"/> | Absent | <input type="checkbox"/> | Présent | |
| - Couleur | <input type="checkbox"/> | Belle | <input type="checkbox"/> | Mauvaise | <input type="checkbox"/> Acceptable |

2) La texture

- | | | | | | |
|---------------|--------------------------|-------|--------------------------|------------|--------------------------------|
| - Consistance | <input type="checkbox"/> | Mou | <input type="checkbox"/> | Ferme | |
| - Onctuosité | <input type="checkbox"/> | Oui | <input type="checkbox"/> | Non | |
| - Légèreté | <input type="checkbox"/> | Léger | <input type="checkbox"/> | Très léger | <input type="checkbox"/> Lourd |

3) La saveur

- | | | | | | |
|----------------|--------------------------|---------|--------------------------|------------|--|
| - Gout | <input type="checkbox"/> | Sucré | <input type="checkbox"/> | Trop sucré | <input type="checkbox"/> Pas du tous sucré |
| - Acidité | <input type="checkbox"/> | Moyenne | <input type="checkbox"/> | Faible | <input type="checkbox"/> Forte |
| - Autre saveur | <input type="checkbox"/> | Doux | <input type="checkbox"/> | Fruit | |

4) L'odeur

- | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|--------|----------------------------------|
| - L'odeur du yaourt | <input type="checkbox"/> | Nulle | <input type="checkbox"/> | Faible | <input type="checkbox"/> Franche |
| - Parfum identifié : | | | | | |

5) Le classement par ordre de préférence :

N.B : le classement sera sur une échelle de 5 points.

1 : points pour le produit non standard, impropre à la consommation.

2 : points pour le produit de qualité insatisfaisante mais d'utilisation possible.

3 : points pour le produit de qualité satisfaisante.

4 : points pour le produit de bonne qualité.

5 : points pour le produit de qualité excellente.

6) Quelle est la raison de votre choix

.....

.....

.....

.....

Résumé

La datte a été, depuis les temps immémoriaux un élément très important dans l'alimentation, tant pour les humains que pour les animaux. Ce travail avait pour objectif la valorisation de dattes non connues des villes côtières (exemple : ville de Jijel) qui sont complètement négligées, par leur incorporation dans la fabrication d'un yaourt étuvé. L'étude de leur composition biochimique indique qu'elles sont riches en eau, en minéraux, en protéines, en solides solubles et en composés phénoliques. L'addition de poudres de dattes au yaourt permet d'obtenir des produits qui ont des odeurs typiques et franches, ainsi des couleurs et des parfums différents. Ces yaourts sont aussi enrichis en minéraux, en protéines, en substances antioxydantes et en solides solubles. L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits de dattes *in-vitro* et *in-vivo* a montré qu'ils ont un pouvoir antioxydant notable. L'activité antibactérienne des extraits méthanoliques de dattes a révélé que ces derniers ont une forte activité inhibitrice vis-à-vis des souches *Escherichia coli* et *Klebsiella* sp, une activité inhibitrice moyenne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, alors qu'ils n'avaient aucun effet inhibiteur sur *Listeria monocytogenes*.

Mots clés : datte, yaourt, poudre de dattes, composés phénoliques, activité antioxydante, activité antibactérienne.

Abstract

Dates have been a very important element in diet since time immemorial, both for humans and animals. This work aimed to highlight the valuation of dates of coastal cities that are not known and completely neglected as incorporated items in the manufacture of steamed yoghurt. The study of their biochemical composition indicates that they are rich of water, minerals, protein, soluble solids and phenolic compounds. The addition of powders of dates in the preparation of yogurt leads to get typical odour and different colours and tastes. These yoghurts are also rich of minerals, protein, antioxidants and soluble solids. The evaluation of the antioxidant activity of extracts from dates in vitro and in vivo shows that they have a significant antioxidant power. The antibacterial activity of methanol extracts of dates has revealed that they have a strong inhibiting activity against *Escherichia coli* and *Klebsiella* sp., average inhibiting activity against *Staphylococcus aureus* and *Bacillus subtilis*. Hence, they had no inhibiting effect on *Listeria monocytogenes*.

Key words: date, yoghurt, powders of dates, phenolic compounds, antioxidant activity, antibacterial activity.

ملخص

يعد التمر عنصرا هاما جدا في التغذية سواء عند الإنسان أو الحيوان. يهدف هذا العمل إلى إعطاء قيمة للتمر غير المعروفة والمهملة كليا للمناطق الساحلية (مثلا : منطقة جيجل). وذلك بإضافتها عند تحضير الزبادي. إن دراسة تركيبها البيوكيميائية بينت غناها بالماء, المواد المعدنية, البروتينات, المواد الصلبة الذائبة والمركبات الفينولية. لقد مكنت إضافة فريضة التمر إلى الزبادي من الحصول على زبادي ذو رائحة خاصة وكذلك ذوا ألوان و نكهات مختلفة. هذا الزبادي غني أيضا بالمواد المعدنية, البروتينات, مضادات الأكسدة و المواد الصلبة الذائبة. إن دراسة النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات التمر في المخبر و على فئران التجارب بينت بان لديها نشاط ضد تأكسدي معتبر. وقد بينت دراسة النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات الكحولية للتمر بان هذه الأخيرة تملك قوة مثبطة فعالة ضد كلا من *Escherichia coli* و *Klebsiella* sp. وقوة مثبطة معتدلة ضد *Bacillus subtilis* و *Staphylococcus aureus*, لكن ليس لهم أي نشاط مثبط اتجاه *Listeria monocytogenes*

الكلمات المفتاح: التمر، فرينة التمر، الزبادي، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا.