

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologie



THESE DE DOCTORAT

Spécialité : Sciences de la nature et de la vie

Option : Biotechnologie végétale et Agro-alimentaire

**INFLUENCE D'EMBALLAGES POUR ATMOSPHERES MODIFIEES
ET CONTROLEES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET
NUTRITIONNELLE DE DATTES EN COURS DE STOCKAGE**

Présentée et soutenue publiquement par ;

MAROUF ARIBI Mohamed

Devant le jury composé de :

M. BENCHABANE Messaoud	Professeur USD Blida 1	Président
M. RIBA Amar	Professeur UMB Boumerdes	Examineur
Mme. AMELLAL CHIBANE Hayet	Professeur UMB Boumerdes	Examineur
M. KHALI Mustapha	MCA USD Blida 1	Directeur de thèse
Mme. BOUTEKRABT Lynda	Professeur USD Blida 1	Co- Directrice de thèse

Blida, Juin 2021

تأثير عبوة الغلاف المعدلة (MAP) و (CAP) على الجودة الكيميائية والتغذية للتمور أثناء التخزين.

ملخص:

يتم جني التمر دقلة نور واستهلاكه بشكل تقليدي في مرحلة النضج الكاملة "تمر" التي تتميز بنوعية غذائية مهمة. تشارك العديد من العوامل المختلفة في تدهور نوعيته بسبب التغيرات الفيزيائية-الكيميائية والفسولوجية والميكروبية والحسية. تكنولوجيا MAP قادرة على تقليل بعض هذه المشاكل، مع زيادة مدة الحفظ بشكل رئيسي عن طريق تثبيط النشاط التنفسي و الميكروبيولوجي.

ركز هذا العمل على تقليل التركيز الميكروبي الأولي والنشاط التنفسي للتمور من خلال عملية ما بعد الجني للمعالجة الحرارية بمفردها أو مجتمعة (تغليف PET- المعالجة الحرارية) ، ثم من ناحية أخرى ، إطالة عمر التمور من خلال دراسة التغيرات في الجودة الفيزيائية- الكيميائية البيوكيميائية والمكروبيولوجية للتمور من خلال تأثير ثلاثة عوامل بيئية ، المعالجة الحرارية ، غلاف العبوة المعدلة (التعليب المعدل). تمت دراسة تأثير عبوة PET على الجودة الفيزيائية- الكيميائية البيوكيميائية والمكروبيولوجية و فسيولوجيا دقلة نور ما بعد جني التمور أثناء التخزين في ظروف تخزين مختلفة (22 درجة مئوية \pm 1 درجة مئوية و 75-80% كمعدل رطوبة، 10 درجة مئوية \pm 2 درجة مئوية و 85-90% كمعدل رطوبة). وجدنا أن عبوة PET قللت من معدل التنفس أثناء التخزين. أظهر تركيز الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون في العينات المخزنة تحت PET (عند 22 درجة مئوية \pm 1 درجة مئوية) بعد الجني في مرحلة تمر انخفاضًا حادًا في الأوكسجين (من 20,25% إلى 12,86%). كذلك، عبوات PET قللت من تركيز ثاني أكسيد الكربون بعد 7 ساعات من التخزين مقارنة بعينة الشاهد. بعد الجني، أظهرت ثمار التمور تنفس غير كلي نموذجي (أقل من 5 ملي مول O_2 كغ⁻¹ .س⁻¹) وإنتاج منخفض للإيثيلين، وبالتالي مع نشاط أيضي منخفض للغاية. كانت خسائر البروتين والدهون والكربوهيدرات مستقرة بشكل عام خاصة في التمور المعالجة بالحرارة المعبأة أو غير المعبأة تحت MAP عند 10 درجة مئوية، وتظل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتمور المعالجة معبأة في درجة حرارة الغرفة ثابتة للغاية خلال فترة التخزين. تم تقليل التركيز الميكروبي، وخاصة انتشار الخميرة والعفن للتمور المخزنة في درجة حرارة الغرفة من 230 UFC/مل إلى 0 UFC/مل وعند 10 درجة مئوية من 8×10³ UFC/مل إلى 23×10³ UFC/مل. الجمع بين المعالجة بالحرارة والتغليف MAP تحت التخزين البارد (10 درجة مئوية \pm 2 درجة مئوية)، هو وسيلة الحفظ التي تضمن أفضل المعايير الغذائية والميكروبيولوجية والفسولوجية للتمور المخزنة تحت الغلاف المعدل عن طريق الحد من نشاطها التنفسي من 7.81^{E-03} ملي مول O_2 كغ⁻¹ .س⁻¹ إلى 6.26^{E-03} ملي مول O_2 كغ⁻¹ .س⁻¹. توفر تمور دقلة نور ، المعبأة في عبوات PET، سعة تخزين ممتازة تتجاوز الخمسة أشهر التي تم اختبارها. سلطت هذه الدراسة الضوء على اهتمام المعالجة الحرارية المفردة أو المجمعة مع MAP للحفاظ على التمور مع الحد من الخسائر في جودتها، علاوة على ذلك، فإن التأثير التثبيطي للنمو الميكروبي فعال للغاية وبدى أن التغليف تحت MAP عند درجة حرارة 10 درجة مئوية مناسب للحفاظ على التمور.

الكلمات المفتاحية : التمور، العبوة، الغلاف المعدل ، التخزين، التركيب ، النشاط التنفسي.

Influence d'emballages pour atmosphères modifiées et contrôlées sur la composition chimique et nutritionnelle de dattes en cours de stockage.

Résumé

La datte *Deglet-Nour* est traditionnellement récoltée et consommée au stade de maturité complet « *Tamar* » caractérisé par une qualité nutritionnelle importante. De nombreux facteurs différents sont impliqués dans la dégradation de sa qualité due aux changements physique, chimique, physiologiques, microbiens et organoleptiques. La technologie MAP est capable de minimiser certains de ces problèmes dans le but d'augmenter la durée de la conservation essentiellement par l'inhibition des activités respiratoires et microbiologiques. Ce travail s'est intéressé à, d'une part réduire la charge microbienne initiale et l'activité respiratoire des dattes par une opération post-récolte de traitement thermique seul ou combiné (thermisation-emballage PET), puis d'autre part, à prolonger la durée de vie des dattes en étudiant les variations de la qualité physico-chimique, biochimique et microbiologique des dattes par l'effet de trois facteurs environnementaux, la température, la thermisation et l'atmosphère modifiée (emballage sous atmosphère modifiée). L'effet des emballages en PET sur la qualité physico-chimique, biochimique, microbiologique et la physiologie post-récolte des dattes *Deglet-Nour* (*Phoenix dactylifera* L.) pendant la conservation a été étudié dans différentes conditions de stockage ($22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et 75-80% HR, $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et 85-90% HR). Nous avons constaté que les emballages en PET limitaient l'intensité respiratoire pendant le stockage. La teneur en oxygène et en CO_2 des échantillons stockés sous PET (à $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) après la récolte au stade *Tamar* a connu une forte diminution en oxygène (de 20,25% à 12,86%). De même, les emballages en film PET ont limité la concentration en CO_2 dégazé après sept heures de stockage par rapport à l'échantillon témoin. Après la récolte, les dattes montraient une respiration typique des fruits non climactériques (moins de $5 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) et une faible production d'éthylène, donc avec une activité métabolique très faible. Les pertes en protéines, en lipides et en glucides sont en général stables particulièrement dans les dattes thermisées emballées ou non stockées à (10°C) et les caractéristiques physico-chimiques des dattes traitées emballées à température ambiante demeurent très stables pendant la période de stockage. La charge microbienne est réduite, notamment la prolifération de levures et moisissures pour les dattes stockées à température ambiante (de 230 UFC/ml à 0 UFC/ml) ainsi qu'à (10°C) (de 23×10^3 UFC/ml à 8×10^3 UFC/ml). La combinaison Thermisation-Emballage et froid ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), est une méthode de conservation assure une qualité nutritionnelle, microbiologique et physiologique optimale pour les dattes emballées sous atmosphères modifiées en limitant leur activité respiratoire (de $7.81^{\text{E-03}}$ mmoles $\text{O}_2 \text{ Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ à $6.26^{\text{E-03}}$ mmoles $\text{O}_2 \text{ Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). Les dattes *Deglet-Nour*, conditionnées dans un emballage en PET, offrent une excellente capacité de stockage au-delà des cinq mois testés. Cette étude a mis en évidence l'intérêt d'un traitement thermique seul ou combiné pour la conservation des dattes tout en limitant les pertes de sa qualité; de plus l'effet inhibiteur MAP sur la croissance de la flore microbienne est très efficace, et un conditionnement sous MAP à (10°C) semble pertinent pour la conservation de la datte.

Mots clés : dattes, emballages, atmosphères modifiées, stockage, composition, activité respiratoire.

Effect of Modified and Controlled Atmospheres Packaging on the chemical and nutritional quality of date during storage.

Summary

The Deglet-Nour date is traditionally harvested and consumed at the full maturity stage "Tamar" characterized by an important nutritional quality. Many different factors are involved in the degradation of its quality due to physical, chemical, physiological, microbial and organoleptic changes. The MAP technology is able to minimize some of these problems in order to increase the duration of preservation mainly by inhibiting respiratory and microbiological activity. This work focused on reducing the initial microbial load and the respiratory activity of the dates by a post-harvest operation of heat treatment alone or combined (thermisation-PET packaging), then on the other hand, a prolonging the life of dates by studying changes in the physico-chemical, biochemical, and microbiological quality of dates by the effect of three environmental factors, temperature, thermization and modified atmosphere (modified atmosphere packaging). The effect of PET packaging on the physico-chemical, biochemical, microbiological quality and post-harvest physiology of Deglet-Nour dates (*Phoenix dactylifera* L.) during storage was studied under different storage conditions ($22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and 75-80% RH, $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and 85-90% RH). We found that PET packaging limited breathing intensity during storage. The oxygen and CO_2 content of the samples stored under PET (at $22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) after harvest at the Tamar stage showed a sharp decrease in oxygen (from 20.25% to 12.86%). PET film packaging also limited the degassed CO_2 concentration after seven hours of storage compared to the control sample. After harvest, dates showed typical non-climacteric fruit respiration (less than $5 \text{ mmol O}_2 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) and low ethylene production, thus with very low metabolic activity. Losses of protein, lipid and carbohydrate fraction are generally stable particularly in thermised dates packaged or not stored at (10°C) and the physicochemical characteristics of treated dates packed at room temperature remain very stable during the storage period. The microbial load is reduced, especially the proliferation of yeast and molds for dates stored at room temperature (from 230 CFU/ml to 0 CFU/ml) and at (10°C) (from 23×10^3 CFU/ml to 8×10^3 CFU/ml). The combination of Thermization-Packaging and cold storage ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), is a preservation method that ensures optimal nutritional, microbiological and physiological quality for dates packaged under modified atmospheres by limiting their respiratory activity (from $7.81 \text{E-}03 \text{ mmoles O}_2 \text{ Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ to $6.26 \text{E-}03 \text{ mmoles O}_2 \text{ Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). Deglet-Nour dates, packaged in PET packaging, offer excellent storage capacity beyond the five months tested. This study has highlighted the interest of a single or combined heat treatment for the conservation of dates while limiting the losses of its quality; moreover, the MAP inhibitory effect on the growth of the microbial flora is very effective and packaging under MAP at (10°C) seems relevant for the conservation of the date.

Keywords: dates, packaging, modified atmospheres, storage, composition, respiratory activity.

Remerciements

Tout d'abord je rends grâce à Allah de m'avoir donné la vie, la force nécessaire pour réaliser ce travail. Louange à Allah, tout puissant, clément et miséricordieux. Un travail de thèse est le fruit d'un travail collectif. Je tiens à remercier ici toutes les personnes m'ayant aidé de près ou de loin. Notre prophète Mohammed -que le salut soit sur lui- a dit « celui qui ne remercie les gens, ne peut remercier dieu ».

- ❖ J'aimerais en tout premier lieu adresser ma plus sincère gratitude à mon directeur de thèse, **Monsieur KHALI Mustapha**, un homme de science passionné, dévoué et perspicace qui a à cœur la formation et la réussite de ses disciples. Mille mercis pour votre soutien, votre confiance inébranlable. Je tiens aussi à remercier **Professeur BOUTEKRABT Lynda** de son soutien et son suivi de mon travail.
- ❖ J'exprime ma reconnaissance à Monsieur le **Professeur AIDER Mohammed** qui a eu l'amabilité et fait l'honneur d'accepter le stage d'une partie de mon travail à **l'université LAVAL au Canada**.
- ❖ J'exprime ma reconnaissance à Monsieur le **Professeur BENCHABANE** qui a eu l'amabilité et fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.
- ❖ J'exprime ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements à **Monsieur RIBA Amar (Professeur. UMB Boumerdes)** et à **Madame AMELLAL CHIBANE Hayet (Professeur. UMB Boumerdes)** qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'être examinateurs de ce travail.
- ❖ J'exprime ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements à tous mes enseignants depuis le cycle primaire jusqu'au le cycle universitaire.
- ❖ À mon ami Ahmed TOUATI, un simple merci ne serait pas suffisant pour traduire ce que je te dois pour l'amitié sincère que tu m'as toujours témoignée.
- ❖ À tous mes amis, je n'ai jamais oublié tous les bons moments que l'on a passés ensemble.
- ❖ Merci à tous ceux qui ont cru, croient et croiront toujours en moi : ma mère Souad, mon père Kamel, mes soeurs et mon frère. Leur soutien indéfectible, leur appui à mes projets m'incitent à continuer et à réaliser tous mes rêves.
- ❖ À toute ma famille.
Une pensée toute particulière à mon frère, Abdelkader en espérant que ce modeste travail te donnera du courage quand viendra ton tour.

Cette thèse est aussi la vôtre. Et elle est terminée ! Mais, la Recherche, elle, continue...

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

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

Ma femme, ma fille Ranim

Mon frère Abdelkader

Mes sœurs : Mme Mekraoui Mounira et Mme Merbah Iméne

Toute ma famille

Tous mes amis (es)

TABLES DES MATIERES

RESUME.....	2
REMERCIEMENTS.....	5
TABLES DES MATIERES.....	7
Liste des illustrations, graphiques et tableaux.....	11
Liste des symboles et des abréviations.....	17
INTRODUCTION GENERALE.....	18

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 : DESCRIPTION DU FRUIT DATTIER (*Phoenix Dactylifera L.*).

1.1. Introduction.....	19
1.2. La maturation des dattes.....	20
1.3. Les stades de maturité des dattes.....	20
1.4. Les caractéristiques biochimiques et physicochimiques des dattes.....	21
1.5. Dépréciation de la qualité des dattes.....	22
1.6. Troubles de la qualité des dattes en poste-récolte.....	22

CHAPITRE 2 : TRAITEMENT THERMIQUE ET EMBALLAGE SOUS ATMOSPHERE MODIFIEE DU FRUIT DATTIER EN POSTE-RECOLTE.

2.1. Introduction.....	28
2.2. Conditionnement et stockage des dattes.....	29
2.3. Les traitements appliqués pour diminuer les principales altérations des fruits de dattes.....	29
2.4. Les traitements thermiques : une alternative aux méthodes de conservation.....	32
2.5. Influence des traitements thermiques sur la qualité des fruits entiers.....	33
2.6. Effets des traitements thermiques sur la qualité des dattes.....	34

PARTE II : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 3 : EFFETS DE LA THERMISATION SUR LES CRITERES DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE, NUTRITIONNELLE ET MICROBIOLOGIQUE DES DATTES DEGLET NOUR.

3.1. Introduction.....	35
------------------------	----

3.2. Matériel et méthodes.....	36
3.2.1. Matériel végétal.....	36
3.2.2. Thermisation.....	36
3.2.3. Constitution des lots expérimentaux.....	36
3.2.4. Analyses physico-chimiques, nutritionnelles et microbiologiques de la datte.....	36
3.2.4.1. Analyses physiques des dattes.....	36
3.2.4.2. Analyses chimiques des dattes.....	37
3.2.4.3. Caractéristiques biochimiques des dattes.....	41
3.2.4.4. Caractéristiques microbiologiques des dattes.....	43
3.2.5. Analyses sensorielles des dattes.....	44
3.2.6. Traitement statistique des données.....	46
3.3. Résultats et discussion.....	46
3.3.1. Caractérisation morphologique des échantillons de datte.....	46
3.3.2. Caractérisation physico-chimique, biochimique et microbiologiques de la datte.....	49
3.3.3. Etude de l'effet de la thermisation sur la composition physico-chimique et biochimique des dattes.....	49
3.3.3.1. Effet de la thermisation sur le pH.....	50
3.3.3.2. Effet de la thermisation sur la teneur en eau.....	53
3.3.3.3. Effet de la thermisation sur l'acidité.....	56
3.3.3.4. Effet de la thermisation sur la fraction glucidique.....	59
3.3.3.5. Effet de la thermisation sur l'indice de qualité (r).....	66
3.3.3.6. Effet de la thermisation sur la teneur en protéines.....	67
3.3.3.7. Effet de la thermisation sur la teneur en lipides.....	69
3.3.3.8. Effet de la thermisation sur la teneur en vitamine C.....	71
3.3.3.9. Effet de la thermisation sur le taux de cendres.....	73
3.3.4. Caractéristiques microbiologiques des dattes étudiées.....	75
3.3.5. Résultats du test sensoriel hédonique.....	81
3.3.6. Conclusion.....	85

CHAPITRE 4 : EFFETS DE LA COMBINAISON THERMISATION-ATMOSPHERES MODIFIEES SUR LES CRITERES DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE, NUTRITIONNELLE ET MICROBIOLOGIQUE DES DATTES DEGLET NOUR.

4.1. Introduction.....	87
4.2. Matériel et méthodes.....	88

4.2.1. Constitution des lots expérimentaux homogènes, et stockage des échantillons de datte.....	88
4.2.2. Création d'un emballage adapté à l'aide d'un film en PET pour atmosphère modifiée (par voie passive), et confection des boîtes expérimentales.....	90
4.2.2.1. Méthodes de création d'AM.....	90
4.2.2.2. Montage de boîtes expérimentales.....	90
4.2.3. Instrument de dosage de la concentration des gaz, et contrôle du profil respiratoire de la datte après récolte.....	91
4.2.4. Détermination de l'intensité respiratoire des dattes.....	93
4.2.5. Analyses physico-chimiques de la datte.....	94
4.2.6. Détermination du taux d'infestation.....	94
4.2.7. Analyses biochimiques de la datte.....	94
4.2.8. Les analyses microbiologiques et traitement statistique des données.....	94
4.2.9. Analyses sensorielles des dattes.....	94
4.3. Résultats et discussion.....	96
4.3.1. Etude du potentiel de respiration (profil respiratoire) de la datte (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) en fonction de son stade post-récolte.....	96
4.3.1.1. Changement de la concentration en O ₂ et CO ₂ après récolte au stade «Tamar».....	96
4.3.1.2. Evolution physiologique de la datte (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) en conservation selon son stade post-récolte «Tamar».....	97
4.3.1.2.1. Vitesse d'évolution des dattes (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) en post-récolte.....	97
4.3.1.2.2. Evolution de la concentration en O ₂ et CO ₂ et de l'intensité respiratoire des dattes (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) emballées sous MAP (par voie passive) en cours de la conservation.....	101
4.3.2. Influence de la combinaison thermisation-emballage en PET pour atmosphères modifiées (par voie passive) sur la qualité des dattes au cours du stockage.....	109
4.3.2.1. Etude comparative et variabilité des paramètres morphologiques des échantillons de dattes (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) thermisées et emballées sous MAP (par voie passive) au cours de conservation.....	110
4.3.2.1.1. Longueur et la largeur de la datte.....	110
4.3.2.1.2. Poids total et du noyau de la datte.....	112

4.3.2.1.3. Rapport de qualité R.....	114
4.3.2.2. Caractérisation de la qualité physico-chimique et nutritionnelle de la datte (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) thermisées et emballées sous MAP (par voie passive) en conservation post-récolte.....	116
4.3.2.2.1. pH.....	116
4.3.2.2.2. Acidité titrable.....	118
4.3.2.2.3. Infestation.....	120
4.3.2.2.4. Teneur en eau.....	121
4.3.2.2.5. Degré Brix.....	124
4.3.2.2.6. Sucres totaux et réducteurs.....	125
4.3.2.2.7. Saccharose.....	128
4.3.2.2.8. Taux d'inversion.....	129
4.3.2.2.9. Vitamine C.....	131
4.3.2.2.10. Protéines.....	132
4.3.2.2.11. Lipides.....	134
4.3.2.2.12. Taux de cendres.....	135
4.3.2.3. Caractéristiques microbiologiques des dattes étudiées.....	136
4.3.2.3.1. Flore aérobie mésophile totaux (FAMT).....	138
4.3.2.3.2. Levures et moisissures.....	139
4.3.2.4. Résultats de l'analyse sensorielle des échantillons de dattes (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) au cours de stockage.....	142
4.3.2.5. Les paramètres de la production et étude de la rentabilité économique des dattes (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) thermisées et emballées sous MAP (par voie passive) à l'aide d'un film en PET.....	146
4.3.2.5.1. Le rôle du seuil de rentabilité.....	146
4.3.2.5.2. Les éléments du calcul du seuil de rentabilité.....	146
4.3.2.5.3. Les formules du calcul du seuil de rentabilité.....	147
4.3.2.5.4. Calcul du seuil et analyse de la rentabilité économique des productions.....	148
4.4. Conclusion.....	149
CONCLUSION GENERALE.....	153
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	155
ANNEXES.....	173

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1 : Caractéristiques morphologiques des organes de fructification de la variété <i>Deglet-Nour</i> Algérienne	19
Figure 1.2 : Évolution biochimique (Zaid et Arias Jiménez, 1999), et physiologique de la datte au cours de la maturation	21
Figure 1.3 : Réaction générale de l'oxydation des polyphénols, et bilan réactionnel des étapes du brunissement enzymatique.....	24
Figure 1.4 : Aspect des dattes fraîchement récoltées (à gauche), et aspect des dattes après conservation (à droite).....	24
Figure 1.5 : Schéma général des étapes de réactions de Maillard impliquées dans le brunissement non enzymatique.....	25
Figure 2.1 : Schéma des échanges gazeux dans un Emballage sous Atmosphère Modifiée (EAM) passif.....	30
Figure 3.1.a : Variation des valeurs du pH en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	51
Figure 3.1.b : Variation des valeurs du pH en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	52
Figure 3.2.a : Variation des valeurs de la teneur en eau en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	54
Figure 3.2.b : Variation des valeurs de la teneur en eau en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	55
Figure 3.3.a : Variation des valeurs l'acidité en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	57
Figure 3.3.b : Variation des valeurs de l'acidité en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	58
Figure 3.4.a : Variation des valeurs de sucres totaux en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	59
Figure 3.4.b : Variation des valeurs de sucres totaux en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	60
Figure 3.5.a : Variation des valeurs de sucres réducteurs en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	63
Figure 3.5.b : Variation des valeurs de sucres réducteurs en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	63
Figure 3.6.a : Variation des valeurs de saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	64

Figure 3.6.b : Variation des valeurs de saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	65
Figure 3.7.a :Variation des valeurs de taux d'inversion du saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	66
Figure 3.7.b :Variation des valeurs de taux d'inversion du saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	66
Figure 3.8.a : Variation des valeurs de l'indice de qualité r en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	67
Figure 3.8.b : Variation des valeurs de l'indice de qualité r en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	67
Figure 3.9.a : Variation des valeurs de la teneur en protéines en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	68
Figure 3.9.b : Variation des valeurs de la teneur en protéines en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	68
Figure 3.10.a : Variation des valeurs de la teneur en lipides en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	70
Figure 3.10.b : Variation des valeurs de la teneur en lipides en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	71
Figure 3.11.a : Variation des valeurs de la teneur en Vitamine C en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	72
Figure 3.11.b :Variation des valeurs de la teneur en Vitamine C en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	72
Figure 3.12.a : Variation des valeurs du Taux de Cendres en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.....	74
Figure 3.12.b : Variation des valeurs du Taux de Cendres en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.....	74
Figure 3.13.a : Evolution de la FAMT au cours de la conservation de dattes stockées à température ambiante (22°C).....	77
Figure 3.13.b : Evolution de la FAMT au cours de la conservation de dattes stockées à température basse (10°C).....	77
Figure 3.14.a : Evolution des levures au cours de la conservation des dattes stockées à température ambiante (22°C)....	78

Figure 3.14.b : Evolution des levures au cours de la conservation de dattes stockées à température basse (10°C).....	78
Figure 3.15.a : Evolution des moisissures au cours de la conservation de dattes stockées à température ambiante (22°C).....	78
Figure 3.15.b : Evolution des moisissures au cours de la conservation de dattes stockées à température basse (10°C).....	79
Figure 4.1 : Diagramme de constitution des lots expérimentaux.....	89
Figure 4.2 : Boîte expérimentale en position horizontale, et verticale haute.....	91
Figure 4.3 : Boîte expérimentale après montage.....	91
Figure 4.4 : Analyseur portable O ₂ ou O ₂ /CO ₂ pour le contrôle des produits sous atmosphère modifiée (MAP).....	92
Figure 4.5 : Bocal pour le dosage de la concentration des gaz émis par les dattes étudiées.....	93
Figure 4.6 : Consommation de CO ₂ et d'O ₂ des dattes en fonction du temps à (22°C) ±1°C et 75-80% HR.....	97
Figure 4.7 : Éthylène émis à partir des dattes observées en post-récolte.....	99
Figure 4.8 : Intensité respiratoire à partir des dattes observées après la récolte.....	100
Figure 4.9 : Evolution de la concentration en O ₂ et CO ₂ des dattes conservées à température ambiante (22°C ±1°C/75-80% HR) (Test I- en bas de la figure), et à basse température (10°C ±2°C/85-90% HR) (Test II- en haut de la figure) en fonction du temps.....	102
Figure 4.10 : Taux de consommation d'O ₂ et CO ₂ (intensité respiratoire) des fruits de dattes en fonction du temps, à température ambiante (22°C ±1°C et 75-80% HR) (Test I- en bas de la figure) et à faible température (10°C ±2°C et 85-90% HR) (Test II - en haut de la figure).....	105
Figure 4.11.a : Evolution de la longueur (mm) des dattes stockées à température ambiante à (22°C) (Essai I).....	111
Figure 4.11.b : Evolution de la longueur (mm) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	111
Figure 4.12.a : Evolution de la largeur (mm) des dattes stockées à température ambiante à (22°C) (Essai I).....	112
Figure 4.12.b : Evolution de la largeur (mm) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	112
Figure 4.13.a : Evolution de la perte de poids total (g) des dattes stockées à température ambiante à (22°C) (Essai I).....	113
Figure 4.13.b : Evolution de la perte de poids total (g) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	113
Figure 4.14.a : Evolution de la perte de poids du noyau (g) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	114
Figure 4.14.b : Evolution de la perte de poids du noyau (g) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	114
Figure 4.15.a : Evolution du rapport de qualité R (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	115

Figure 4.15.b : Evolution du rapport de qualité R (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	115
Figure 4.16.a : Evolution du pH des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	117
Figure 4.16.b: Evolution du pH des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	117
Figure 4.17.a : Evolution de l'Acidité (g/100g MF) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	119
Figure 4.17.b : Evolution de l'Acidité (g/100g MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	119
Figure 4.18.a : Evolution du taux d'infestation (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	120
Figure 4.18.b : Evolution du taux d'infestation (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	120
Figure 4.19.a : Evolution du taux d'Humidités (%MF) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	122
Figure 4.19.b : Evolution du taux d'Humidités (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	122
Figure 4.20.a : Evolution du Degré Brix (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	125
Figure 4.20.b : Evolution du Degré Brix (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	125
Figure 4.21.a : Evolution des Sucres Totaux (%MF) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	126
Figure 4.21.b : Evolution des Sucres Totaux (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	126
Figure 4.22.a : Evolution des Sucres Réducteurs (%MF) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	127
Figure 4.22.b : Evolution des Sucres Réducteurs (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	127
Figure 4.23.a : Evolution de l'Indice r des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	127
Figure 4.23.b : Evolution de l'Indice r des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	127
Figure 4.24.a : Evolution de Saccharose (%MF) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	128
Figure 4.24.b : Evolution de Saccharose (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	128
Figure 4.25.a : Evolution du Taux d'Inversion des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	129
Figure 4.25.b : Evolution du Taux d'Inversion des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	129
Figure 4.26.a : Evolution de la Vitamines C (mg/100g MF) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	131
Figure 4.26.b : Evolution de de la Vitamines C (mg/100g MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	131

Figure 4.27.a : Evolution des Protéines (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	133
Figure 4.27.b : Evolution des Protéines (%) des dattes stockées à 10°C (Essai II).....	133
Figure 4.28.a : Evolution des Lipides (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	134
Figure 4.28.b : Evolution des Lipides (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	134
Figure 4.29.a : Evolution du Taux de Cendres (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	136
Figure 4.29.b : Evolution du Taux de Cendres (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	136
Figure 4.30.a : Evolution du taux FAMT (UFC/ml) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	139
Figure 4.30.b : Evolution du taux de FAMT (UFC/ml) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	139
Figure 4.31.a : Evolution du taux de Levures (UFC/ml) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	140
Figure 4.31.b : Evolution du taux de Levures (UFC/ml) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	140
Figure 4.32.a : Evolution du taux de Moisissures (UFC/ml) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).....	140
Figure 4.32.b : Evolution du taux de Moisissures (UFC/ml) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).....	140
Figure 4.33.a : Préférences des sujets pour les trois échantillons de dattes stockées à température ambiante après trois mois de stockage.....	144
Figure 4.33.b : Préférences des sujets pour les trois échantillons de dattes stockée à (10°C) après trois mois de stockage.....	144
Figure 4.34.a : Graphe de rentabilité des dattes emballées thermisées.....	148
Figure 4.34.b : Graphe de rentabilité des dattes emballées non thermisées.....	149
Tableau 2.1 : Sélectivités "Se" (peco ₂ /peo ₂) de quelques films plastiques.....	31
Tableau 3.1 : Lots expérimentaux.....	36
Tableau 3.2 : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons de dattes.....	75
Tableau 3.3 : Résultats moyens ¹ par catégorie du test hédonique.....	82
Tableau 3.4 : Analyse de variance pour le test hédonique.....	83
Tableau 4.1 : Lots expérimentaux.....	88
Tableau 4.2: Caractéristiques techniques du film utilisé Polyéthylène Téréphthalate Polyester.....	90
Tableau 4.3 : Caractéristiques techniques de l'analyseur des gaz.....	92
Tableau 4.4: Résultats des analyses microbiologiques des échantillons de dattes.....	137
Tableau 4.5 : Caractères organoleptiques des échantillons de dattes stockées à température ambiante et à 10°C au 3 ^{ème} mois de stockage.....	143

Tableau 4.6 : Répartition des réponses des sujets pour la perception de l'échantillon différent (dattes stockées à température ambiante).....	145
Tableau 4.7: Répartition des réponses des sujets pour la perception de l'échantillon différent (dattes stockées à 10°C).....	145

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

ABREVIATIONS

HR: Humidité relative
PET: Film Polyéthylène téréphthalate
MAP: Modified Atmosphere Packaging
EAM: Emballage sous Atmosphère Modifiée
Aw: L'activité de l'eau
Ppm: Partie par million
PH₃: Phosphine
CAP: Controlled Atmosphere Packaging
AA: Acide Ascorbique (AA)
DHA: L'acidedéhydroascorbique (DHA)
UFC: Unité formant colonie
F.A.M.T: La flore mésophile aérobie totale
P.C.A: Plate Count Agar
P.D.A: Potato dextrose agar
ANOVA: Analysis of variance
SCT: La somme des carrés totale ou SC
SCTr: La somme des carrés des traitements ou SC
SCD: La somme des carrés des dégustateurs ou SC
CM: Les carrés moyens (CM)
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nation
HPLC: Chromatographie en phase liquide à haute performance
ISO: International Organization for standardization
NF: Norme française
bh : Base humide
bs : Base sèche
GAE : Équivalent d'acide gallique (Gallic Acid Equivalent)

SYMBOLES & NOTATIONS

μg : Microgramme
IR: L'intensité Respiratoire
MEq: Le Milli-équivalent

INTRODUCTION GENERALE

La *Deglet-Nour* est la variété commerciale qui occupe la majeure partie du commerce international des dattes [1, 2]. Pour l'Algérie, elle représente 60 % des dattes produites c'est à dire 40% de la recette totale des exportations agricoles [3]. Le marché d'exportation des dattes standards de l'Algérie et de la Tunisie dont l'exportation est exclusivement réservée à la variété *Deglet-Nour*, s'inscrit dans une tendance de stagnation [4].

Les moyens de conditionnement actuels (boites en cartons, caisses...) ont plus un rôle de contenance et de protection mécanique, qu'un moyen de préservation de ces dattes riches en eau. Le traitement chimique des dattes (phosphine, fongicides...) est un moyen très efficace, mais il n'est pas sans conséquence ; il altère la qualité de la datte, mais surtout, il présente un danger pour la santé du consommateur [5]. Le traitement thermique est une bonne alternative et une solution technologique compatible avec un label biologique.

Le couplage de ce traitement à un conditionnement sous atmosphère modifiée (MAP), constitue un procédé prometteur pour préserver la qualité de la datte *Deglet-Nour*. En effet, il a été démontré que les concentrations élevées en CO₂ dans l'atmosphère des emballages de fruits ont prouvé leur efficacité dans la prévention du développement des moisissures d'altération [6, 7]. Ces traitements peuvent effectivement constituer des alternatives intéressantes complémentaires aux bonnes pratiques de conservation à même de garantir une qualité optimale à la datte [8].

Notre étude basée sur l'application et le contrôle des performances d'une méthode pour atmosphère modifiée par voie passive des dattes *Deglet nour* dans le but de ;

- Déterminer le point du profil respiratoire des dattes étudiées ;
- Déterminer l'effet de traitement thermique, la composition chimique et nutritionnelle de dattes en cours de stockage et sur la croissance de la flore bactérienne en cours de stockage à température ambiante et au froid ;
- Déterminer l'effet de la combinaison optimale thermisation-emballage-température au froid sur les dattes étudiées et de préserver les critères de qualité.

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

DESCRIPTION DU FRUIT DATTIER

(*Phoenix Dactylifera L.*)

1.1. Introduction

La datte est un fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera L* (*Phoenix* = dattier ; *dactulos* = doigt). En fonction des cultivars et du stade de maturité, le fruit dattier présente une grande variation en termes de forme, de taille et de couleur [9]. Un exemple de la variété *Deglet-Nour* Algérienne est présenté dans la figure 1.1. La proportion du noyau par rapport à la datte entière constitue une caractéristique qui dépend non seulement de la variété mais aussi des facteurs climatiques et des conditions de culture. Cette proportion constitue une caractéristique d'appréciation de ses qualités commerciales.

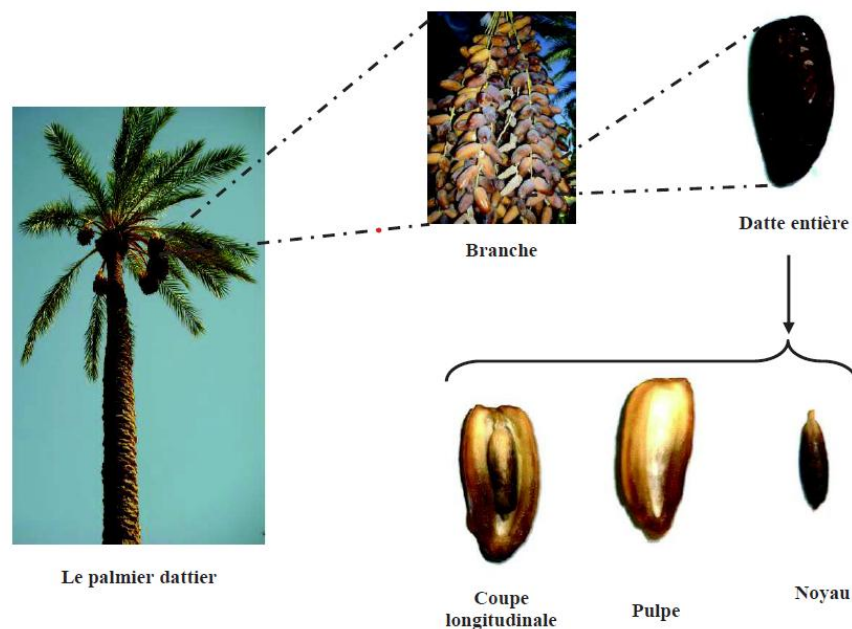


Figure 1.1 : Caractéristiques morphologiques des organes de fructification de la variété *Deglet-Nour* Algérienne [10].

1.2. La maturation des dattes

Le caractère climactérique ou non de la datte n'est pas tranché dans la littérature. En effet, certains auteurs (Afshari-Jouybari *et al.*, 2013 ; Farahnaky et Afshari-Jouybari, 2011) [11, 12] ont confirmé que la datte est un fruit climactérique par l'observation d'une production d'éthylène. Au contraire d'autres auteurs considèrent que la datte est non climactérique [2]. Néanmoins, la datte possède une faible respiration qui décroît avec la diminution de sa teneur en eau au cours de la maturation. Pour des dattes stockées à 20°C, la production de CO₂ est inférieure à 25 ml.kg⁻¹.h⁻¹ au stade *Khalal*, et inférieure à 5 ml.kg⁻¹.h⁻¹ aux stades *Routab* et *Tamar* [13]. Les mêmes auteurs ont trouvé dans les mêmes conditions de stockage des valeurs de production d'éthylène inférieures à 0,5 µl.kg⁻¹.h⁻¹ au stade *Khalal*, et inférieures à 0,1 µl.kg⁻¹.h⁻¹ aux stades *Routab* et *Tamar*.

1.3. Les stades de maturité des dattes

Les qualités sensorielles (sucrosité, couleur et texture...) et nutritionnelles (sucres et micronutriments...) du fruit dattier sont étroitement liées à son degré de maturité [14], d'où l'importance de connaître les caractéristiques biochimiques et physiologiques des différentes étapes de maturation. Les stades de maturité des dattes sont désignés par une terminologie irakienne (Baliga *et al.*, 2011 ; Saafi *et al.*, 2009) [14, 15] : *Hababouk* (stade I), *Khimri* (stade II), *Khalal* (stade III), *Routab* (stade IV) et *Tamar* (stade V).

Au cours de la croissance et du développement du fruit dattier, plusieurs changements externes et internes se produisent. Ils sont observés par des changements de couleur et de compositions biochimiques, résumés dans la figure 1.2. Pour la variété *Deglet-nour*, d'une part la teneur en eau diminue d'environ 80% bh au stade *Khalal*, de 35% bh au stade *Routab* et il ne reste que 20% bh au stade *Tamar*. D'autre part les teneurs en sucres totaux et du saccharose, respectivement, passent de 13 et 8% bs au stade *Kimri* à 60 et 40% au stade *Khalal*, et jusqu'à 77% et 53% au stade *Routab* [16].

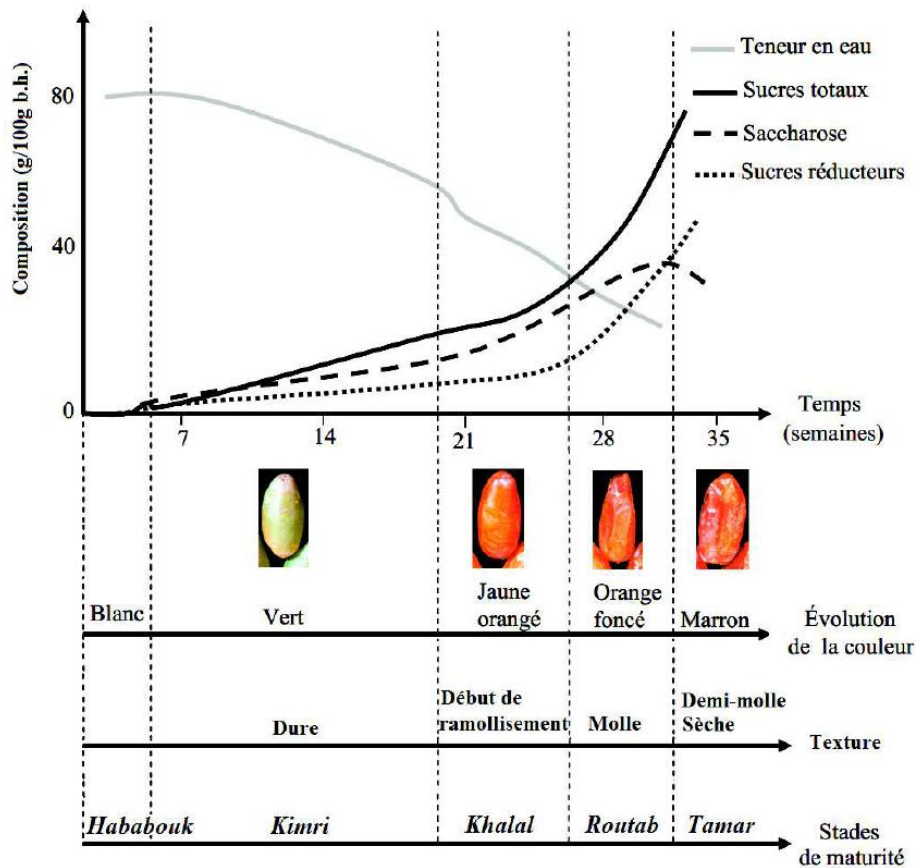


Figure 1.2 : Évolution biochimique (Zaid et Arias Jiménez, 1999) [17], et physiologique de la datte au cours de la maturation.

1.4. Caractéristiques biochimiques et physicochimiques des dattes

L'eau, les sucres (saccharose, glucose et fructose) et les fibres sont les constituants majeurs du fruit dattier. La teneur en eau varie en fonction des variétés, du stade de maturité et des conditions de culture (climat, irrigation). Au stade final de maturité, la teneur en eau de la pulpe varie de 7,2% à 50,4% bh [18]. Avec une teneur en eau inférieure à 30 % bh (à maturation complète), la *Deglet-Nour* contient 79,1% bs de sucre totaux, dont 52,7% de saccharose, 13,7 % de glucose et 12,6 % de fructose [19]. Le fruit dattier est une bonne source de fibres alimentaire [20, 19], de l'ordre de 6,4-14,4 % (bs), selon les variétés et le stade de maturité. La *Deglet-Nour* contient 7,9 % (bs) de fibres totales [21]. En constituants mineurs, les dattes sont considérées comme une source riche en composés phénoliques [22, 15]. La variété *Deglet-nour* contient la plus forte teneur en composés phénoliques totaux d'environ 493,5 mg de GAE/100 g [21]. La pulpe des dattes est peu riche en protéines (1-3% bh) [21, 19].

1.5. Dépréciation de la qualité des dattes

Une datte *premium* possède des arômes de fruit frais [19]. Le stockage plus ou moins long dégrade cet arôme fruité jusqu'à sa disparition. La perte de saveur peut avoir une origine microbiologique (le masquage par des produits de fermentation). La *Deglet-Nour* est appréciée pour sa couleur translucide et sa réflexion à la lumière [23] ; une teinte brune est considérée comme un défaut, caractéristique d'un fruit âgé ou ayant subi un brunissement partiel lors du séchage. Un séchage excessif sur le palmier aboutit à des dattes de type standard [24, 13]. En raison de la fragilité de leur peau et de la mollesse de leur pulpe, les dattes se blessent facilement [16].

1.6. Troubles de la qualité des dattes en poste-récolte

1.6.1. L'infestation

L'infestation des dattes par les insectes et les dommages qui en découlent est l'une des principales causes de pertes post-récolte en qualité et en quantité [13].

Parmi les ravageurs les plus couramment rencontrés on peut citer (Ben-Lalli, 2010) [25] : *Esctomyelois ceratoniae* Zaller, *Ectomyelois decolor* Zaller, *Ephestia calidella* Guenée, qui sont des lépidoptères et *Oryzaephilus surinamensis* L. (Coléoptères) ainsi qu'*Olygonychus afrasiaticus* (une araignée). Les observations de Ben-Lalli (2010) [25], réalisées dans les palmeraies de Socobio-Sud dans la région de Biskra (Sud-est d'Algérie), montrent que plus de 30% des dattes biologique de variété *Deglet-nour* sont infestées par des ravageurs en particulier les lépidoptères. Les dattes molles et demi-molles sont plus infestées que les dattes sèches [26].

1.6.2. Les altérations physiques

Elles se produisent au cours des différentes opérations de manipulation des dattes, en conséquence des chocs, des encrassements et dessèchement [27]. Ces opérations provoquent des lésions qui accélèrent les processus d'altérations biologiques [28].

Selon (Messar, 1996) [29], pour la région Sud- Est spécialisé en Deglet Nour, les écarts de production (dattes parthénocarpiques, véreuses, piquées, écrasées...) proviennent principalement du non respect de l'itinéraire cultural (manque d'irrigation, absence d'entretien, de protection et retard dans la récolte). Il serait plus économique de diminuer les écarts de tri par l'amélioration des techniques.

1.6.3. Les altérations chimiques

La richesse de la datte Deglet Nour en invertase provoque l'inversion du saccharose ; la transformation du saccharose en glucose et en fructose par l'invertase peut entraîner une diminution de l'humidité relative d'équilibre de la datte et une modification de sa qualité et sa saveur naturelle; le cas de la datte Deglet Nour, d'autres types d'altérations sont relevés dans la littérature et c'est l'exemple du « *sugar spotting* » ou tâches de sucre qui se caractérisent par la formation de dépôts granuleux de sucre juste au dessous de la peau et dans la chair du fruit [30] . Par contre, toutes les variétés de dattes développent des taches de sucres ou " *Sugar Spotting*" qui se caractérisent par la formation de dépôts granuleux de sucre juste au dessous de la peau et dans la chair du fruit [31, 32].

1.6.4. Les altérations parasitaires

Elles sont dues essentiellement au ver de la datte *Myeloïspheenicie* et au Bouferoua : *Oligonychus afrisiaticus*. [33]. Les insectes ravageurs dégradent les dattes stockées et causent une perte de poids et une dépréciation de la valeur commerciale du fruit. Elles sont dues essentiellement au *Myeloïspheenicie* (ver de la datte) et à l'*Oligonychus afrisiaticus*. (Bouferoua) [34].

1.6.5. Les altérations biochimiques

Il s'agit de phénomène de brunissement qui se manifeste sous deux types, le brunissement enzymatique de la datte sous l'action de la polyphénol-oxydase sur les composés phénoliques, et le brunissement non enzymatique qui concerne les sucres plus connues sous le vocable de « réaction de Maillard ».

1.6.5.1. Brunissement enzymatique

Le brunissement enzymatique concerne les produits alimentaires d'origine végétale. Ces réactions entraînent une modification de l'apparence, de la flaveur et de la qualité nutritionnelle du produit. Toutes ces conséquences sont préjudiciables à la qualité organoleptique de l'aliment. Ces réactions sont le résultat de la transformation par l'intermédiaire de système péncifique des composés phénoliques en polymère colorés, le plus souvent en brun ou noirs sous l'action de la polyphénol- oxydase (PPO). La réaction de brunissement enzymatique est le suivant : [35] (figure 1.3).

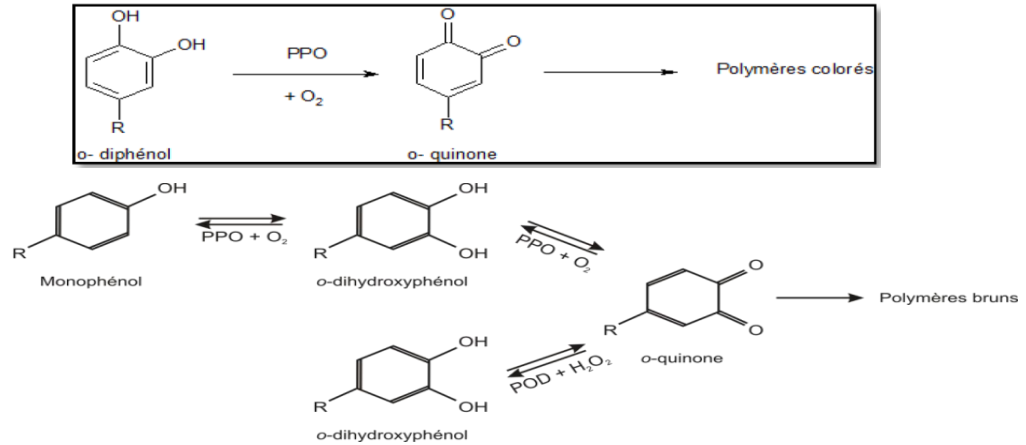


Figure 1.3 : Réaction générale de l'oxydation des polyphénols [36], et bilan réactionnel des étapes du brunissement enzymatique [37].

Le brunissement enzymatique s'observe chez les végétaux qui sont riches en composés phénoliques, naturellement présents dans la datte [38]. Ces composés phénoliques s'oxydent facilement en quinones, en présence d'oxygène, sous l'action d'enzymes dont les principales sont les polyphénoloxydases (PPO) et les peroxydases (POD) [39, 40]. Les quinones formées s'oxydent à leur tour, sans faire appel à des enzymes particulières, et se polymérisent en donnant des composés bruns « mélanines » [41, 37].

Le brunissement des dattes était en relation l'activité des PPO [42, 43, 44] La formation de ces pigments bruns n'est cependant pas toujours indésirable. Un certain degré de brunissement est en effet recherché lors de la maturation des dattes [45]. Ce brunissement peut être évalué en mesurant le brunissement potentiel, dans des conditions standardisées, d'un broyat du végétal, sur le filtrat par spectrophotométrie à 450nm [40]. Les phénomènes de brunissement des tissus végétaux sont la première manifestation d'un désordre cellulaire après une mise en contact accidentelle de substrats et d'enzymes; [32]. En général, les dattes sont riches en polyphénols (substrats) dont l'oxydation enzymatique est à l'origine du brunissement plus ou moins intense [31, 32].



Figure 1.4 : Aspect des dattes fraîchement récoltées (à gauche), et aspect des dattes après conservation (à droite) [46].

1.6.5.2. Brunissement non enzymatique

Ces réactions mettent en oeuvre d'une part une fonction carbonylée et une fonction amine libre et peuvent d'autre part concerner soit la réaction de chauffage des saccharides dans le cadre de la fabrication du caramel soit encore la dégradation de la vitamine C.

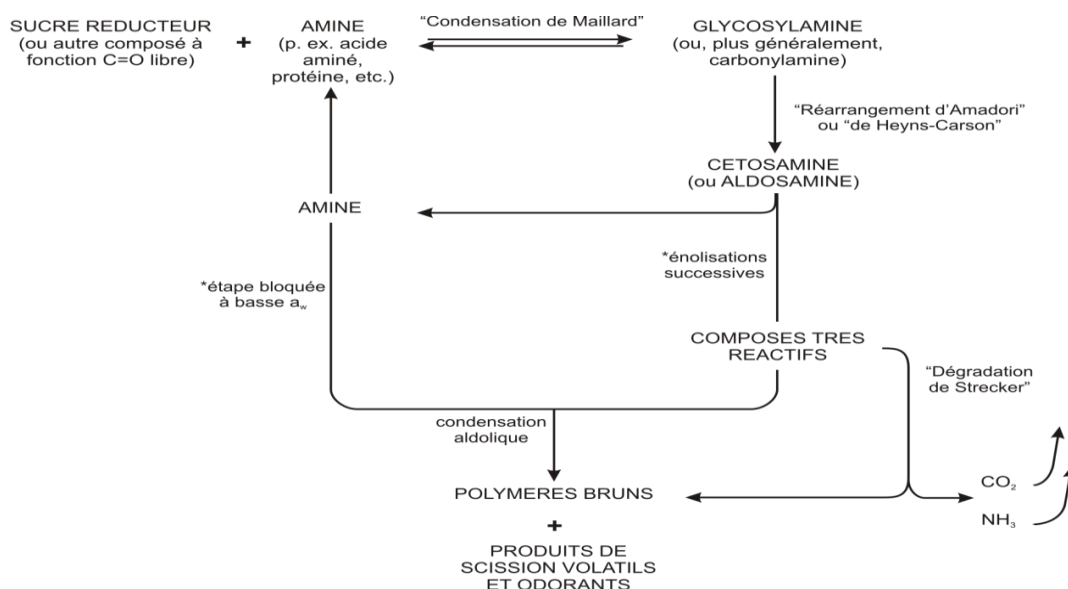


Figure 1.5 : Schéma général des étapes de réactions de Maillard impliquées dans le brunissement non enzymatique [47].

Dans le cas des dattes, il aboutit à la formation de pigments polymères bruns ou noirs à partir de la condensation d'une fonction carbonyle du sucre et d'une fonction amine d'un acide aminé [48]. Ce phénomène peut développer un goût de caramel pour la variété Deglet Nour [49]. Le brunissement, les odeurs et les saveurs indésirables sont les conséquences les plus redoutées par les conditionneurs de dattes car ils déprécient la qualité organoleptique des fruits.

Le brunissement non enzymatique appelé aussi réaction de Maillard ou la caramélisation ; est caractéristique de la cuisson (apparition de pigments noirs ou bruns). Il peut aussi s'observer durant l'entreposage ou lors de traitements technologiques Singleton [32].

1.6.6. Altération microbologique

Les microbes causent de graves dommages aux fruits, en particulier lors de fortes pluies aux derniers stades de la maturation des fruits [50, 51]. La perte estimée des dattes,

causée par la détérioration fongique, est estimée à plus de 50 % [52]. Les genres de champignons les plus courants responsables des pertes de détérioration par décomposition en raison de leur pathogénicité sont *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Rhizopus* et *Penicillium* [53, 54, 55, 56, 57, 58]. Elles sont présentes en grande fréquence 39%-83%, 40%-49% et 26%-40%, respectivement [59]. D'autres espèces d'altération du genre *Alternaria* peuvent être présentes sur le fruit dattier : *Alt. alternata* (22%-62%) et *Alt. clamadospora* 24% [60]. Toutes ces espèces sont capables de produire des mycotoxines, présentant ainsi un danger pour la santé des consommateurs [61, 62]. Les levures qui affectent les dattes sont les plus tolérantes aux fortes teneurs en sucre telles que *Zygosaccharomyces* sp. et *Hansenula* sp. [16]. La formation de poches de gaz sous la peau, d'agréats blancs de cellules, de pulpe décolorée et d'odeur alcoolique sont les caractéristiques des dattes infectées par les levures [2]. L'acidification des dattes peut être due à l'accumulation de l'acide acétique. Il a été rapporté que les bactéries acétiques (Kader et Hussein, 2009) [13], ainsi que les bactéries lactiques peuvent être responsables de cette acidification [63].

Le développement de la microflore fongique d'altération dépend de la température, de l'humidité de l'air de stockage, de l'activité en eau du fruit, ainsi que de la charge microbienne initiale lors de la récolte. À part les contaminations issues du non-respect des bonnes pratiques de la récolte, la charge initiale fongique de la datte dépend du stade et de l'état physiologique de la récolte. En effet, certains stades du développement de la datte sont en mesure de soutenir la croissance fongique et la production de mycotoxines. Shenasi *et al.* (2002a) [63] ont rapporté pour la variété *Fard*, une charge fongique relativement élevée au premier stade de maturité *Kimri* (1,7 log₁₀CFU/g) qui augmente fortement au deuxième stade *Routab* (5,7 log₁₀CFU/g), puis diminue de manière significative au stade final de maturité *Tamar* (1,9 log₁₀CFU/g).

Le risque d'altération microbiologique est l'ennemi principal de la conservation et du conditionnement des dattes en particulier celles avec des activités en eau élevée (dattes *premium* et variétés de dattes molles). L'importance du risque engendré par cette altération nécessite de plus amples informations sur la microflore fongique d'altération lors du conditionnement et le stockage des dattes. Ceci englobe leur sensibilité aux traitements thermiques de décontamination, et leur inhibition sous influence de facteurs environnementaux tels que la température, l'*aw*, l'atmosphère modifiée (enrichie en CO₂).

1.6.6.1. Effet des facteurs environnementaux

1.6.6.1.1. Effet des basses températures

L'efficacité des basses températures dépend des attributs de qualité initiale inhérents aux dattes, du microbe et des insectes présents à la récolte et de la température appliquée [64].

Le refroidissement n'empêche pas l'infestation d'insectes bien qu'il la réduise, cependant, l'infestation d'insectes n'a pas lieu à une température inférieure à 4°C, mais à ces niveaux les insectes ne seront pas nécessairement détruits [64]. Une diversité de valeurs de ces températures limites a été rapportée dans la littérature pour la croissance des moisissures. Une inhibition totale de la croissance de *Fusarium graminearum* a été observée à 5°C [65].

1.6.6.1.2. Effet du CO₂

Les concentrations élevées en CO₂ dans les emballages des fruits ont montré leur efficacité contre le développement des moisissures d'altération (*Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium verrucosum*...) et la production de mycotoxines [6, 67]. Taniwaki (1995) [68] a démontré que la croissance des levures et des moisissures dans des atmosphères à niveaux élevés en CO₂ réduit significativement la teneur en ergostérol des hyphes ; l'ergostérol est un composé synthétisé par les levures et des moisissures et utilisé pour mesurer leur croissance, les hyphes étant leur appareil végétatif. Différents emballages sous atmosphère modifiée ont été testés seuls ou couples à d'autres techniques pour préserver la qualité des dattes [69, 70, 71]. La tolérance des dattes au CO₂ constitue un avantage pour la conception des MAP à hautes concentrations en CO₂ [72]. En revanche, les levures ne sont pas affectées par la modification de l'atmosphère (enrichie en CO₂ et/ou faible en O₂), car celles-ci peuvent être anaérobies facultatives ; par conséquent, en l'absence d'O₂, les levures peuvent convertir les sucres en CO₂ et éthanol (fermentation) et entraîner une altération de la qualité des fruits et légumes [73]. Babic *et al.* (1992) [74] ont rapporté qu'aucune différence significative n'a été observée sur la charge levurienne (*Candida sake*, *C. lambica*...) des carottes râpées stockées à 10°C sous atmosphère modifiée (20-50% CO₂ et 10-2% O₂) et celle du témoin.

CHAPITRE 2

TRAITEMENT THERMIQUE ET EMBALLAGE SOUS ATMOAPHERE MODIFIEE ET CONTROLLEE DU FRUIT DATTIER EN POSTE-RECOLTE

2.1. Introduction

Le choix de la récolte des dattes à un stade ou un autre dépend des caractéristiques variétales, des conditions climatiques et du marché visé [75]. La variété *Deglet-nour* est traditionnellement récoltée et consommée au stade de maturité complète (*Tamar*) car les dattes sont stables ($aw < 0,76$) pour un stockage dans des conditions ambiantes [9]. Ces dattes sont considérées comme de qualité inférieure, et commercialisées sur le marché d'exportation sous le nom de « dattes standards ». Cette qualité est caractérisée par une couleur sombre, une texture peu fondante et sinon « dure », avec une pulpe fibreuse. Au stade *Tamar*, la pulpe est rétractée, la peau est décollée par endroit formant des repliements [14]. À ce stade de maturité, le fruit a perdu beaucoup de son eau, mais le rapport sucre/eau reste assez élevé ; ceci lui confère certes une meilleure conservation durant son stockage et sa commercialisation [2].

La *Deglet-nour* peut être récoltée à des stades plus précoces (stade *Khalal* et *Routab*). Au stade *Khalal*, la *Deglet-nour* acquiert sa couleur caractéristique de fruit mûr (jaune orangé), mais elle est marquée par une texture dure et une astringence prononcée [14]. Ces caractéristiques s'effacent graduellement pendant ce stade. D'autres variétés, telles que Bahri, Samani et Zaghlol peuvent être comestibles au stade *Khalal*, car le changement de la couleur est accompagné d'une disparition de l'astringence [2].

Au début du stade *Routab*, le fruit est mou, l'astringence est presque totalement perdue, la couleur brun clair translucide (couleur caractéristique de la variété). Il est sucré sans excès du fait de la teneur en eau élevée. Cet état de maturité avancée appelé « dattes *premium* » est très intéressant sur le plan gustatif. Cette datte est disponible sur une période très courte lors de la saison de récolte et consommée comme une datte fraîche. La teneur en eau élevée rend ce fruit susceptible à la détérioration microbienne [76]. Les dattes

récoltées à ce stade sont destinées à une commercialisation immédiate et sur des filières à rotation rapide.

2.2. Conditionnement et stockage des dattes

Les dattes naturelles (qui ne subissent aucun traitement) ou les dattes traitées sont emballées dans plusieurs types et tailles d'emballages : barquette en plastique, boîte en carton, caissette, ravier, bouquet couvert en plastique, etc. La majorité de ces emballages a surtout des fonctions de marketing et de protection mécanique. Par ailleurs, des travaux de recherche ont montré l'efficacité des emballages sous atmosphère modifiée, enrichie en CO₂ ou appauvrie en O₂, sur la conservation de la qualité des dattes et la prévention du développement des insectes [69, 77]. Achour *et al.* (2003) [78] ont rapporté que l'utilisation du conditionnement sous vide pour des dattes *Deglet-Nour* standards (teneur en eau à 18% bh) est le mode le mieux adapté pour une meilleure protection du produit contre la prolifération des microflores fongiques.

La réfrigération réduit significativement l'infestation par les insectes. Un stockage à 5°C ou à une température inférieure est efficace pour la conservation de ce type de dattes, et empêche le développement de toute sorte d'insectes [2]. Selon Kader et Hussein (2009) [13], pour une longue durée de stockage, des températures inférieures à la température de congélation allant jusqu'à -15,7°C peuvent être utilisées pour conserver des dattes au stade *Tamar*. En Algérie, la *Deglet-Nour* qui arrive des palmeraies est stockée dans des chambres réfrigérées pour certains producteurs, mais l'essentiel de la récolte est stocké dans des entrepôts à température ambiante avant d'être orienté vers des unités de conditionnement à proximité des palmeraies.

2.3. Les traitements appliqués pour diminuer les principales altérations des fruits de dattes

2.3.1. Les traitements physiques

2.3.1.1. La conservation à basse température

Les dattes sont très résistantes aux basses températures et peuvent donc réduire considérablement l'infestation d'insectes [79, 2]. Les températures inférieures à 13°C empêcheront les dégâts, ainsi que les températures de 5°C ou moins sont efficaces pour contrôler les différentes formes d'insectes [80]. La larve de la fausse-teigne peut vivre 85 jours à une température de 2 à 6°C, mais elle peut être conservée à 0°C et entraîne la mortalité totale de larve de la teigne et de l'adulte du dendroctone du grain après 15 et 27

jours, respectivement [81]. La congélation à -18°C ou moins pendant au moins 48 heures (à partir du moment où la température du fruit atteint -18°C ou moins) suffit à tuer tous les insectes durant les stades de la vie des produits stockés [82].

2.3.1.2. Les Emballages sous Atmosphère Modifiée (EAM)

L'emballage sous Atmosphère Modifiée (EAM) est une technique de conservation qui consiste à créer grâce à un emballage adapté une atmosphère interne qui sera différente de l'air (O_2 : 21%, CO_2 : 0.01 %, N_2 : 78 %) et qui sera composée de faibles teneurs en O_2 et de fortes teneurs en CO_2 pour ralentir le métabolisme respiratoire. Ainsi, l'EAM met en jeu trois milieux différents : le milieu extérieur (l'atmosphère), le milieu intérieur (l'atmosphère modifiée) et le végétal. Dans un EAM passif, la mise en place de l'atmosphère résulte du bilan des flux gazeux dus à la respiration du végétal et la diffusion des gaz à travers le film d'emballage (figure 2.1).

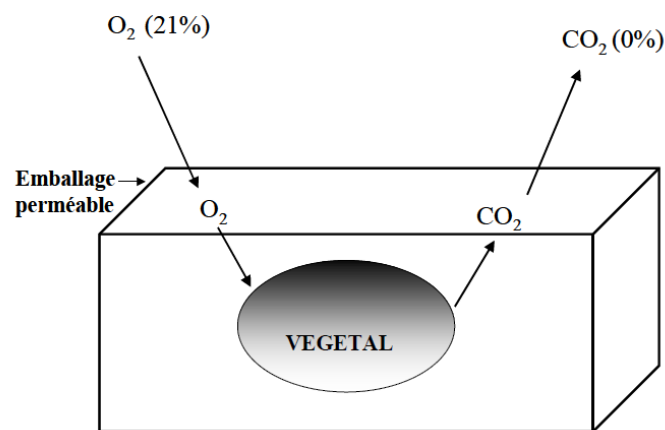


Figure 2.1 : Schéma des échanges gazeux dans un Emballage sous Atmosphère Modifiée (EAM) passif.

Après une phase transitoire où l' O_2 diminue et le CO_2 augmente, une phase stationnaire s'établit où les échanges diffusifs à travers le film compensent exactement la production de CO_2 et la consommation d' O_2 du végétal.

Les matières plastiques ont été fortement employées au cours des dernières années en raison de leur légèreté, leur aptitude à prendre les formes les plus diverses et leurs caractéristiques physicochimiques adaptables : perméabilité aux gaz et à la vapeur d'eau [83]. La sélectivité 'Se' qui correspond au rapport entre la perméabilité 'pe' au gaz ($p_{\text{CO}_2} / p_{\text{O}_2}$) est un critère de choix majeur pour les emballages. Les films plastiques, couramment utilisés pour le conditionnement des fruits et légumes tels que le polyéthylène, le

polypropylène, le polystyrène et le chlorure de polyvinyle ont des sélectivités comprises entre 2 et 8.

Tableau 2.1 : Sélectivités "Se" (p_{CO_2}/p_{EO_2}) de quelques films plastiques

Type de film	Se (p_{CO_2} / p_{EO_2})
Films perforés	$\cong 1$
Polyéthylène de haute densité	2 - 7
Polyéthylène de basse densité	2 - 6
Polyéthylène téréphtalate	3 - 4
Polypropylène	3 - 6
Polystyrène	3 - 5
Chlorure de polyvinyle	4 - 7
Saran	10

Dans le cas d'un EAM actif, la mise en place de l'atmosphère est accélérée par l'injection d'un mélange gazeux défini lors du conditionnement ou par l'introduction de sachets absorbeurs ou mélangeurs de gaz, or, vu que la distinction entre MAP et CAP n'est plus tout à fait claire à cause, par exemple, de la mise au point de films à barrière haute, la définition du CAP est incluse ici à titre d'information.

Selon conseil européen en mai 1999, sur la ligne directrice pour le conditionnement sous atmosphère modifiée des denrées alimentaires (aspects microbiologiques et nutritionnels); le conditionnement sous atmosphère contrôlée (CAP) ou stockage sous atmosphère contrôlée (CAS- Controlled Atmosphere stockage) est défini comme un conditionnement ou stockage dans une atmosphère modifiée où la production de chaque gaz est maintenant (contrôlées) au niveau originel d'introduction tout au long du cycle de la distribution quelques que soient les variations de la température ou d'autres données environnementales.

Le CAP est essentiellement utilisé pour le stockage et le transport en vrac des produits et exige une surveillance et un contrôle constants de la composition gazeuse à l'intérieure du conditionnement. Rosen et Kader (1989) [84] ont trouvé qu'une atmosphère contenant 0.5 % d'O₂ était efficace pour réduire le brunissement des morceaux de poires. L'EAM maintien la couleur de la tomate durant sa conservation [85]. Cependant, Palmer-Wright et Kader (1997) [86] ont trouvé que 2 % O₂, air+12 % CO₂ ou 2 % O₂+12 % CO₂ ont peu d'effet sur le maintien de la couleur des morceaux de pêches.

Une exposition de 4 heures à 2,8% O₂ dans N₂ à 26°C a entraîné une mortalité plus de 80% des populations initiales de *scarabées nitidulidae* émigré dans des dattes séchées infestées [87]. Al- Azab, (2007) [88] a utilisé un mélange d'atmosphère modifiée (65% de CO₂, 15% de N₂ et 20% d'O₂) et a constaté qu'une exposition pendant 24 heures à 34°C et 65% l'humidité provoque une mortalité de 100% contre les adultes d'*E.cautella*. El-Mohandes, (2009) [89] ont constaté une mortalité de 100% après une exposition de 36 heures à Des concentrations de CO₂ de 75% à 25°C et une humidité relative de 55% pour les adultes d'*Oryzaephilus surinamensis* et *Tribolium confusum*. En outre, l'application de CO₂ des concentrations de 75% avec une demi-dose de PH₃ à 28°C ±2°C, et une humidité relative de 60 ±5% a entraîné une mortalité de 100% chez les deux insectes testés après 6 heures d'exposition [90].

2.3.2. Les traitements chimiques

La fumigation par le bromure de méthyle ou la phosphine, peut être utilisée pour contrôler les insectes dans les dattes [91, 92, 2]. Bromure de méthyle (CH₃Br) à 30 g/m³ (30 ppm) pendant 12 à 24 heures à des températures au-dessus de 16°C est très efficace pour la désinfection des insectes [2]. Cependant, bien que le bromure de méthyle soit très efficace pour contrôler les insectes dans les produits stockés, ses émissions ont un effet délétère sur l'atmosphère et il s'agit d'un danger énorme pour la santé humaine; Le protocole de montréal a décidé d'éliminer sa production et son utilisation la fin de 2015 à l'échelle mondiale [90].

Ahmed et al. (1982) [93] ont comparé la fumigation au bromure de méthyle et l'irradiation de dattes Zahdi et a indiqué que les deux techniques sont efficaces pour la désinfestation pendant la première période de stockage (25 jours), mais la réinfestation des dattes a eu lieu pendant le stockage conduisant à la détection d'insectes vivants.

2.4. Les traitements thermiques : une alternative aux méthodes de conservation

2.4.1. Le traitement thermique à l'eau chaude (par immersion)

Est principalement utilisé contre les attaques fongiques car les spores se déposent au niveau des couches superficielles de l'épiderme du fruit. Toutefois, dans le cas de la mangue, ce traitement est utilisé contre l'attaque de la mouche du fruit Ligne directrice pour le conditionnement sous atmosphère modifiée des denrées alimentaires, Aspects microbiologiques et nutritionnels [94]. Ces paramètres dépendent principalement de la

taille du fruit. Le traitement est appliqué sur le fruit à 43-46 °C / 65-90 min [95,94]. Durant le traitement, un transfert rapide de chaleur s'effectue de l'eau vers la peau puis un transfert moins rapide de la peau vers la pulpe de fruit.

2.4.2. Le traitement thermique à la vapeur

A pour principe de chauffer le fruit avec de l'air saturé en vapeur d'eau à des températures comprise entre 40-50°C. Il permet d'éliminer les oeufs et les larves d'insectes déposées sur et dans les fruits [95]. Le transfert de chaleur entre la vapeur et le fruit se fait grâce à l'eau qui se condense à la surface froide du fruit.

2.4.3. Le traitement thermique à l'air chaud (thermisation)

Devant les inconvénients posés par les autres techniques de conservation des denrées alimentaires et de la datte en particulier, et principalement les résidus de bromure de méthyle, le recours à la désinsectisation par la chaleur principalement des *Lépidoptères* a pris beaucoup plus d'envergure [96, 97].

Hussain (1974) [81] a rapporté que le traitement thermique des dattes à une température de 60-70°C pendant 2 heures a entraîné une mortalité de 100% du de la pyrale de la figue et de la blatte, tue non seulement les insectes mais donne également aux dattes un aspect brillant et luisant. Récemment, Al Taweel et *al.* (1997) [98] ont trouvé que l'exposition des chrysalides de la pyrale de la figue, à une température de 50°C pendant 6 heures a causé une altération considérable de la fertilité avec une destruction complète des adultes émergents. Un bloc de chauffage a été développé à la WSU (Washington State University) dans le but d'étudier les cinétiques de destruction thermique des cinq stades du papillon de la pomme (*Lepidoptera : Tortricidae*) [99]. Al-Azawi (1984) [33] rapporte qu'une mortalité de 100% pouvait être obtenue pour les divers stades biologiques (œufs, larves, chrysalides et adultes) de *Carpophilus hemipterus*, exposés à des températures allant de 40 à 60°C. Ainsi, il était possible de tuer tous les œufs présents à 1080, 240, 25, 10 et 5 minutes aux températures respectives de 40, 45, 50, 55 et 60°C.

2.5. Influence des traitements thermiques sur la qualité des fruits entiers

2.5.1. Effet sur la synthèse de l'éthylène

Le traitement thermique influe sur l'hormone de maturation qui est l'éthylène. Il a été démontré qu'un traitement thermique à l'air chaud (35-40°C) inhibe la synthèse

d'éthylène chez la pomme et la tomate [100]. La conversion de l'ACC en éthylène semble être sensible à une température supérieure à 30°C [101]. En effet, il a été rapporté une rapide perte d'activité de l'ACC oxydase chez plusieurs fruits traités à l'eau chaude (42-46°C) pendant quelques heures [102]. Cette perte est due à la diminution des ARN messagers des gènes codants pour l'ACC oxydase et entraînant par la suite, l'arrêt de la synthèse de cette enzyme [103].

2.5.2. Effet sur la respiration

Le traitement thermique peut augmenter ou diminuer l'intensité respiratoire [104, 105]. La respiration est généralement stimulée par des expositions à des températures de 35 - 40 °C pendant 1 à 2 jours (Lurie et Klein, 1991) [106], et suite à des températures élevées avec des temps d'exposition réduits, l'intensité respiratoire diminue [107,108]. Quant les fruits chauffés sont remis à des températures ambiantes, leur respiration est souvent inférieure aux fruits non traités [105].

2.6. Effets des traitements thermiques sur la qualité des dattes

Le traitement thermique des dattes à une température de 60 à 70°C pendant 2 heures a tué 100% de *coléoptère* en dents de scie, mais a abouti à un aspect brillant ou de vitrage du fruit [81]. Les dattes exposées à des températures de 65 à 80°C pendant 30 min à 4 heures à haute humidité, lutte contre les insectes [79] ; cependant, cette approche n'est pas toujours très efficace pour contrôler les insectes dans les dattes avec une teneur en humidité élevée en raison des températures élevées pendant des périodes prolongées peut assombrir et donner l'apparence d'une couleur terne et une perte de saveur [90]. Rafaeli et al (2006) [108] ont décrit une méthode efficace, de courte durée et peu coûteuse méthode utilisant un récipient chauffant en post-récolte. Ils ont constaté que l'optimum régime de température pour une évacuation maximale des *coléoptères* du fruit était de 55°C atteint pendant 2,5 heures à une vitesse de 1,8°C / min.

L'air chauffé à 50-55°C pendant 2-4 heures (à partir du moment où la température du fruit atteint 50°C ou plus) est efficace pour la désinfestation des insectes [87]. Hussein et al. (1989) [109] ont signalé que l'eau bouillante est plus efficace pour lutter contre l'infestation de dattes par les insectes que l'exposition à la chaleur d'air à 70°C. Cependant, une eau très chaude augmente également la perte de sucre qui peut atteindre jusqu'à 20%.

PARTE II : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 3

EFFETS DE LA THERMISATION SUR LES CRITERES DE QUALITE DES DATTES DEGLET NOUR

3.1. Introduction

La méthode la plus utilisée pour la désinsectisation est le traitement chimique par fumigation au bromure de méthyle qui donne de bons résultats avec un coût et une durée d'application acceptables, mais ce produit présente des effets indésirables sur l'environnement, selon les protocoles de Montréal (Programme des Nations Unies pour l'environnement, Dix-huitième réunion des Parties au Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. New Delhi, 30 octobre - 3 novembre 2006), il ne devrait être utilisé au delà de l'an 2015. Fallik E, (2004) [110] a passé en revue les traitements thermiques après récolte en relation avec la qualité et qui sont en croissance par rapport aux traitements chimiques de moins en moins demandés. Le traitement thermique permet de réduire le potentiel de croissance des microorganismes et des réactions chimiques indésirables (ex: brunissement enzymatique) d'où l'augmentation de la durée de vie du produit [111, 112].

Étant donné que les dattes, à la récolte, couvrent une large plage en humidités (de 10% à 45% en moyenne), les traitements thermiques qui y sont destinés et dont principalement l'hydratation et le séchage, sont pratiqués dans le but d'améliorer la qualité du fruit par homogénéisation de celui-ci vis à vis de son humidité et par extension de sa durée de vie pendant le stockage et la commercialisation [113]. Pour déterminer le stade biologique le plus thermiquement résistant, [97, 114] ont sélectionné neuf combinaisons 48°C pour 2 min, 48°C pour 5 min, 48°C pour 10 min, 50°C pour 2 min, 50°C pour 3 min, 50°C pour 5 min, 52°C pour 05 min, 52°C pour 1 min et 52°C pour 2 min. Ces auteurs ont montré que toutes les formes larvaires et les œufs étaient détruits par des traitements de 50°C pendant 5 min et 52°C/2 min. L'objectif de cette partie expérimentale est de voir

l'influence de la thermisation au barème thermique 55°C/20min [114], retenu comme technique de désinsectisation, sur la composition chimique et biochimique de la datte Deglet Nour au cours de stockage.

3.2. Matériel et méthodes

3.2.1. Matériel végétal

Les dattes variété Deglet Nour, provenant de la palmeraie de Tolga (wilaya de Biskra) ont été récoltées sur différents régimes vers la fin du mois d'octobre (campagnes 2015, 2016 et 2017 au stade de maturation Tamar), puis transportées et maintenues en chambres froides à 4°C ±1°C. Les dattes sont triées et séparées de leurs branches et les dattes infestées ou écrasées sont éliminées.

3.2.2 Thermisation

La thermisation a été réalisée pendant 20 minutes dans une étuve ventilée réglée à 55°C ±1°C [114].

3.2.3. Constitution des lots expérimentaux

Deux lots sont ainsi constitués : un lot témoin non thermisé (T1) et un lot témoin non thermisé (T2), pour un stockage à deux températures de conservation, ambiante 22°C ±1°C et basse 10°C ±2°C. L'expérimentation est réalisée à une température ambiante moyenne de 22 ±1°C et une humidité relative (HR) de 75 à 80%.

Tableau 3.1 : Lots expérimentaux.

Température ambiante (22 ±1°C), HR de 75% à 80%	Température basse (10 ±2°C), HR de 85% à 90%
T1: Non thermisé: NT (Lot témoin), congelé	T2 : Non thermisé: NT (Lot témoin), congelé
Lot 1 : Thermisé: T	Lot 1 : Thermisé: T
Lot 2 : Non thermisé: NT	Lot 2 : Non thermisé: NT

3.2.4. Analyses physico-chimiques, nutritionnelles, et microbiologiques de la datte

3.2.4.1. Analyses physiques des dattes

Elle consiste à la détermination morphométrique : la longueur de la datte entière, la longueur du noyau ont été mesurées à l'aide d'un étrier, les poids de la datte entière, de

la pulpe et du noyau ont été effectués à l'aide d'une balance analytique. Une vingtaine de dattes a servi à faire les différentes mesures.

Les analyses suivantes ont été réalisées sur un échantillon de 10 dattes [115].

- la couleur a été appréciée visuellement ;
- la consistance : déterminée par le calcul de l'indice r ;
- les dimensions sont déterminées à l'aide d'un pied à coulisse et le rapport suivant a été déterminé :

$$\text{rapport longueur/largeur} = \frac{\text{Longueur de la datte (cm)}}{\text{Largeur de la datte (cm)}}$$

Le poids est déterminé à l'aide d'une balance analytique et l'indice de qualité R a été défini par le rapport du poids du noyau sur celui de la datte entière [116].

$$R = \frac{\text{Poids du noyau}}{\text{Poids de la datte entière}} \times 100$$

Indice r : Les dattes sont réparties en trois catégories : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches de consistance dure selon l'indice «r»

$$r = \frac{\text{teneur_en_sucre}}{\text{teneur_en_eau}}$$

- Expression des résultats :

- Dattes molles : $r < 2$
- Dattes demi-molles : $2 < r < 3,5$
- Dattes sèches : $r > 3,5$

3.2.4.2. Analyses chimiques des dattes

A partir de chaque échantillon, nous avons réalisé 03 prélèvements constitués chacun de 05 à 06 fruits. Les dattes sont dénoyautées et broyées jusqu'à obtention d'une pâte homogène, représentative de l'échantillon étudié. Chaque prélèvement a servi à réaliser les analyses suivantes :

3.2.4.2.1. Détermination du pH

Le pH des dattes et de leur sirop est déterminé à l'aide d'un pH mètre Une électrode de verre dont le potentiel dépend de la concentration en H_3O^+ de la solution, est plongée dans la solution une fois le pH-mètre étalonné, on relève la valeur de pH. Le résultat représente la moyenne de trois répétitions [117].

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

- Couper en petits morceaux une partie de l'échantillon;
- Placer le produit dans un bécher et y ajouter trois fois son volume d'eau distillée;
- Chauffer au bain-marie pendant 30 mn en remuant de temps en temps avec une baguette de verre;
- Broyer ensuite le mélange obtenu dans un mortier et procéder à la détermination du pH en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

3.2.4.2.2. Acidité titrable [118]

L'acidité est déterminée par un dosage potentiométrique, utilisant la soude 0.1N comme titrant et la phénolphthaléine (1%) comme indicateur coloré. Titrage de l'acidité d'une solution aqueuse de dattes avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

- Peser à 0.01g près au moins 25 g de dattes broyées;
- Placer l'échantillon dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu' à l'obtention d'un liquide homogène;
- Adapter un réfrigérant à reflux à la fiole conique puis chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 mn jusqu'à l'ébullition ;
- Refroidir, transvaser quantitativement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidi. Bien mélanger puis filtrer ;
- Prélever à la pipette 25 ml du filtrat et les verser dans un bêcher;

- Ajouter quelques gouttes de phénolphaléine et tout en agitant, titrer avec de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

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

$$A\% = \frac{(250 \times V_1 \times 100)}{(V_0 \times M \times 10)} \times 0.07 = 175 \frac{V_1}{V_0 \times M}$$

Soit :

A % : Acidité titrable ;

M : Masse en grammes de produit prélevé ;

V₀ : Volume en millilitres de la prise d'essai ;

V₁ : Volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N utilisé ;

0.07 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

3.2..4.2.3. Détermination de la teneur en eau

Un très grand nombre de méthodes sont décrites. Elles sont consignées dans les normes Afnor [36] La teneur en eau déterminée par dessiccation d'un échantillon de 2 g de dattes dans une étuve isotherme a une température de 70°C ±2°C pendant 48H pour éviter la caramélisation de sucres [119] .

La mesure de teneur en eau des dattes peut être déterminée par séchage de quelques grammes (3-5g) de pulpe de datte jusqu'à poids constant. Reynes, (1997) [120] introduit 3g de matière fraîche dans des coupelles en aluminium tarées et placées dans une étuve sous vide à 70°C. Les échantillons sont pesés jusqu'à poids constant après refroidissement dans un dessiccateur contenant du gel de silice. Belarbi, (2001) [121] a utilisé la dessiccation de 5g de datte dans une étuve ventilée à 70°C pendant 24 heures suivies d'un étuvage sous vide à 65°C pendant 48 heures. Achour M. et al. (2003) [78] ont procédé à la dessiccation de 5g hachés de datte Deglet- Nour dans une étuve à 105°C jusqu'à poids constant. D'autres auteurs ont utilisées des méthodes similaires à la différence de l'utilisation ou non, du vide et variabilité des temps et les températures de dessiccation. Il semble que les protocoles utilisés par [120, 78] soient plus rapides étant donné qu'ils se réfèrent à la stabilisation du poids et non à un nombre d'heures.

La teneur en eau déterminée selon le protocole [122] dont le principe consiste à soumettre une datte dénoyautée représentative du lot à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ jusqu'à dessiccation complète. La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 1 g broyée et étalée dans une capsule en porcelaine puis séchée dans une étuve à une température de $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

La teneur en eau exprimée en g $\text{H}_2\text{O}/100\text{g}$ de MF est calculée selon la formule suivante :

$$\boxed{\text{Teneur en eau} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 (\%)}$$

TE % : Teneur en eau ;

m_1 : est la masse de la capsule + matière fraîche avant étuvage (g) ;

m_2 : est la masse de la capsule + matière fraîche après étuvage (g) ;

P : est la masse de la prise d'essai (g) ;

Matière sèche (%) = $100 - H$ (%).

Où m_1 est le poids de la capsule de pesée vide, m_2 est le poids de la capsule avec l'échantillon et m_3 le poids de la capsule avec l'échantillon après dessiccation.

3.2.4.2.4. Détermination du taux de cendres

L'analyse repose sur l'incinération d'une prise d'essai jusqu'à combustion complète des matières organiques suivie d'une pesée du résidu obtenu. 10g de la pulpe de datte broyée sont calcinés à 550°C dans un four à moufle [123]. Le taux de cendres, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par la formule suivante:

$$\boxed{\text{Taux de cendres} = (m_2 - m_1) \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{100 - w}}$$

m_0 : masse en grammes de la prise d'essai ;

m_1 : masse en grammes de la capsule d'incinération ;

m_2 : masse, en grammes de la capsule et du résidu d'incinération ;

w : teneur en eau en pourcentage par masse de l'échantillon.

3.2.4.3. Caractéristiques biochimiques des dattes

3.2.4.3.1. Dosage des sucres totaux par spectrophotométrie

L'extraction des sucres selon la technique décrite par Reynes, (1997). [120] pour chaque prélèvement, est obtenue par addition à 3 g de la pâte de dattes de 100 ml d'éthanol à 80% (v/v) sous reflux pendant 01 heure. Cette opération est répétée 2 fois. Les extraits réunis ainsi obtenus sont concentrés au Rotavapor et ajustés à un volume final de 50 ml avec de l'eau distillée, puis centrifugés à 5000 rpm pendant 15 min et filtrés (0,45 µm). L'extrait alcoolique servira à la détermination des taux de sucres comme suit :

Les sucres totaux sont dosés selon la méthode colorimétrique au phénol sulfurique. A 2 ml de l'extrait alcoolique sont additionnés successivement, 0,1 ml de la solution de phénol à 80% et 6 ml de H₂SO₄. Agiter et laisser reposer pendant 10 min. La coloration présente un maximum à 490 nm et suit la loi de Beer-Lambert pour des concentrations entre 10 et 80µg d'équivalent glucose.

3.2.4.3.2. Dosage des sucres réducteurs par la méthode Bertrand

Cette méthode de dosage repose sur les propriétés réductrices des glucides [122]. Elle consiste à doser l'ensemble des glucides dits réducteurs.

Le dosage se déroule en trois étapes :

- Réduction de la liqueur de Fehling par les glucides ;
- Isolement du cuivre ;
- Dosage du cuivre par KMnO₄.

Le résultat est déduit d'une table établie expérimentalement par Bertrand qui relie la quantité de cuivre isolé à celle de Glucides.

3.2.4.3.3. Détermination du taux d'inversion

Le taux d'inversion est calculé par le rapport sucres réducteurs/sucres totaux. Il exprime la vitesse d'inversion du saccharose en sucres réducteurs.

3.2.4.3.4. Dosage du saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la formule suivante :

$$\boxed{\% \text{ saccharose} = \% \text{ sucres totaux} - \% \text{ sucres réducteurs totaux}}$$

3.2.4.3.5. Dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl

La teneur en matières azotées totales de l'aliment est déterminée par la méthode de Kjeldahl qui permet de mesurer la quantité d'azote d'un échantillon [124]. En considérant que toutes les protéines sont constituées de 16% d'azote, on obtient la teneur en protéines en multipliant le résultat trouvée par un facteur de conversion. Ce facteur est de 5,7 dans le cadre de l'alimentation humaine [124].

La méthode consiste à faire une première étape de minéralisation, en présence d'un acide et d'un catalyseur, pour transformer tout l'azote organique en azote minéral. L'alcalinisation du milieu permet ensuite de transformer l'ammonium en ammoniac. Ce dernier est enfin distillé et neutralisé par un acide, dont on dose l'excès n'ayant pas réagi. La teneur en azote total de l'échantillon est donnée, en % selon la formule :

$$TA = \frac{0,01401 \times T \times (V1 - V2) \times 100}{m}$$

TA : teneur en azote

T : Normalité de la solution d'acide sulfurique utilisée pour les 2 titrages

V0 : volume en ml, de la solution d'acide sulfurique utilisée pour l'essai à blanc

V1 : volume en ml, de la solution d'acide sulfurique utilisée pour la détermination

m : la masse en g de la prise d'essai.

3.2.4.3.6. Détermination de la teneur en lipides

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques non polaires [125]. Le produit est attaqué à chaud par une solution d'acide chlorhydrique. L'insoluble séparé par filtration et séché, est extrait par l'hexane ou l'éther de pétrole au moyen du Soxhlet. L'extrait est pesé après évaporation du solvant 20g de broyat de pulpe de datte fraicheont servi pour la détermination de la teneur en lipides.

Le taux des lipides est calculé par la formule suivante :

$$TL = \frac{P2 - P1}{P0} \times 100$$

TL : Taux de lipides (%) ; P₀ : Poids de la prise d'essai (g); P₁ : Poids du ballon vide (g) ; P₂ : Poids du ballon + matière grasse (g).

3.2.4.3.7. Dosage de l'acide ascorbique (Vit C)

10g de datte sont broyés très finement en présence de 20 ml d'eau distillée à 4% d'acide oxalique. Le filtrat est complété jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée. La DO est lue au spectrophotomètre UV-Vis Pye Unicam Sp. modèle 9000 à 285 nm et les résultats sont exprimés en mg d'acide ascorbique pour 100g de matière [126]. Une courbe étalon est établie pour des concentrations croissantes de 25 mg à 200 mg/L d'acide ascorbique.

3.2.4.3.8. Degré Brix

Le degré Brix est mesuré à l'aide d'un réfractomètre qui indique la concentration de la solution donnée en g de matière sèche soluble pour 100ml de solution.

3.2.4.4. Caractéristiques microbiologiques des dattes

L'évaluation de la qualité microbiologique d'un produit alimentaire concerne deux aspects : la qualité hygiénique qui caractérise le risque pour la santé du consommateur et la qualité commerciale qui caractérise l'existence ou le risque d'altération [127].

On utilise la technique de numération à partir d'un milieu solide, cette méthodologie est le plus fréquemment réalisée dans des boîtes de Pétri, elle repose sur le principe que toute bactérie vivante introduite en masse ou en surface d'un milieu gélosé favorable donne naissance après incubation à des colonies macroscopiques. Le nombre total de colonies correspond alors au nombre d'UFC.

Les analyses microbiologiques ont été effectuées sur des échantillons des dattes étudiées. Les prélèvements des échantillons des dattes destinés à l'analyse microbiologique ont été effectués dans les meilleures conditions d'asepsie.

Pour la préparation de la dilution mère peser 5g de chaque échantillon de datte et les introduire dans des flacons stériles contenant 45 ml de diluant (eau physiologie stérile). On prépare les dilutions suivantes : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} .

Etant donné la nature solide des dattes, une mise en solution de la flore microbienne est obligatoire. Pour cela nous avons procédé à la préparation de la solution mère de dattes. On a introduit aseptiquement 5g de l'échantillon dans un sac stérile contenant au préalable 45 ml de l'eau physiologique stérile (diluant) puis on homogénéise

l'ensemble. La solution obtenue constitue la solution mère qui correspond à la dilution 10^{-1} . Cela est répété pour les trois types d'échantillons.

3.2.4.4.1. Recherche et dénombrement de la flore aérobie mésophile totale (FAMT)

Il s'agit de l'ensemble des microorganismes capables de se multiplier en aérobiose à des températures optimales de croissance comprise entre $+20^{\circ}\text{C}$ et $+45^{\circ}\text{C}$ [128]. Sur le plan technologique une flore mésophile nombreuse indique que le processus d'altération microbienne est fortement engagé [129].

Au cours des essais de conservation, le dénombrement de la flore «globale» permettra de juger l'incidence de ces diverses opérations de conservation [130].

Le dénombrement des F.A.M.T est réalisé sur gélose standard pour numération P.C.A (Plate Count Agar) par ensemencement en profondeur de 1 ml des dilutions dans la masse du milieu gélose de numération (15 ml de milieu en surfusion à $45-47^{\circ}\text{C}$) [131]. Seules les boîtes ayant un nombre de colonies comprises entre 30 et 300 seront prises en compte.

3.2.4.4.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

D'après les estimations, il y a environ 1,5 millions d'espèces fongiques [132]. Les levures et moisissures sont des agents importants de détérioration des aliments acides ou à faible activité d'eau. Les mycotoxines qu'ils excrètent et présentes dans les aliments inspirent des préoccupations croissantes. A partir de dilution on prend 0,1 ml et on le porte sur la surface de P.D.A. L'incubation se fait à 25°C Pendant 7 jours.

3.2.5. Analyses sensorielles des dattes

Les tests hédoniques sont conçus pour mesurer le degré d'appréciation des dattes. On se sert d'échelles de catégories allant de «aime beaucoup» à «n'aime pas du tout» en passant par «neutre» avec un nombre variable de catégories intermédiaires. Les dégustateurs choisissent, pour chaque échantillon, la catégorie qui correspond à leur degré d'appréciation [133].

Aux fins de l'analyse des données, les catégories sont converties en notations numériques allant de 1 à 9, où 1 correspond à «n'aime pas du tout» et 9 «aime beaucoup». Les notations de chaque échantillon sont présentées sous forme de tableaux et analysées au

moyen de l'Analyse de variance (ANOVA) pour déterminer s'il y a des différences significatives dans le degré d'appréciation moyen entre les échantillons de dattes étudiées.

Pour la Description de la tâche des dégustateurs, on demande aux dégustateurs d'évaluer des échantillons codés de plusieurs produits en indiquant leur degré d'appréciation sur une échelle à 9 niveaux. Pour cela, ils indiquent une catégorie sur une échelle qui va de «aime beaucoup» à «n'aime pas du tout» selon la figure 1 en annexe. Ils peuvent inscrire plus d'un échantillon dans chaque catégorie. Les échantillons sont présentés dans des contenants identiques, codés avec des numéros aléatoires à 3 chiffres. Chaque échantillon doit avoir un numéro distinct. L'ordre des échantillons peut être fixé au hasard pour chaque dégustateur ou, si possible, prévu à l'avance. Quand l'ordre de présentation est prévu, chaque échantillon est servi à chaque position (premier, second, troisième, etc.) un nombre égal de fois.

Aux fins de l'analyse des données, les catégories sont converties en notations numériques allant de 1 à 9, où 1 correspond à «n'aime pas du tout» et 9 «aime beaucoup». Les notations de chaque échantillon sont présentées sous forme de tableaux et analysées au moyen de l'Analyse de variance (ANOVA) pour déterminer s'il y a des différences significatives dans le degré d'appréciation moyen entre les échantillons. Avec l'Analyse de variance, la variance totale est répartie en variances affectées à des sources précises. La variance des moyennes entre les échantillons est comparée à celle au sein de l'échantillon (ainsi appelée l'erreur expérimentale aléatoire). Si les échantillons ne sont pas différents, la variance des moyennes entre les échantillons sera comparable à l'erreur expérimentale. La variance imputable aux dégustateurs ou aux autres effets de blocage peut également être vérifiée par rapport à l'erreur expérimentale aléatoire.

La mesure de la variance totale pour le test est la somme des carrés totale ou SC (T). La variance mesurée entre les moyennes de l'échantillon est la somme des carrés des traitements ou SC (Tr). La mesure de la variance entre les moyennes des dégustateurs est la somme des carrés des dégustateurs ou SC (D). La somme des carrés des erreurs, SC (E), est la mesure de la variance imputable à l'erreur expérimentale ou aléatoire. Les carrés moyens (CM) pour le traitement, les dégustateurs et les erreurs sont calculés en divisant chaque SC par son degré de liberté (dl) respectif. On calcule ensuite le coefficient de CM (Tr) sur CM (E) et de CM (D) sur CM (E). C'est ce qu'on appelle les coefficients F ou les valeurs de F. Les F calculés sont ensuite comparés aux tableaux du coefficient F pour déterminer s'il y a des différences significatives entre les traitements ou les moyennes des

dégustateurs. Si le coefficient F calculé dépasse celui du Tableau pour le même degré de liberté, on a la preuve qu'il y a des différences significatives. Le tableau 3 en annexe donne les coefficients F pour des niveaux de signification respectifs de 0,05 et 0,01. Une fois qu'on a trouvé une différence significative, on peut procéder aux tests de comparaisons multiples pour déterminer quel traitement ou quelle moyenne de population diffère de l'autre.

3.2.6. Traitement statistique des données

Le traitement statistique des résultats a été effectué à l'aide de deux logiciels : Statistica 6.1 (2004) et XL-Stat 7.1 (2004). Parmi les méthodes statistiques un certain nombre d'entre elles est utilisé lors de l'exploitation des résultats.

3.2.6.1. Test de Student (Test t)

Le test t compte parmi les procédures statistiques les plus fréquemment employées. Il sert à comparer les différences de moyennes entre deux groupes. Le test suppose que les variables sont normalement distribuées et que les variances de chaque groupe sont égales [134].

3.2.6.2. ANOVA factorielle

L'analyse de la variance factorielle vise à comparer les moyennes obtenues par des groupes indépendants qui se différencient sur deux ou plusieurs facteurs [135].

3.3. Résultats et discussion

3.3.1. Caractérisation morphologique des échantillons de datte

Les résultats des échantillons montrent une différence significative ($p < 0,05$) à très significative ($p < 0,01$) de différentes parties étudiées : datte entière, et noyau. D'autres études ont noté que la différence entre les valeurs obtenues pour la longueur, le poids se sont des différences significatives quant aux caractères morphologiques entre cultivars [136, 137].

3.3.1.1. Longueur et largeur du fruit

La longueur moyenne du fruit varie de 43,40 à 44,59 mm. Les échantillons de dattes non thermisées stockées à température basse (10°C) sont les dattes les plus longues,

avec une valeur moyenne de 44,59; l'échantillon des dattes thermisées stockées à température ambiante (22°C) présente la plus petite longueur soit 43,41 mm. Ces valeurs d'une part sont proches de celles trouvées pour les mêmes variétés algériennes provenant d'autres régions [138], d'autre part comparées à celle trouvées pour des variétés tunisiennes, qui varient de 3,80 à 2,75cm, s'avèrent plus élevées [139]. Néanmoins la valeur moyenne la plus élevée (44,59 mm) obtenue est légèrement inférieure à celle rapportée par Acourene et *al.* (2001) [140] pour une autre variété algérienne *Sebaa Bydraa* (5,20 cm). Munier, (1973) [116], rapporte que la fertilisation et l'irrigation convenables des palmiers donnent des dattes avec des longueurs, des diamètres et des poids meilleurs que ceux mal entretenus.

Les échantillons des dattes thermisées et non thermisées stockées à température ambiante (22°C), ont présenté une largeur, respectivement, (20,59 +0,77mm) et (21,46 +0,04mm), les échantillons des dattes stockées à température basse (10°C), bien que, sur le plan statistique ces différences sont très significatives ($p < 0,01$) et significatives ($p < 0,05$) par rapport aux échantillons thermisés et non thermisés stockées à température ambiante.

3.3.1.2. Poids de la datte entière, et du noyau

Le poids des dattes constitue un critère de qualité qui permet de différencier entre les échantillons. Dans le tableau de l'annexe 1 sont présentés le poids total moyen des dattes étudiées et de leur constituant à savoir le noyau.

Le poids moyen varie de 10,94g à 11,51g. L'échantillon de dattes thermisées stockées à la température basse présente le poids le plus élevé par rapport aux autres échantillons des dattes étudiées, suivi de *Deglet nour*. Bien que, cette augmentation ne soit pas significative ($p > 0,05$).

Nos résultats concordent avec ceux rapportés par Acourene et *al.* (2013) [138], pour les dattes issus des échantillons thermisés et non thermisés stockés à température ambiante (22°C), ainsi que celles des échantillons non thermisés stockés à température basse (10°C) (respectivement 10,94-11,29 et 11,15 g) ; cette différence pourrait être expliquée par les conditions climatiques, de culture et la localité. En comparaison avec d'autres études, on constate que les poids des dattes diffèrent d'une variété à l'autre et d'une région à l'autre. Les poids de 54 variétés de dattes algériennes étudiées par Acourene et *al.* (2013) [138] sont compris entre 19,41g et 3,88g pour *Baydh-Ghoul* et d'*Ech El Oued*

respectivement ; les variétés de dattes soudanaises varient de 12,78 - 6,57g respectivement pour *Black Gau et Red Gau* [141]. Enfin les lots de dattes n'ont pas montré après thermisation, une perte de poids importante (de l'ordre de 0,60g, et 0.50g seulement) par rapport aux lots témoins non thermisés stockés, respectivement, à température ambiante (22°C) et basse (10°C).

Les poids moyens du noyau le plus faible et le plus élevé sont de (0,83g +0,04g) pour les dattes thermisés stockés à température basse (10°C). Cette valeur est légèrement inférieure à ceux trouvés pour les autres échantillons des dattes étudiées. Cependant pour des variétés tunisiennes, il a été rapporté que les poids du noyau le plus élevé et le plus faible, sont respectivement 1,89 g pour la variété *Beidh hmam* et 1,36 g pour *Khalt Ahmar* [139]. Cette différence entre poids et longueur de la datte entière et noyaux a permis à certains auteurs l'évaluation de la qualité des dattes irakiennes et égyptiennes [142]. Enfin les résultats obtenus pour tous les indices, sont supérieurs à ceux trouvés par Khenfar, (2004) et Acourene, (1997) [143, 144]. Ce qui peut s'expliquer par les conditions dans lesquelles sont réalisées les mesures sachant l'instabilité de la teneur en eau du produit et donc de sa structure et les zones géographiques de récolte.

3.3.1.3. Rapport de qualité R

L'analyse des caractéristiques physique des dattes Deglet Nour a montré un rapport de qualité R égal à 8,56% qui augmente dans les dattes thermisées pour atteindre 8,87%. Bien que, cette augmentation ne soit pas significative ($p > 0,05$), la thermisation ayant provoqué une diminution de la teneur moyenne en eau de la datte et donc une perte du poids, a entraîné par conséquent une augmentation du rapport de qualité R.

Ces valeurs rentrent dans la gamme admise pour les dattes demi-molles variété Deglet-Nour, dont le rapport R est compris entre 8 à 12% [116, 145, 120]. Les fruits ayant les dimensions les plus grandes sont ceux de la variété Menakher (4,9 cm \pm 0,2) de long), Alligh (4,7 cm), Boufagous (4,6 cm), ces dimensions sont nettement supérieures à celles de la Deglet Nour (4,3 cm) ou à celles des principales variétés irakiennes telles que la Khiyara (4,3 cm) [146]. La comparaison des poids des fruits et de leur teneur en pulpe laisse apparaître que le poids moyen d'un fruit de la variété Deglet Nour est de l'ordre de 10 grammes.

De même, Selon les normes fixées par le ministère Algérien de l'Agriculture dans l'arrêté interministériel du 17 novembre 1992 cité par Acourene, (2001); Mohammed, (1983); Meligi, (1982) [140, 147, 148], Une datte est dite de qualité physique et biochimique acceptable lorsque les critères suivants sont respectés :

- Aucune anomalie et non endommagée;
- Un poids supérieur ou égal à 6 g;
- Un poids en pulpe supérieur ou égale à 5 g;
- Un poids du noyau supérieur ou égal à 5 g ;
- Une longueur supérieure ou égale à 3,5 cm;
- Un diamètre supérieur ou égal à 1,4 cm;
- Un pH supérieur ou égal à 5,4;
- Une humidité comprise entre 10-30%;
- Une teneur en sucres supérieure ou égal à 65%

3.3.2. Caractérisation physicochimique, biochimique et microbiologique de datte

Des analyses physicochimiques, biochimiques, et microbiologiques ont été effectuées durant la période expérimentale et ont porté sur des échantillons de dattes prélevés à partir de chaque lot (témoin et expérimental). Plusieurs facteurs influencent la composition des dattes. On s'intéresse particulièrement, dans notre étude, aux effets de la thermisation, un paramètre représentatif de la variation physicochimique, biochimique, et microbiologique des dattes.

3.3.4. Etude de l'effet de la thermisation sur la composition physico-chimique et biochimique des dattes

Le test de Student est appliqué pour montrer si des différences sont observées au niveau des paramètres des dattes, en fonction de la thermisation (Thermisé et Non thermisé).

La comparaison entre échantillons (tout traitement confondu), montre que la thermisation a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la quantité de la matière glucidique (sucres totaux), en faveur des échantillons non thermisés et thermisés stockés à une température basse (10°C) avec une moyenne de 60,18% MF et 58,60% MF, contre 55,42% MF et 54,43% MF pour les échantillons non thermisés et thermisés

qui ont été stockés à la température ambiante (22°C). De même la thermisation a une influence très hautement significative ($p < 0,01$) sur la quantité de la matière protéique, en faveur des échantillons thermisés stockés à une température basse (10°C) avec une moyenne de 1,87% et 1,98%, contre 2,56% et 2,68% pour les échantillons non thermisés qui ont été stockés à la température ambiante (22°C) et basse (10°C).

La thermisation a également une influence significative ($p < 0,05$) sur la quantité de sucres réducteurs, en faveur des échantillons non thermisés stockés à une température basse (10°C) avec une moyenne de 22,91% MF, contre 25,59 %MF pour les échantillons thermisés qui ont été stockés à la température ambiante (22°C).

Mais aussi la thermisation a influencé significativement ($p < 0,05$) sur la quantité de la matière protéique, lipidique, taux de cendre, et l'acidité, en faveur des échantillons thermisés stockés à une température basse (10°C) avec une moyenne respectivement de 1,98%, 0,25%, 1,53%, et g/100g MF.

3.3.4.1. Effet de la thermisation sur le pH

Le pH de l'aliment est une des grandeurs qui influe sur le comportement des microorganismes et les activités enzymatiques. A des pH en dessous de 4,5, l'activité et la survie d'une grande flore microbienne sont très réduites. Entre 4,5 et 6,0, seuls les acidotolérants résistent. Au pH neutre, la plupart des microorganismes se trouvent dans les conditions optimales de survie.

Le pH est un indice de qualité déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération [149, 150, 151].

Donc, il est important de mesurer le pH, afin de connaître la stabilité de l'aliment vis-à-vis les microorganismes. Il est rare que les microorganismes pathogènes pour l'homme se développent à un pH acide, inférieur à 4 [152]. Selon Meligi et Sourial [142, 147] ont classé les dattes en trois groupes selon leur pH ;

- Dattes de mauvais caractère : pH inférieur à 5,4
- Dattes de caractère acceptable : pH compris entre 5,4 et 5,8
- Dattes de bon caractère : pH supérieur à 5,5

La figure 3.1.a représente les valeurs du pH des dattes des échantillons stockés à température ambiante (22°C).

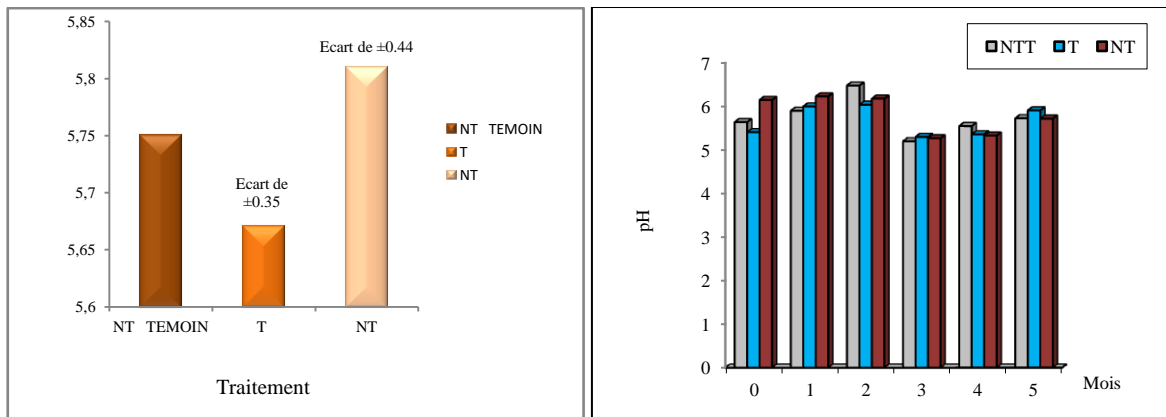


Figure 3.1.a : Variation des valeurs du pH en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

La figure 3.1.a montre qu'il existe un écart de $\pm 0,35$ g/l, en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisé qui a présenté également un pH plus supérieur (5,75) par rapport à l'échantillon de datte thermisé est inférieure par rapport à l'échantillon de datte non thermisé avec un écart négatif qui s'évalue à $\pm 0,44$.

La lecture du pH de ces dattes a donné des valeurs moyennes de 5,75, 5,67, et 5,81 issus respectivement des échantillons des dattes témoins non thermisés, thermisés, et non thermisés. Ces valeurs s'inscrivent dans la norme rapportée par Munier, (1973) [116] de 5,6 à 6,3 et par (Reynes et al., 1996) [145], de 5 à 6. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus pour d'autres variétés algériennes qui s'étalent de 5,62 à 7,15 [138]. Selon Barreveld, (1993) [80], les valeurs de pH les plus courantes pour les dattes commercialisées vont de 5,3 à 6,3, selon le même auteur le pH peut varier au cours du stockage, résultat d'une certaine détérioration.

Cependant, différents auteurs ont trouvé des valeurs de pH plus élevées (environ 7) dans certaines variétés de dattes de haute qualité [139, 153]. Nos valeurs sont nettement conformes à celles trouvées par Acourene et al. (2013) [138] et ce pour l'échantillon témoin non thermisé (5,75), thermisé (5,67) et non thermisé (5,81).

Par ailleurs, nos valeurs se situent dans la gamme de pH qui oscillent entre 5 et 6,8 obtenue par El Arem et al. (2011), Ben Ismail et al. (2013), Reynes et al. (1994) [139, 154, 119] pour des variétés tunisiennes, Khalil et al. (2002) [155] pour les variétés égyptiennes,

Tafti et Fooladi, (2006) [156], pour des variétés iraniennes. Il semble que le pH est plus lié à la variété de dattes.

La figure 3.1.b représente les valeurs du pH des dattes des échantillons stockés à température basse (10°C).

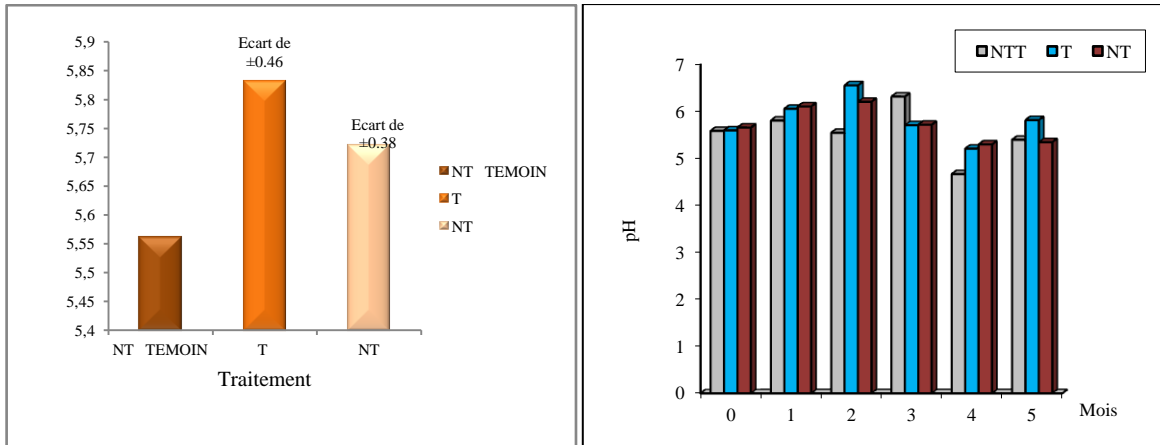


Figure 3.1.b : Variation des valeurs du pH en fonction des échantillons de dattes stockés à température basse (10°C) au cours de stockage.

Cette figure montre qu'il existe un écart de $\pm 0,46$ g/l, en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisé qui a présenté également un pH inférieur (5,57) par rapport à l'échantillon de datte thermisé (5,83), et par rapport à l'échantillon de datte non thermisé (5,72) avec un écart négatif qui s'évalue à $\pm 0,38$. Les valeurs de pH de l'ensemble des échantillons offrent à ces dattes une qualité de bon caractère. Il est à signaler que ces valeurs sont favorables pour la conservation de certaines vitamines du groupe B telles que B1, B2, B5, B9 B12 [157], vitamines prédominantes dans les dattes.

La thermisation a provoqué une augmentation non significative de cette valeur qui est passée à 5,80 ($p=0,371323$) au 5^{ème} mois de stockage pour les dattes non thermisées. De même, l'augmentation non significative de la valeur moyenne du pH des dattes sous l'action de la thermisation serait selon Khatchadourian, (1987) [158] le résultat de l'effet dépressif du traitement thermique sur la flore contaminante. Ceci est confirmé par l'évolution de l'acidité titrable. En effet selon ce même auteur, la thermisation diminue l'activité fermentaire des levures et des acidobacters. Sur un autre plan, la diminution sensible des valeurs du pH aux températures élevées confirme les résultats obtenus par Maier et Shiller, (1961) [159] sur la stabilisation des dattes par la chaleur. La diminution du pH semble être due à une réaction de brunissement de type non oxydatif. Cette

modification de pH selon ces mêmes auteurs, pourrait être entraînée par la condensation des acides aminés avec des sucres réducteurs.

La variation du pH de ces dattes fraîches a donné des valeurs moyennes de 5,57, 5,83, et 5,72 issus respectivement des échantillons des dattes témoins non thermisés, thermisés, et non thermisés. Ces valeurs s'inscrivent dans la norme rapportée par Munier, (1973) [116] de 5,6 à 6,3 et par Reynes et *al.* (1996) [145], de 5 à 6.

3.3.4.2. Effet de la thermisation sur la teneur en eau

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

L'eau est l'un des constituants essentiels du fruit. Elle a une importance fondamentale sur la qualité des dattes, et agit sur leurs conservations [160].

Selon Meligi et Sourial (1982) [142, 147] une datte à une humidité comprise entre 10 et 24 % est dite de bon caractère. L'ensemble des échantillons, non thermisés (témoin), thermisés, et non thermisés de dattes étudiées stockées à une température ambiante (22°C) ont une teneur en eau respectivement, de 22,30 %, 22,40%, et 21,23%. Ainsi que 22,60 %, 23,93%, 21,90% pour les échantillons, non thermisés (témoin), thermisés, et non thermisés de dattes étudiées stockées à une température basse (10°C), ce qui rend nos échantillons de dattes étudiées de bon caractère.

La teneur en eau des dattes est étroitement liée à l'humidité relative. Elle varie donc d'une région à une autre voire d'un microclimat à un autre. Les teneurs en eau des échantillons expérimentaux enregistrées après le stockage au froid (22°C) et à température basse (10°C) sont illustrées dans les figures 3.2.a et 3.2.b. Par ailleurs, nous constatons que plus la température de stockage est basse, plus ces teneurs s'élèvent. Les dattes entreposées à 10°C sont celles qui expriment les teneurs les plus élevées. Ceci peut se justifier par le fait qu'il s'agit d'une entité chimiquement plus humide par rapport aux deux autres échantillons des dattes étudiées. Les fruits absorbent donc de l'eau durant leur stockage. Cet échange est régi par un équilibre du système datte-milieu environnant lui-même conditionné par l'hygrométrie (lieux de stockage à humidité comprise entre 53% et 70%) et la température du milieu [161].

La teneur en eau est un paramètre fondamental pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de récolte, de stockage ou de conservation [142]. Les

teneurs élevées en eau rendent les échantillons de dattes qui ont un caractère mou susceptibles à la colonisation microbienne, dont celle de la flore fongique. La teneur en eau des différents échantillons de dattes étudiées varie de $24,16 \pm 0,78$ à $21,23 \pm 1,33\%$. Ces teneurs sont nettement inférieures à celle de la variété *Aziza* qui possède une teneur en eau de 45% [141], c'est l'une des plus hydratée parmi les variétés algériennes. Chaira et *al.* (2007) [162] ont trouvé pour la variété tunisienne, *Deglet nour*, 26,68% ; ce résultat est supérieur à la variété de l'étude *Deglet nour*, 24,16%. Les travaux d'Ahmed (1995) [163] ont montré que le taux d'humidité varie entre 9,20% à 32,10%. Cette différence peut s'expliquer par l'humidité du milieu de stockage et la situation géographique [164], ainsi que l'irrigation de chaque palmier [140].

Cette diminution de la teneur en eau serait vraisemblablement due à l'exposition thermique. La désorption de l'eau par les dattes de la variété *Deglet Nour* déterminée à la température de 21°C, représente une hystérésis caractéristique des produits alimentaires [161,165]. Cette évolution confirme les conclusions de Falade et *al.* (2007) [166] ont souligné l'influence de la variété et de la température de séchage sur l'évolution de la teneur en eau.

Ces teneurs justifient la classification de l'ensemble des échantillons des dattes étudiées dans la catégorie des dattes demi-molles et les rend susceptible d'être altérer, et leur stockage avec une telle teneur en eau, peut être dangereux provoquant une prolifération des micro-organismes ainsi qu'une accélération du déroulement d'autres réactions d'altérations (enzymatiques, biologiques, et biochimiques).

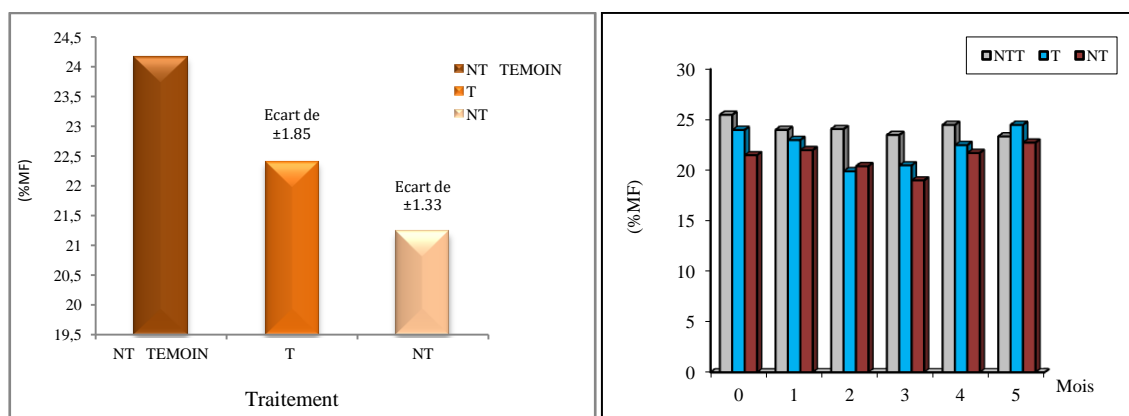


Figure 3.2.a : Variation des valeurs de la teneur en eau en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

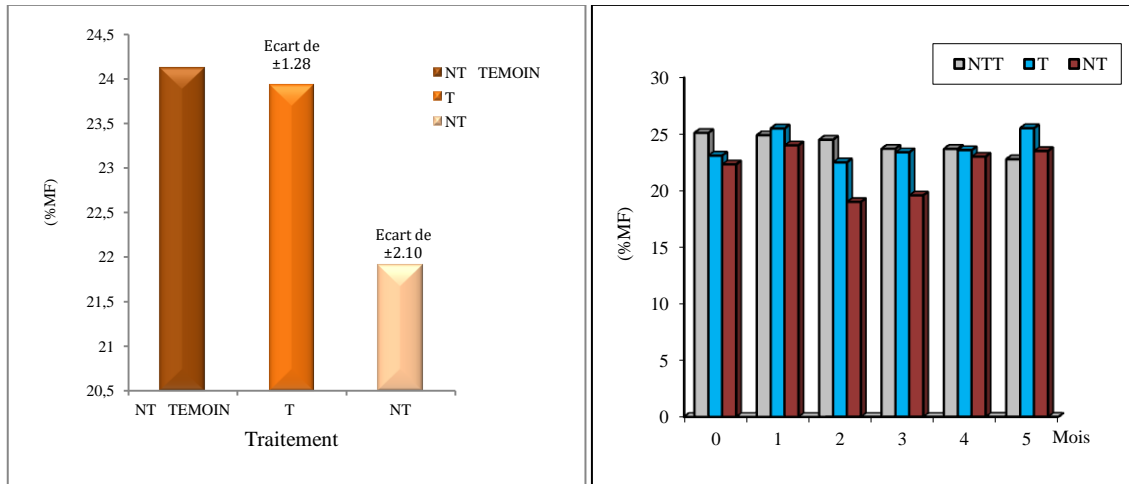


Figure 3.2.b : Variation des valeurs de la teneur en eau en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

Ces figures montrent qu'il existe un écart de $\pm 1,85\%$ MF, en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisée stockée à température ambiante (22°C), qui a présenté également une valeur de la teneur en eau plus supérieure (22,40% MF). Concernant l'échantillon de datte non thermisée est inférieure par rapport à l'échantillon de datte thermisée avec un écart positif qui s'évalue à $\pm 1,33\%$ MF. De même, il existe un écart de $\pm 1,27\%$ MF en faveur de l'échantillon témoin de la datte thermisée qui a présenté également une valeur de la teneur en eau plus supérieure (23,93% MF). Avec une valeur de la teneur en eau de l'échantillon de datte non thermisée qui est inférieure (21,90% MF) par rapport à l'échantillon des dattes thermisées stockées à température basse (10°C).

Ces valeurs sont analogues à celle trouvées par Hussein et Alhadrami (2003) [167] qui est de 7%. Elle est par contre, plus élevée que celles trouvées par Devshony et *al.* (1992) [168] pour d'autres variétés (4,22 – 4,78 %) et Al-Farsi et *al.* (2007) [169] (3,14% : variété *Mabseli*, 4,4% : variété *Um-Sallah* et 5,19% : variété *Shahal*) selon Hamada et *al.* (2002) [170].

La teneur en eau des échantillons de dattes est aussi comparable à celles des autres aliments tels que la paille de céréales (10-15%) (Chenost et *al.*, 1991) [171] et 7-11% (Chabaca et *al.*, 2000) [172], les pédicelles de dattes (10,4 %) [173], le blé (13,8%), l'orge (12,4 %) et l'avoine (12,6%) (Anonyme, 1999) [174].

Dans le même sens, Kanner et *al.* (1978) [175], rapportent que le taux d'humidité passe de 44 à 32% MF, de 50 à 21% MF et de 49 à 35% MF, respectivement, pour les variétés Halawi, Deglet-nour et Khadrawi, du stade vert au stade mûr. De leur côté, Booiij et

al. (1992) [164] ciblent deux stades de maturation, le stade II et le stade IV, pour toute les catégories de dattes. Ces résultats montrent que la variété Deglet-nour a tendance à perdre plus d'eau que d'autres variétés au cours de son développement.

Il est à noter qu'après traitement des dattes thermisées et non thermisées stockées à température ambiante (22°C) et basse (10°C), ont déjà perdu respectivement 7,28%, 12,13%, 0,75%, et 9,17% de sa teneur en eau enregistrée au stade stockage.

Aux différentes étapes de stockage du fruit, la teneur en eau passe d'un extrême (soit 7,28%-12,13% pour les échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C), respectivement thermisées et non thermisées) à l'autre (0,75%-9 % pour les échantillons de dattes stockées à température basse (10°C), respectivement thermisées et non thermisées) ; entre ces limites, il y a plusieurs niveaux d'humidité.

3.3.4.3. Effet de la thermisation sur l'acidité

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 [176].

Le taux de l'acidité de la datte est proportionnel à la teneur en eau et donc inversement proportionnel au degré de maturité. 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 temps d'exposition au soleil et la période de récolte [163]. La datte CHERKA analysée présente une acidité de 0,21% .Elle est en corrélation avec celle trouvée par Acourene et Tama (1997) [146] des dattes de variété MECH-DEGLA. Tandis que FEGGOUS présente une acidité de 0.19%, ce résultat est comparable à celui trouvé par Acourene et tama (1997) [177] pour les deux variétés GUELB-ECHA HALOUET et LOULACH.

Ces acides influent aussi sur les propriétés sensorielles des fruits [177]. 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 [176, 163, 178]. Une forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité. Comme il a été rapporté par Booiij *et al.* (1992) [164], Les valeurs rapportées [140] sont plus faibles et ne dépassent pas 1.90g/kg de matière fraîche.

La datte étudiée présente une acidité de 5,06 à 6,57 gramme d'acide citrique /100g du poids frais (par rapport à la matière fraîche "MF"). Ces valeurs sont supérieures à celles trouvées sur des variétés égyptiennes Siwi et Amhat et variant entre 0.1 et 0.22% (MS) [152, 178]. Toutefois, notre résultat reste largement inférieur à celui rapporté par Al-Farsi *et al.* (2005a) [176] qui ont trouvé des valeurs s'étendant de 1.9 à 2.7% et celles d'autres fruits qui sont de 0.7% pour la fraise [179] et 4% pour le cassis [180].

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 [176]. Ces acides influent aussi sur les propriétés sensorielles des fruits [177, 181]. 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... [176, 163, 178]. Un certain nombre d'acides organiques, prédominants, tels que les acides citrique, malique, oxalique et succinique ont été isolés dans la chair de la datte. Cependant, c'est au cours de la maturation que leurs teneurs tendent à décroître et à se stabiliser [176, 80].

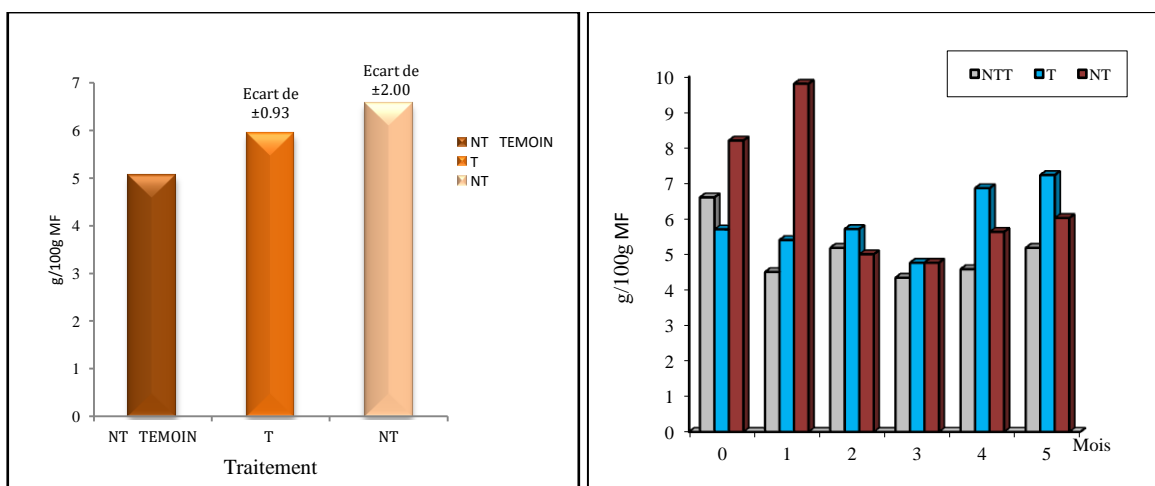


Figure 3.3.a : Variation des valeurs l'acidité en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

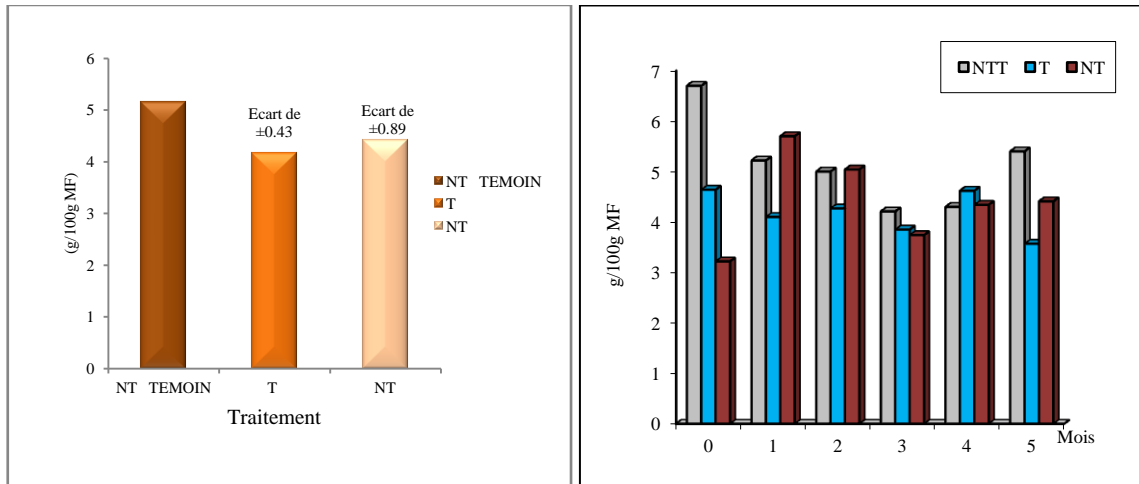


Figure 3.3.b : Variation des valeurs de l'acidité en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

Ces figures montrent qu'il existe un écart de $\pm 0,93$ g/100g MF, en faveur de l'échantillon témoin de la datte thermisé stockée à température ambiante (22°C), qui a présenté également une valeur d'acidité inférieure (5,06 g/100g MF). Concernant l'échantillon de datte non thermisé est supérieure (6,56 g/100g MF) par rapport à l'échantillon de datte thermisé avec un écart positif qui s'évalue à $\pm 2,00$ g/100g MF.

De même, il existe un écart de $\pm 0,42$ g/100g MF, en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisée qui a présenté également une valeur d'acidité plus supérieure (5,13 g/100g MF), avec une valeur d'acidité de l'échantillon de datte thermisé qui est inférieure (4,17 g/100g MF) par rapport à l'échantillon des dattes thermisées stockées à température basse (10°C).

L'acidité titrable a diminuée de 5,14 à 4,17 g/100g MF dans les échantillons des dattes stockées à température ambiante (22°C), mais cette diminution n'était pas significative et les lots de dattes.

Par contre, L'acidité titrable a augmentée de 5,06 à 6,57 g/100g MF dans les échantillons des dattes thrmisées stockées à température baisse (10°C) figure 3.3.a et 3.3.b respectivement, cette augmentation était significative ($p < 0,05$), respectivement $p = 0,039906$. Ces valeurs s'inscrivent dans l'intervalle donné pour les dattes demi-molles, dont l'acidité varie entre (2,2 à 6,3 g/100g MF) [116]. Azelmat et *al.* (2006) [182] travaillant sur la variété Boufegous, avec un autre traitement physique, l'irradiation, a toutefois signalé ces mêmes augmentations que celles montrées par la thermisation.

3.3.4.4. Effet de la thermisation sur la fraction glucidique

Les sucres existent sous deux formes : saccharose et sucres réducteurs. Les sucres réducteurs principaux sont le fructose et le glucose mais les dattes contiennent d'autres sucres tels que l'arabinose, le galactose et autres. Les sucres sont les constituants prédominants de la dattes. La dattes Deglet noir présente des teneurs en sucres totaux de 54,43% MF à 64,59% MF. L'effet de la thermisation se traduit par une diminution de la teneur en sucres totaux, mais cette diminution reste non significative pour les échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C).

Par contre, la thermisation induit une augmentation significative ($p < 0.05$) des sucres totaux des échantillons de dattes non thermisées et thermisées stockées à température basse (10°C), respectivement $p = 0,009848$ et $p = 0,003487$. D'après les figures 5.6.a et 5.6.b, la dattes renferme une teneur la plus supérieure 64,59% MF de sucres totaux. Cette valeur est comparable à celle trouvée pour la même variété, par Boutaida, (2004) [183] et qui est de 79.10% (MS). De nombreux auteurs, dont Munier, (1973), Sawaya et *al.* (1983), Mekki, (1983); [116, 184, 185] ayant travaillé sur plusieurs cultivars de palmier dattiers affirment que les teneurs en sucres des dattes variaient en fonction de la variété, du pollen, du stade de maturation et bien sûr du climat. Du point de vue composition et nature des sucres, la nature des sucres varie aussi, en fonction de la consistance de la dattes. Selon Khatab et *al.*, (1983) [186] les variétés sèches de dattes renferment des teneurs élevées en saccharose.

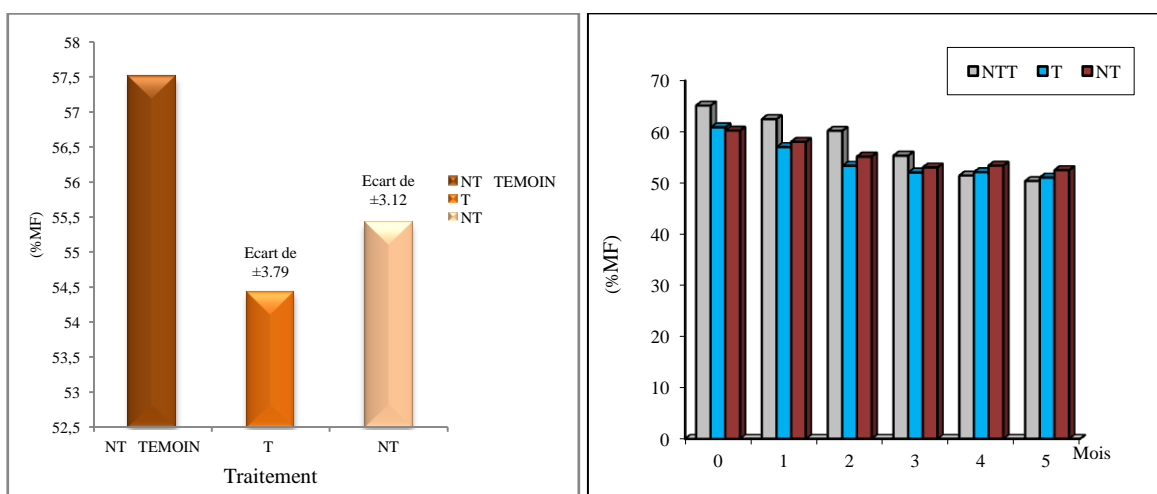


Figure 3.4.a : Variation des valeurs de sucres totaux en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

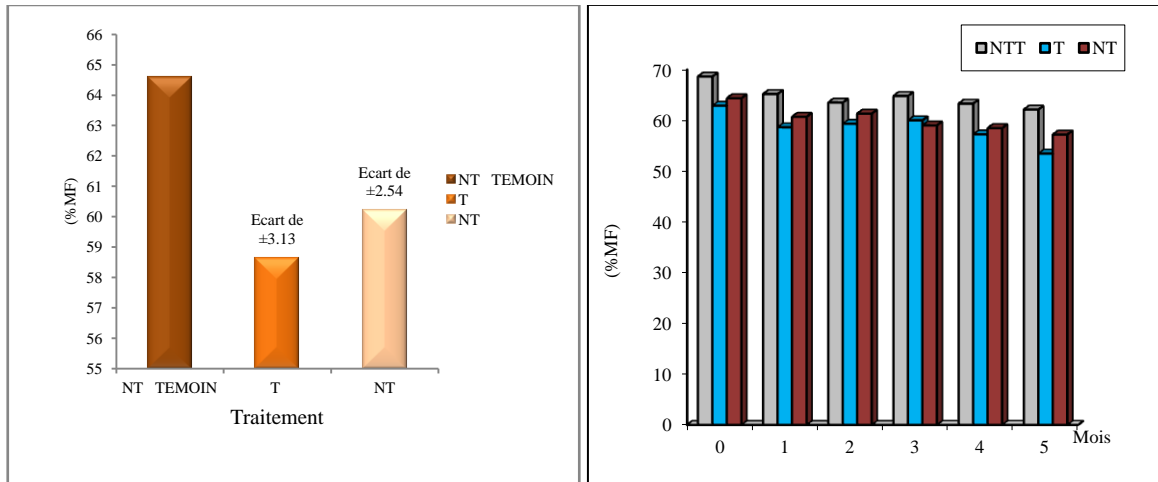


Figure 3.4.b : Variation des valeurs de sucres totaux en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

Ces figures montrent qu'il existe un écart de $\pm 3,79\%$ MF, en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisée stockée à température ambiante (22°C), qui a présenté également une valeur de sucres totaux (57,51% MF). Concernant l'échantillon de datte non thermisée est inférieure (55,41% MF) par rapport à l'échantillon de datte thermisée avec un écart positif qui s'évalue à $\pm 3,12\%$ MF.

De même, il existe un écart de $\pm 3,13\%$ MF, en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisée qui a présenté également une valeur d'acidité inférieure (58,60% MF), avec une valeur de sucres totaux de l'échantillon de datte non thermisée qui est supérieure (60,18% MF) par rapport à l'échantillon des dattes thermisées stockées à température basse (10°C). Ces valeurs sont du même ordre de grandeur avec celle trouvées dans la bibliographie, dont le taux de sucres totaux est compris entre 54 et 92% Reynes *et al.* (1995), Bouabidi *et al.* (1996), Açourene, (2001), Zaid, (2002) [187, 188, 140, 113]. De même, ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par de nombreux auteurs [189, 190, 114]. Nos résultats se rapprochent toute fois de ceux trouvés par Sawa *et al.* (1983) et Lamboite, (1983) [191, 192] puisqu'ils sont compris entre 60 et 80%.

Les résultats obtenus pour les sucres totaux des six échantillons de dattes étudiées montrent que les sucres constituent la majorité des lots de la datte stockée à température basse (10°C) figure 3.4.b. Ceci leur confère une grande valeur énergétique. L'échantillon des dattes non thermisées stockées à température basse (10°C), renferment une teneur en sucres totaux la plus élevée >60%, et L'échantillon des dattes thermisées stockées à température ambiante (22°C) contient le taux le plus faible en sucre : inférieur à 60%. Les

mêmes observations sur la variabilité ont été faites sur d'autres variétés de dattes: En Algérie, les cultivars *Laoun-Bouarrous*, *Oudane*, *Hamrayet-Elgharb*, *Dguel-Maaroufi* et *Dguel-Daim* présentent des teneurs en sucres totaux très élevées, supérieures à 80 % tandis que *Mahdia* et *Noyet-Deglet-nour* ont des teneurs plus faibles : inférieures à 60 % [140].

Au niveau international, pour des variétés marocaines le taux varie de 83% (*Taabbount*) à 61% (*Admam*) [193]. El Arem et *al.* (2011) [139] rapportent pour des variétés tunisiennes un taux allant de 52,67 pour *Alig* à 61,47% pour *Deglet nour*. Une autre étude menée par Ben Ismail et *al.* (2013) [417] sur d'autres cultivars tunisiens ont trouvé un taux qui varie de 44 à 62,7% respectivement pour *Zehdi* et *Mnekher*. [194] ont montré pour les variétés *Naghal* et *Hilali Ahmr* un taux qui varie de 44 à 88%. Cette variation dans les concentrations des glucides peut être attribuée à des différences entre cultivars, à la nature du sucre, au stockage et à la dispersion géographique.

Plusieurs auteurs confirment la présence du saccharose, glucose et fructose mais à des proportions différentes selon les variétés. Plusieurs études menées sur les dattes Saoudiennes, Emiriennes et Omaniennes Sawaya et *al.* (1983); Ahmed et *al.* (1995); Al-Hooti et *al.* (1997); Al-Farsi et *al.* (2005) [195, 163, 196, 176] ont montré que les variétés contenant seulement le glucose et le fructose présentent les taux de sucres totaux faibles. Dowson et Aten, (1963) [190] rapportent que les dattes sèches sont riches en saccharose et les dattes molles et demi-molles sont riches en sucres réducteur. Nos résultats comparés à ceux d'autres dattes : 14,1% pour la grenade Al-Maiman et Ahmed, (2002) [197], 21% pour l'ananas Grizotto et *al.* (2007) [198] et 6,25% pour les mûres Kafkas et *al.* (2006) [199], nous permettent d'en déduire que les dattes sont des fruits sucrés.

La provenance des dattes ne semble pas avoir une influence sur l'évolution inévitable des sucres totaux en sucres réducteurs lors de l'entreposage. Les sucres réducteurs favorisent le phénomène de brunissement non enzymatique [200] qui serait probablement responsable de la coloration brune des dattes. Globalement, le stockage à 10°C et 22°C montre une diminution sensible des sucres totaux des dattes étudiées avec une teneur moyenne 54,43% de MF pour l'échantillon des dattes thermisées stockées à température ambiante (22°C), et de 58,60% de MF pour l'échantillon des dattes thermisées stockées à température basse (10°C) après cinq mois de stockage (figure 3.4.a et 3.4.b). Après 5 mois d'entreposage au froid (température basse 10°C), la meilleure stabilité des sucres totaux est obtenue avec les lots des dattes non thermisées. En général,

les teneurs en sucres totaux varient dans les limites de 50 à 85 % selon l'état physiologique et des variétés de dattes avec des proportions de 0 à 60 % de saccharose [80]. Les sucres réducteurs sont les principaux sucres pour la majorité des dattes étudiées, ceci pourrait être attribué à une forte activité de l'invertase [80].

Il convient tout de même de rappeler que les sucres réducteurs sont aisément absorbés pendant la digestion et augmentent rapidement le taux de sucre dans le sang et que le fructose est deux fois plus doux que le glucose, il induit un sentiment de satiété et peut également réduire la prise calorique journalière [176].

Les teneurs moyennes en sucres réducteurs varient entre 25,60 et 26,63% de MS après 2 mois et connaissent une légère augmentation après 5 mois de stockage. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus pour la variété Deglet Nour par Dubost, (2002) [201] (20-40%) et Belguedj, (2002) [202] (22,81%). L'inversion des sucres totaux qui se manifeste par une élévation de la teneur en sucres réducteurs est plus importante chez les lots récoltés des dattes témoins stockées à température ambiante (22°C). Cette augmentation est due à l'activité de l'invertase [189]. La forte teneur en sucres de la pulpe de datte confère à ce fruit une grande valeur énergétique (environ 3000 Mcal/Kg) [80].

Les quantités relatives en sucres sont principalement déterminées par les caractères variétaux et l'origine géographique ne semble jouer rôle sur la composition en sucres des fruits [82, 80]. Néanmoins, Dowson, (1963) [190] rapportent que les dattes molles, à humidité importante, sont pauvres en saccharose, que les dattes sèches se caractérisent par une teneur élevée en ce sucre alors que les dattes demi-molles en contiennent une teneur intermédiaire. La littérature rapporte que les sucres sont pratiquement constitués de saccharose, de glucose et de fructose bien que la présence d'autres sucres, en de faibles proportions, ne soit pas à exclure. En effet, les teneurs en sucres totaux et réducteurs (glucose+fructose) augmentent parallèlement avec la progression de la maturation indépendamment de la qualité du fruit [82].

En outre, la concentration des deux sucres réducteurs en cours de la maturation diffère en fonction de la variété. C'est ainsi que Coggins et Knapp, (1969), Booij et *al.* (1992) et Barreveld, (1993) [203, 82, 80] ont observé, qu'aux premiers stades de la maturation de la datte Deglet-nour, la concentration est relativement la même pour le fructose aussi bien que pour le glucose mais le rapport fructose/glucose devient inégal aux

derniers stades de la maturation. Les sucres sont les constituants les plus importants dans la dattes. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment. De nombreux auteurs, dont Munier, (1973), Nixon et *al.* (1978), Sawa et *al.* (1983) [116, 204, 191] s'accordent sur le fait que les sucres des dattes varient en fonction de la variété considérée, du climat et du stade de maturation. Les résultats rapportés par différents auteurs dépendent en partie de la méthode utilisée.

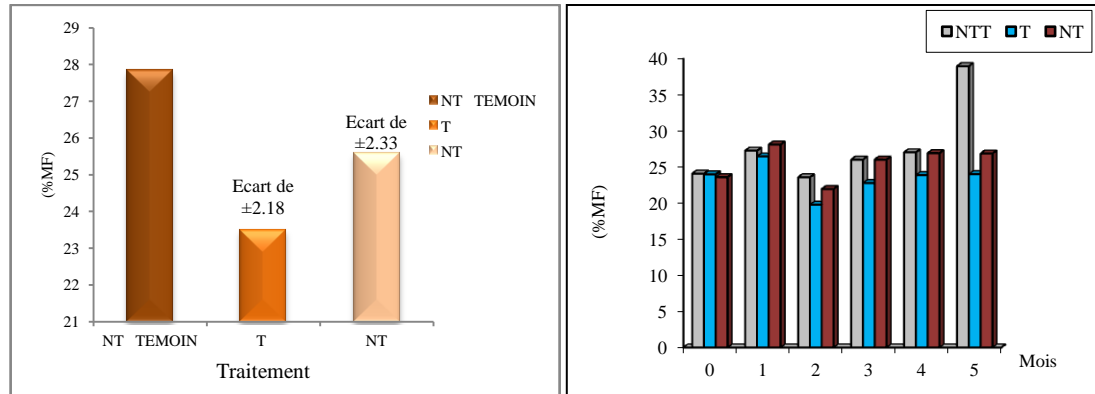


Figure 3.5.a : Variation des valeurs de sucres réducteurs en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

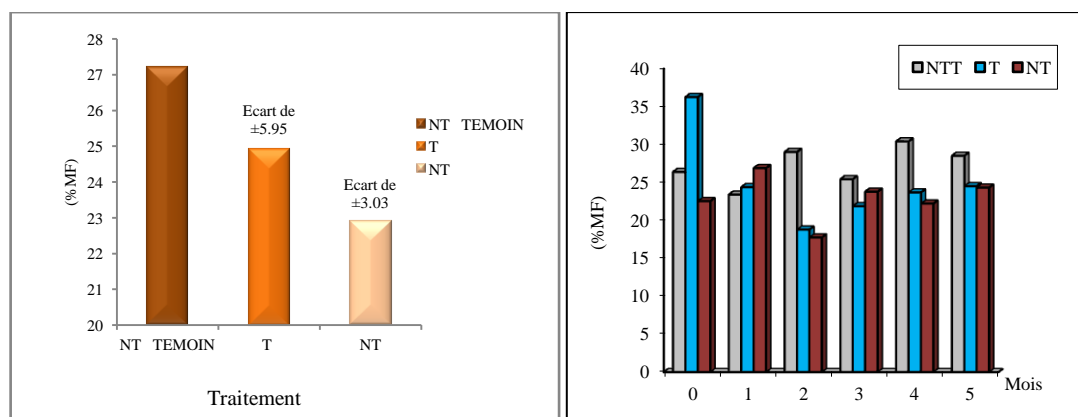


Figure 3.5.b : Variation des valeurs de sucres réducteurs en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

D'après les résultats donnés affichés dans les figures 3.5.a et 3.5.b, nous remarquons que la dattes Deglet-Nour présente des teneurs en sucres réducteurs de 27,84% MF à 22,91% MF. L'effet de la thermisation se traduit par une diminution de la teneur en sucres réducteurs, mais cette diminution reste non significative pour les échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C). Par contre, la thermisation induit une diminution significative ($p < 0,05$) des sucres réducteurs des échantillons de dattes non thermisées stockées à température basse (10°C), $p = 0,025075$. Les valeurs des sucres

réducteurs exprimées en pourcentage par rapport à la matière sèche (M.S). La valeur la plus faible observée est 22.91%, pour l'échantillon de dattes non thermisées stockées à température basse (10°C). Inférieure à celle trouvée par Acourène, (2001), Zaid, (2002) [140, 113] chez le cultivar Regueb Lemkah Par contre, la valeur la plus élevée est de 27,84%, pour l'échantillon de dattes non thermisées témoins stockées à température ambiante (22°C). Cette valeur est relativement inférieure à celle trouvée par Reynes et *al.* (1995), Bouabidi et *al.* (1996), Açourène, (2001), Zaid, (2002) [187, 205, 188, 113] pour le cultivar D'guel Sebkh. D'autres études ont montré que *Deglet nour* est riche en sucres non réducteurs [80] ce qui est probablement dû à une faible activité de l'invertase par rapport aux autres variétés. Le profil de la datte Deglet Nour en mono et disaccharides a donné une teneur moyenne supérieure de 37,41% MF en saccharose. La thermisation des dattes n'a pas entraîné une variation significative des teneurs de ce sucre ($p>0.05$). Ainsi, la teneur en saccharose était diminuée jusqu'à 33,68% MF pour les échantillons des dattes thermisées stockées à température basse (10°C) et jusqu'à 29,67% MF pour les échantillons des dattes témoins non thermisées stockées à température ambiante (22°C). En effet, la datte contient en plus de saccharose, fructose et glucose d'autres sucre, mais en faible proportion tels que : le sorbitol, le galactose et le xylose [165, 206, 207, 208]. Les taux de saccharose exprimés en pourcentage par rapport à la matière sèche (MF) varient de 29,67% à 30,93% respectivement pour les échantillons de dattes témoins et dattes non thermisées stockées à température ambiante (22°C). Aussi de 33,68% à 37,41% respectivement pour les échantillons de dattes thermisées et dattes témoins stockées à température basse (10°C).

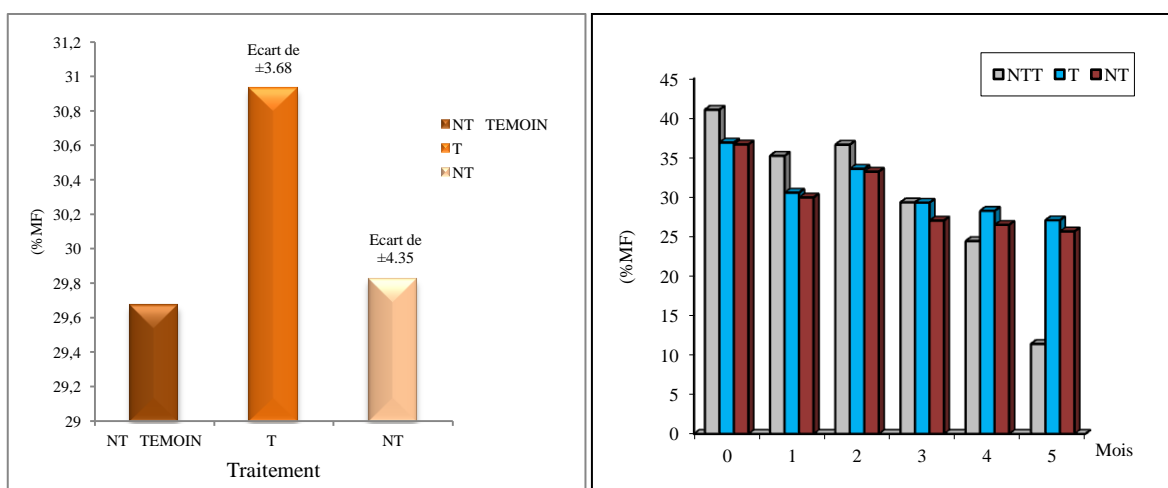


Figure 3.6.a : Variation des valeurs de saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

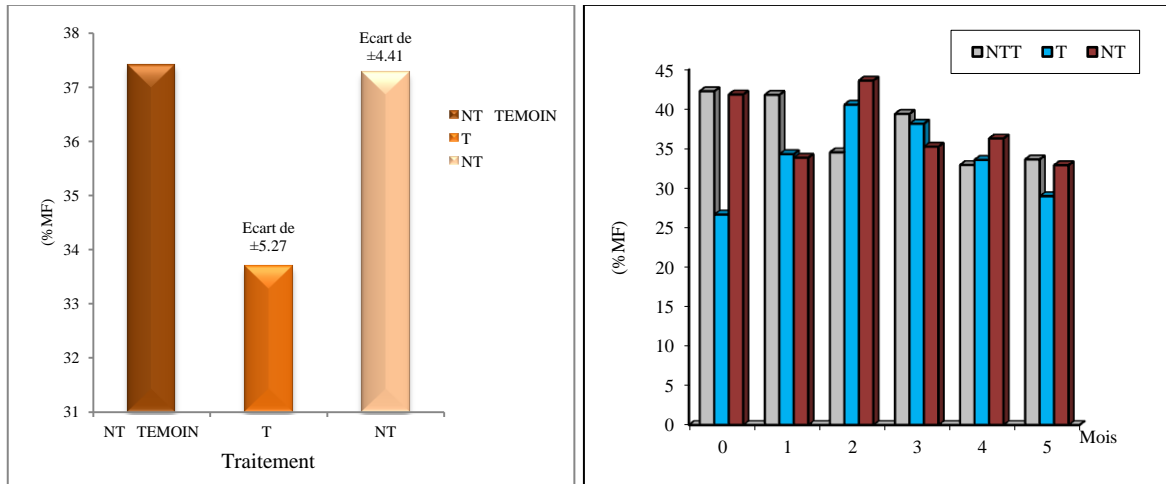


Figure 3.6.b : Variation des valeurs de saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

Le taux d'inversion des dattes à la réception est de 0,37 à 0,38 en raison de la faible teneur enregistrée en sucres réducteurs. Au cours du stockage, le taux d'inversion se stabilise à température ambiante et augmente à température basse où, il passe de 0.38 à 0.48 au quatrième mois pour les échantillons témoins.

La variabilité observée dans les taux d'inversion après thermisation montre que ces traitements seuls ne peuvent freiner l'inversion du saccharose, notamment à température basse. En effet, à la fin du stockage, l'augmentation du taux d'inversion notée serait due à une activité enzymatique plus intense de l'invertase tel que signalé par Cook, (1952) [189].

La combinaison thermisation - durée de stockage agit nettement sur le taux d'inversion, qui n'évolue que faiblement et reste dans un intervalle de valeurs relativement stables tout au long du stockage.

A la récolte, le saccharose se trouve en quantité relativement élevée et les sucres réducteurs en quantités relativement plus faibles. Les résultats obtenus lors de la présente étude montrent qu'au cours du stockage le taux d'inversion du saccharose augmente à (10°C) mais connaît une stabilisation relative à (22°C) (figures 3.7.a et 3.7.b).

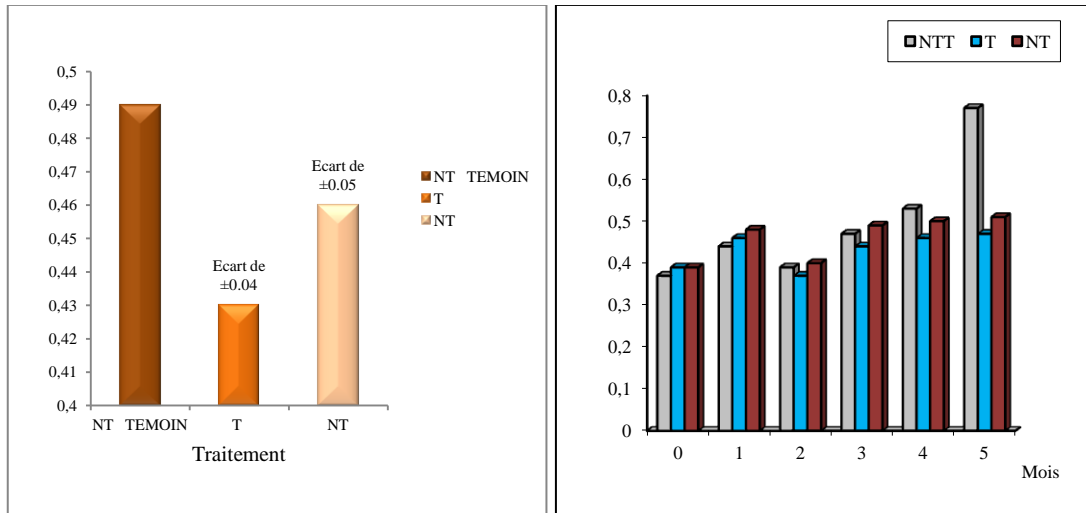


Figure 3.7.a : Variation des valeurs de taux d'inversion du saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

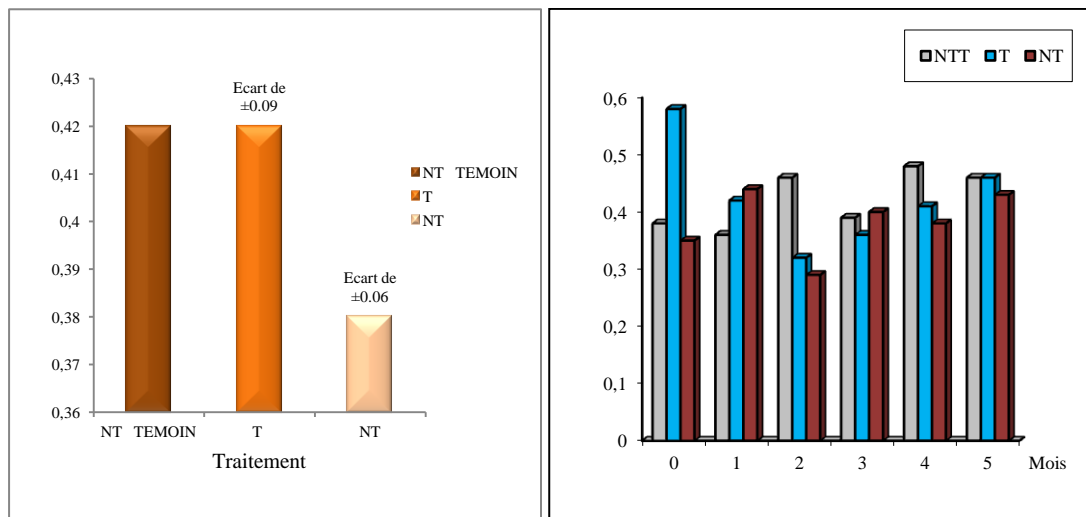


Figure 3.7.b : Variation des valeurs de taux d'inversion du saccharose en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

3.3.4.5. Effet de la thermisation sur l'indice de qualité r

L'indice de qualité r (rapport sucres totaux /teneur en eau), permet de déterminer la consistance de la dattes [119]. Il est égal à 2,59, 2,44, et 2,62, respectivement, pour les échantillons non thermisés (témoin), thermisés, et non thermisés des dattes stockées à température ambiante (22°C). Et 2,86, 2,46, et 2,77, respectivement, pour les échantillons non thermisés (témoin), thermisés, et non thermisés des dattes stockées à température basse (10°C). De ce fait on peut considérer l'ensemble des échantillons des dattes étudiées comme de variétés demies molles. D'autre part, la thermisation induit une diminution

significative ($p < 0.05$) de valeur de l'indice r des échantillons de dattes thermisées stockées à température basse (10°C), $p = 0,047869$ (figures 3.8.a et 3.8.b).

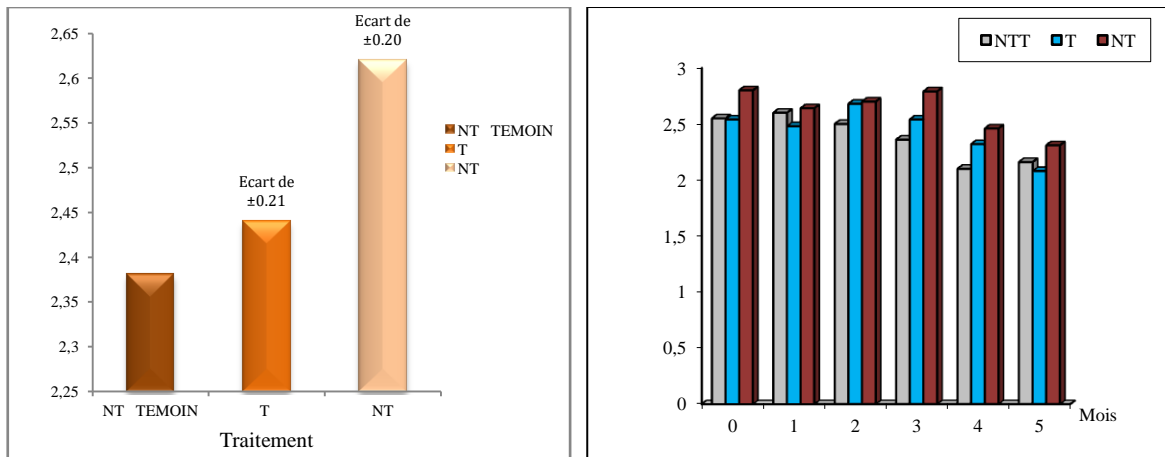


Figure 3.8.a : Variation des valeurs de l'indice de qualité r en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

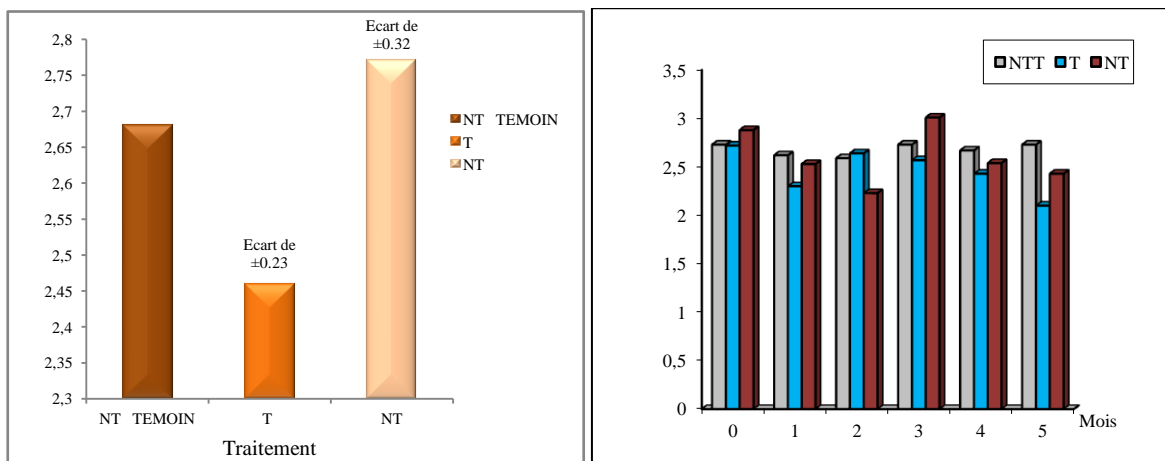


Figure 3.8.b : Variation des valeurs de l'indice de qualité r en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

3.3.4.6. Effet de la thermisation sur la teneur en protéines

Il en ressort que le taux de protéines est compris entre 2,73 et 2,68%. La quantité de protéines dans les dattes non thermisées témoins stockées à (22°C) est plus élevée par rapport aux deux autres échantillons stockés à (22°C) (figure 3.9.a). De même, la quantité de protéines dans les dattes non thermisées stockées à (10°C) est plus élevée par rapport aux deux autres échantillons stockés à (10°C) (figure 3.9.b). Ces résultats sont comparables aux résultats bibliographiques qui situent le taux de protéines dans la fourchette de 0,9-4% du poids frais de la datte [209, 195]. Nos résultats rejoignent aussi ceux d'Al Hooti et *al.* (1997) [210] qui ont trouvé des valeurs comprises entre 2-2,5%. Les

tables de composition FAO donnent des teneurs très proches de nos résultats, oscillant entre 2,4 et 3%. Ces teneurs bien que faibles, ne sont pas négligeables comme compléments ou suppléments protéiques. Plus encore, selon de nombreux auteurs Booiij *et al.* (1992), Favier *et al.* (1993), Reynes *et al.* (1994), Ahmad *et al.* (1995) [82, 208, 119, 205], les protéines des dattes sont qualitativement bien équilibrées car leur composition correspond à celle dont l'organisme a besoin. En conclusion, on peut dire que la variété Deglet nour est plus intéressante du point de vue teneur en protéines et que ces dernières sont réparties entre les deux principaux échantillons dattes témoins stockées à (22°C) et non thermisées stockées à (10°C) (figures 3.9.a et 3.9.b).

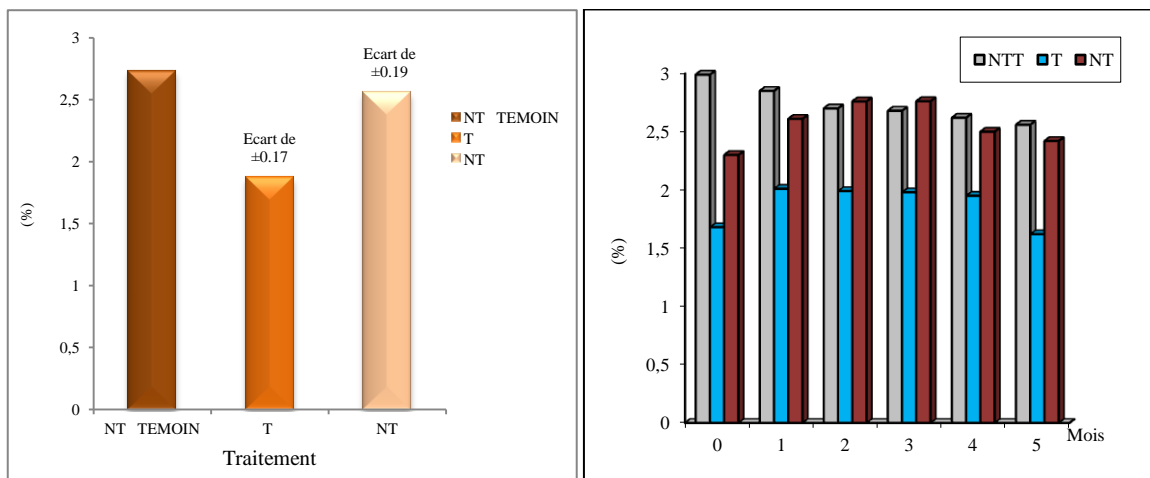


Figure 3.9.a : Variation des valeurs de la teneur en protéines en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

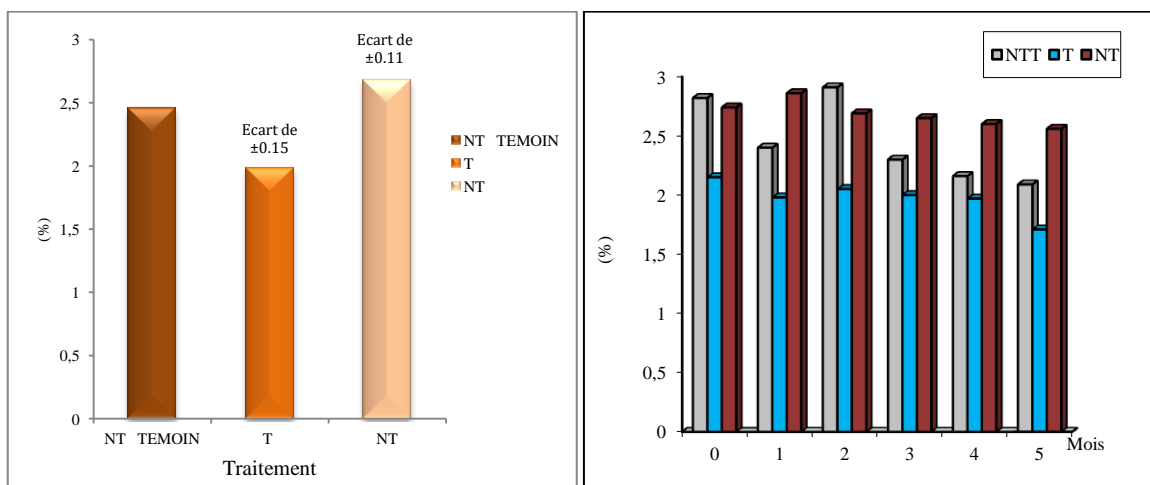


Figure 3.9.b : Variation des valeurs de la teneur en protéines en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

Le taux en protéines est faible pour les deux échantillons des dattes thermisées stockées à température ambiante (22°C) et basse (10°C). Une différence significative

($p=0,000004$) et ($p=0,011453$) a été notée pour les deux échantillons de dattes thermisées stockées à température (22°C) et (10°C). Cette différence peut être expliquée par l'origine des cultivars et les conditions expérimentales. Nos résultats sont proches à ceux de deux variétés pakistanaises : *Karbaline* avec $2,7 \pm 0,10\%$ et *Dhki* $2,4 \pm 0,052\%$ [211].

Parmi les constituants intéressant de la datte, on peut mentionner encore les protéines. Les deux échantillons de dattes thermisées stockées à température ambiante (22°C) et basse (10°C) sont caractérisés par une faible teneur en protéines, respectivement elle est de 1,87% et 1,98%.

Le taux des protéines diffère selon les variétés, il est de 2,5% pour la variété Deglet Nour [212, 213]. Ces teneurs sont supérieures à celle trouvée par Boudrâa, (2004) [214], qui donne une valeur de 1.09 % (MF) pour la même variété. Cette différence peut être due aux conditions climatiques et édaphiques. Comparant notre résultat avec ceux donnés par certains auteurs, nous remarquons que cette teneur est comparable aux résultats bibliographiques.

En effet, Youssif et *al.* (1982) [215] donnent des teneurs comprises entre 2.16 et 2.78 % pour les variétés irakiennes. Al-Hooti et *al.* (2002) [216] donnent des teneurs de 2.03 et 2.6 % respectivement pour les deux variétés saoudiennes Birhi et Sifri. Il est à noter que la teneur en protéines totales, au stade mûr, reste inférieure à celles trouvées pour des dattes sèches par [217, 218, 219, 220, 176].

A titre comparatif, la teneur en protéines des pommes, des poires, des figues, des abricots, des cerises et des prunes varie entre 0,5% et 1.5% [221]. Ainsi, les péricarpes des fruits sont, d'une manière générale, pauvres en protéines.

La datte est le siège d'une accumulation des substances azotées durant les stades I et II, qui s'illustre par une protéogénèse active, au stade III, la dégénérescence débute, ce qui confirme que la maturation est la première phase de la sénescence [222]. La maturation est un événement programmé entraînant l'expression régulée de gènes spécifique [223, 224, 225, 210, 226].

3.3.4.7. Effet de la thermisation sur la teneur en lipides

Selon les figures suivantes, les trois échantillons de dattes thermisées stockées à température basse (10°C) et ambiante (22°C) sont très pauvres en matière grasse (respectivement 0,25% et 0,32%).

Une différence significative ($p=0,038927$) a été notée pour l'échantillon de dattes thermisées stockées à température basse (10°C) (figures 3.10.a et 3.10.b). Les autres échantillons sont relativement plus riches en matière grasse dont la teneur est évaluée à 0,59%, 0,53%, 0,59%, et 0,58% respectivement pour les échantillons de dattes témoins et non thermisées stockées à température ambiante (22°C), et les dattes témoins et non thermisées stockées à température basse (10°C) (figures 3.10.a et 3.10.b).

Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par de nombreux auteurs dont Imad *et al.* (1995) [227] qui ont enregistré des valeurs comprises entre 0,19 et 0,2%, Sawaya *et al.* (1982) [228] ont travaillé sur des variétés qui ont donné des valeurs se situant entre 0,1 et 0,3%. Youssif *et al.* [215] qui ont fait des recherches sur les variétés Irakiennes, ont enregistré des teneurs en matière grasse comprises entre 0,3 et 0,5%.

Par contre, la teneur est supérieure à celles trouvées par Al-Hooti *et al.* (1997) [197], qui estiment la teneur en lipides dans les dattes emiratiennes entre 0,1 et 0,2% (MS). Cette différence peut être due à la variété de datte et les conditions édaphiques.

La composition des fruits en lipides ne dépasse pas 0,1–0,5% [229]. Les dattes sont pauvres en lipides. Salam et Hegazi, (1971), Souci *et al.* (1994), Al-Farsi *et al.* (2005) [218, 220, 176] bien que Sawaya *et al.* (1993, b) [230] rapportent des teneurs beaucoup plus faibles (de 0,7 à 0,1%) au cours de la maturation de trois variétés de dattes saoudiennes (Barni, Ruzeiz et Sifri).

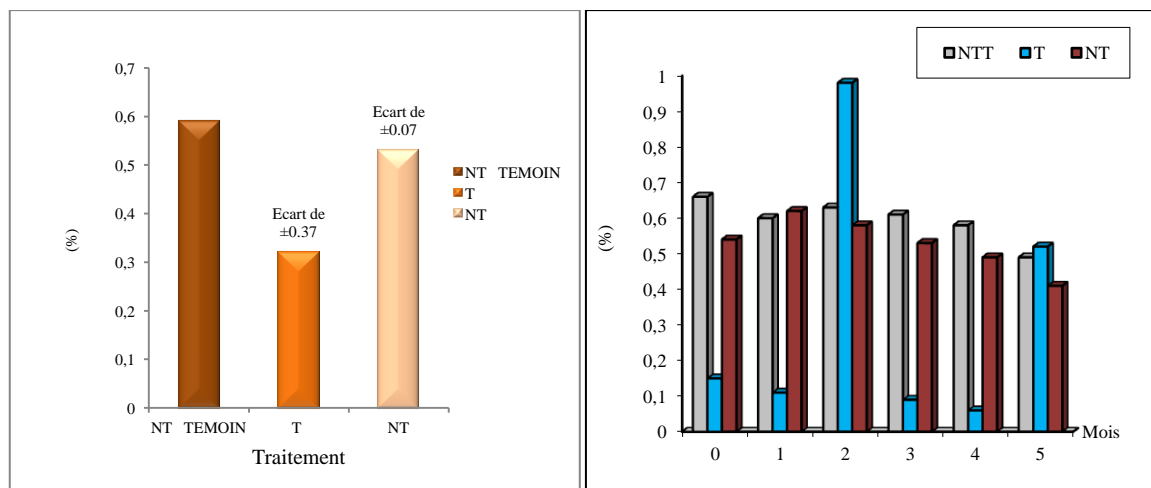


Figure 3.10.a : Variation des valeurs de la teneur en lipides en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

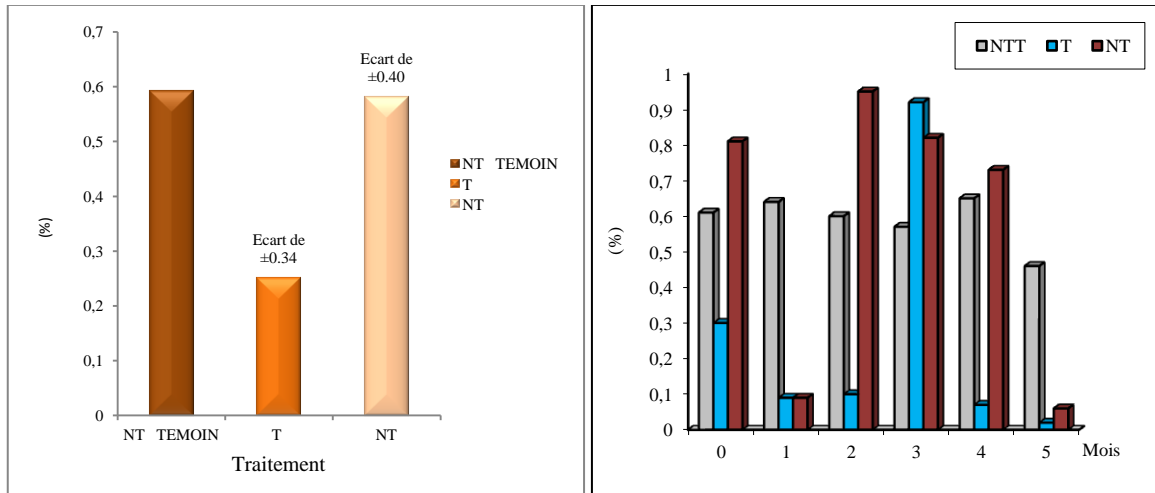


Figure 3.10.b : Variation des valeurs de la teneur en lipides en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

L'évolution des lipides totaux a connu une baisse remarquable de la teneur en lipides totaux est relevée pour les dattes thermisées stockées pendant les cinq mois à température ambiante (22°C) et basse (10°C). Cette baisse est relativement moins importante dans le cas des autres échantillons de dattes témoins et non thermisées stockées à température ambiante (22°C) et basse (10°C). Ceci peut être attribué aux vertus du froid qui réduit l'activité métabolique et entraîne une rigidification des lipides membranaires. Cependant, malgré ces teneurs faibles, la qualité de la datte peut être affectée par un rancissement lipidique. En effet, ce dernier peut être sensoriellement perceptible, à partir d'un taux de lipides 0,5%, renfermant des AGPI [231] soit par une auto oxydation soit par une oxydation enzymatique catalysée par lipoxygénase [232].

A cet effet, Duff et *al.* (1992) [232] signalent l'existence à la fois de réactions d'hydrolyse et d'oxydation catalysées par la lipoxygénase qui entraînent une diminution remarquable des lipides. Néanmoins, Clayton et Morrison, (1972) [233] rapportent que le couple température-hygrométrie de l'atmosphère de stockage est le principal responsable des variations que subit la fraction lipidique et que la diminution des lipides totaux au cours du stockage est une altération de ces derniers qui subissent des hydrolyses et des détériorations microbiennes.

3.3.4.8. Effet de la thermisation sur la teneur en Vitamine C

La teneur initiale en vitamine C de la datte Deglet Nour était de l'ordre de 3,70 à 7,62 mg/100 g MF. Après thermisation et au cours des trois derniers mois de stockage, les échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) et basse (10°C) sont restés

stables, par contre les échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) et basse (10°C) ont connu une baisse jusqu'à la teneur la plus faible 4,13 mg/100 g MF pour les dattes témoins stockées à température ambiante (22°C) (figures 3.11.a et 3.11.b). Selon Reyes et *al.* (2007) [234], la teneur de la vitamine C peut être influencée par divers facteurs, les différences génotypiques, les conditions climatiques pré-récolte, les pratiques culturales, la maturité et les procédures post-récolte dont les traitements thermiques.

Les valeurs enregistrées pour la vitamine C de la datte fraîche non thermisée montrent une stabilité au cours des trois derniers mois du stockage. La plus faible teneur est obtenue au 3^{ème} mois (4,13 mg/100 g MF) à température ambiante (22°C) et à température basse (10°C) (4,75 mg/100 g MF). L'acide ascorbique de la datte, étant une réductone, il semble bien être impliqué dans la dégradation de Strecker. La dégradation de Strecker n'est pas directement impliquée dans la production de pigments colorés, mais elle fournit les substances réductrices nécessaires à leur formation [235].

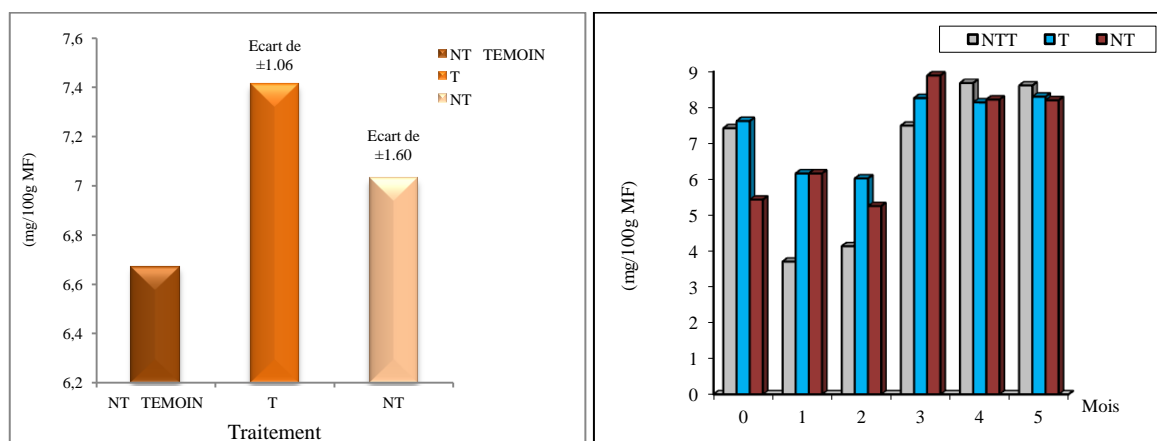


Figure 3.11.a : Variation des valeurs de la teneur en Vitamine C en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

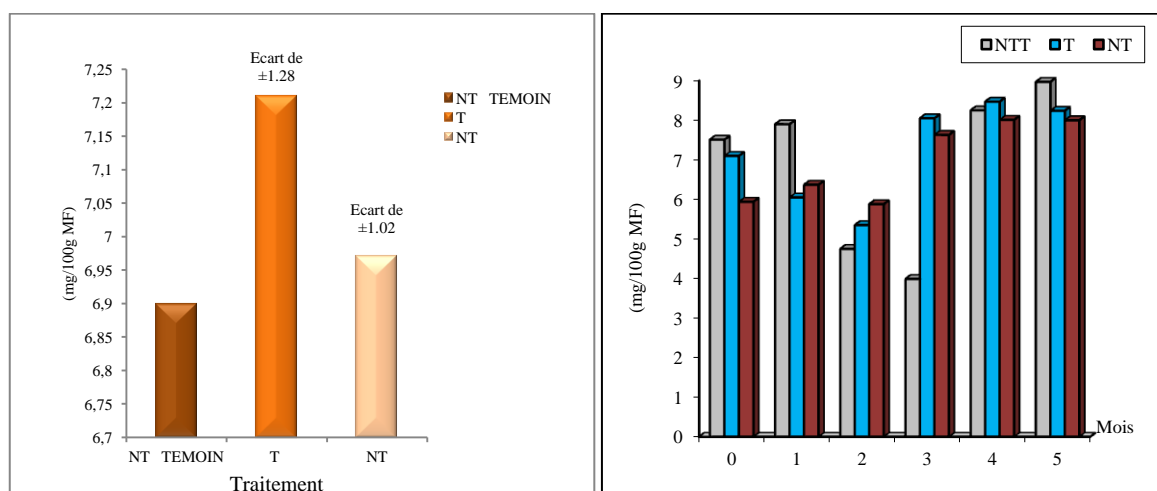


Figure 3.11.b : Variation des valeurs de la teneur en Vitamine C en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

3.3.4.9. Effet de la thermisation sur le Taux de Cendres

Les taux de cendres représentent la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. La valeur la plus supérieure trouvée dans les échantillons de la datte thermisée stockée à température ambiante (22°C) est de 1,38% (MS) et 1,53% (MS) pour les échantillons de la datte thermisée stockée à température basse (10°C) avec une différence significative ($p=0,019475$) qui a été notée pour cet échantillon (figures 3.12.a et 3.12.b). Ces valeurs sont légèrement inférieures à celle donnée par Boudraa, (2004) [118], qui donne une valeur de 1.74% (MS) pour la même variété, Acourene et *al.* (2001) [140] rapportent des valeurs de 1.8 et 2.9% (MS) dans les dattes sèches qu'ils ont étudié.

Les dattes ayant fait l'objet de ce travail présentent une teneur en cendres qui varie entre 1,20% dans les dattes témoins stockées à température basse (10°C) à 1,53 dans les dattes thermisées stockées à température basse (10°C). Ces différences entre échantillons ont été constatées au cours d'une étude effectuée par Acourene et *al.*, (2001) [140] sur des variétés des dattes algériennes de la région du Zibans et dont les taux varient entre 3,7% pour *Bent-Merague* et 1,1% pour *Laoun-bouarrous*.

Les valeurs moyennes sont inférieures à celles rapportées par Hasnaoui et *al.* (2010) [236] pour des variétés marocaines allant de 3,46 \pm 0,01% dans la pulpe de *Tadmamt* à 2,15 \pm 0.05% dans la pulpe de *Taâbdount* et par Abdel moneim et *al.* (2012) [141] pour des variétés soudanaises qui se situent entre 2,53% dans la pulpe de *Gondeila* à 3,20% dans la pulpe de *lack Gau*. Ces valeurs sont inférieures à celle citée par Acourene et Tama, (1997) [144] qui est de 2,73% pour la variété *Dguell-Eddar* (demi molle), mais elle est supérieure par rapport à la variété *Djaouzia* 1,28%. De même, ces valeurs sont inférieures avec celle trouvé par Al-Hooti et *al.* (2002) [216] qui est de 1,77 % pour la variété *Birhi* d'Emirates.

Nos résultats semblent être relativement faibles comparés aux résultats trouvés dans d'autres études. En effet, de nombreux auteurs dont Maatallah, (1970), Munier, (1973), Abdelmoneim et *al.* (1983), Siboukeur, (1997) [237, 116, 236, 207], affirment que la datte renferme des teneurs en cendres de l'ordre de 2 % [187], ayant travaillé sur des variétés soudanaises, trouvent des teneurs de l'ordre de 2,84%. Les variétés Saoudiennes et Irakiennes renfermeraient, selon Sawaya, (1983) [196], des teneurs en cendres plus élevées, comprises entre 2 et 4%. La teneur en cendres dépend, entre autres, de l'état de fertilité des sols et des amendements apportés [140].

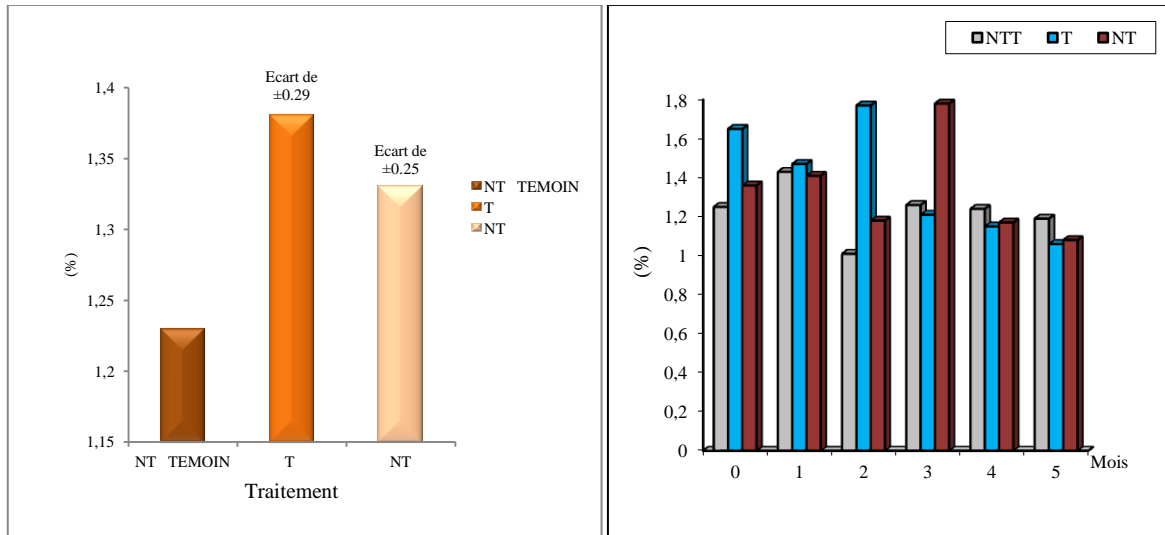


Figure 3.12.a : Variation des valeurs du Taux de Cendres en fonction des échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C) au cours de stockage.

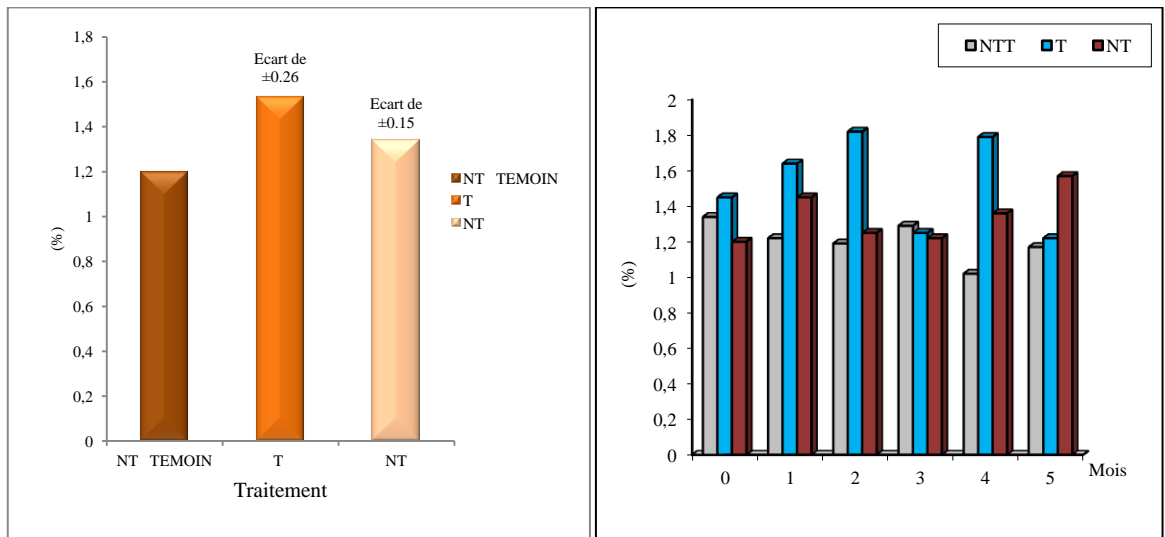


Figure 3.12.b : Variation des valeurs du Taux de Cendres en fonction des échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) au cours de stockage.

3.3.5. Caractéristiques microbiologiques des dattes étudiées

Tableau 3.2 : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons de dattes.

Lots	Température ambiante (22°C)			Température basse (10°C)			
	Mois	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml
NT (Témoïn)	0	210	11. 10 ³	130	125	10. 10 ³	140
	1	9.10 ²	720	140	3. 10 ³	18. 10 ²	6. 10 ²
	2	240	24. 10 ²	65	< 15	170	10
	3	14. 10 ²	970	20	36. 10 ²	540	60
	4	11. 10 ²	560	10	< 15	ABSENCE	5. 10 ²
	5	380	16. 10 ²	ABSENCE	< 15	ABSENCE	10
Thermisé	0	< 30	55	85	< 20	1. 10 ²	75
	1	610	10	10	14. 10 ²	ABSENCE	58
	2	< 15	ABSENCE	15	410	90	2. 10 ²
	3	18. 10 ²	ABSENCE	70	320	ABSENCE	180
	4	730	ABSENCE	60	2. 10 ²	50	30
	5	110	ABSENCE	15	18. 10 ²	ABSENCE	15
Non Thermisé	0	160	8. 10 ³	170	250	13. 10 ³	120
	1	68. 10 ³	26. 10 ³	200	2. 10 ²	ABSENCE	50
	2	< 15	ABSENCE	15	28. 10 ²	ABSENCE	125
	3	22. 10 ³	10	55	150	ABSENCE	8. 10 ²
	4	3. 10 ³	ABSENCE	1800	< 15	ABSENCE	30
	5	130	ABSENCE	20	210	25. 10 ³	15
Normes		<10 ⁶	<10 ³	<10 ³	<10 ⁶	<10 ³	<10 ³

On a ciblé six germes susceptibles de dégrader la qualité des dattes : la flore mésophile aérobie totale à 30°C, les levures et les moisissures.

Une denrée alimentaire contenant plus de 3×10^5 germes/g doit considérer comme impropre à la consommation [238]. Comme indique le tableau 3.2 ; les échantillons de dattes stockés à température ambiante (22°C) renferment une charge microbienne de la flore mésophile aérobie totale (FAMT) inférieur à 3×10^6 UFC/ml, de même les échantillons de dattes stockés à température basse (10°C) renferment une charge microbienne de la flore mésophile aérobie totale (FAMT) inférieur à 3×10^6 UFC/ml, ce qui indique que l'ensemble des échantillons sont propres à la consommation. Cependant, il arrive le plus souvent que les plaies et les blessures soient à l'origine de la pénétration des microorganismes. En plus, d'autres sources peuvent contaminer la surface des dattes : le sol, l'aire, les oiseaux, les insectes, l'environnement, ...etc [239].

Les dattes étudiées montrent une légère augmentation du taux des levures $>10^3$ UFC/ml par rapport aux normes (11×10^3 pour mois 0, 24×10^2 pour le 2^{ème} mois, 16×10^2 pour le 5^{ème} mois du lot des dattes témoins non thermisées et 8×10^3 pour mois 0, 26×10^2 pour le 1^{er} mois du lot des dattes non thermisées des échantillons étudiés stockés à température ambiante (22°C). Ainsi que (10×10^3 pour mois 0, 18×10^2 pour le 1^{er} mois, du lot des dattes témoins non thermisées et 25×10^3 pour le 5^{ème} mois, du lot des dattes non thermisées des échantillons étudiés stockés à température basse (10°C). Ceci peut être du aux caractéristiques physicochimiques de ces échantillons étudiés. Le dénombrement des genres de moisissures révèle leur absence pour l'ensemble des échantillons des dattes étudiées. Les résultats obtenus révèlent une augmentation de la (FAMT) durant les premiers mois de stockage de l'ensemble des échantillons stockés à température ambiante (22°C) et basse (10°C) (figures 3.13.a et 3.13.b), avec une diminution pour les derniers mois et se poursuit au cours de la dernière période de conservation, ceci est expliqué que les conditions (température ambiante ou basse, absence de traitement, nutriment,..) sont favorables à la croissance de ces germes [240]. La flore aérobie mésophile de l'ensemble des échantillons continue à se diminuer au fur et à mesure jusqu'à une stabilité d'environ 200UFC/ml à 150UFC/ml, puis ce nombre reste stable durant toute la période d'entreposage.

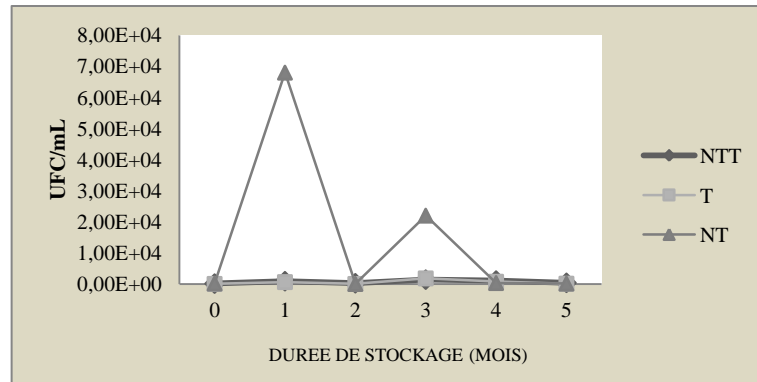


Figure 3.13.a : Evolution de la FAMT au cours de la conservation de dattes stockées à température ambiante (22°C).

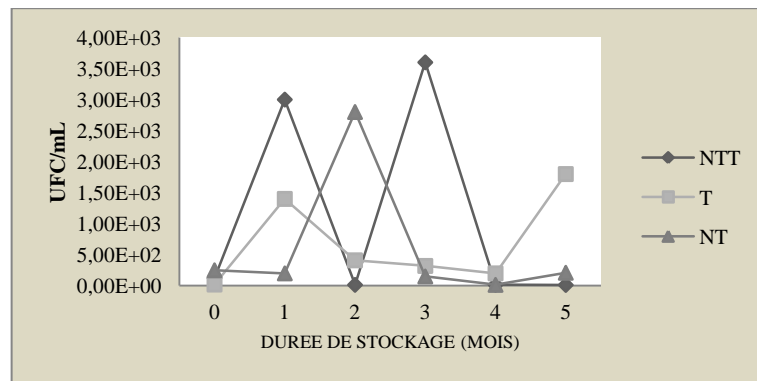


Figure 3.13.b : Evolution de la FAMT au cours de la conservation de dattes stockées à température basse (10°C).

L'instabilité observée du taux levures pour certains échantillons de dattes étudiées peut être expliquée par l'augmentation du taux d'humidité. Dans ce contexte la plupart des microorganismes se développent à une A_w entre 0,95 et 1, les levures et moisissures ainsi que la plupart des bactéries sont incapables de s'accroître à un taux d'humidité au-dessous de 24 où l' A_w est égal à 0,7. Par contre une stabilité du taux de levure a été observée dans les dattes thermisées conservées à température ambiante (22°C) ainsi que pour les dattes non thermisées conservées à température basse (10°C) à l'exception du dernier mois qui a enregistré une augmentation considérable (figures 3.14.a et 3.14.b). La diminution du taux de levures observés dans ces échantillons de dattes démontre l'efficacité de cette méthode de traitement et de conservation.

Il est reconnu que les acides organiques, ont une capacité antibactérienne importante, ils bloquent la prolifération des microorganismes et influent beaucoup sur les qualités sensorielles des fruits [241].

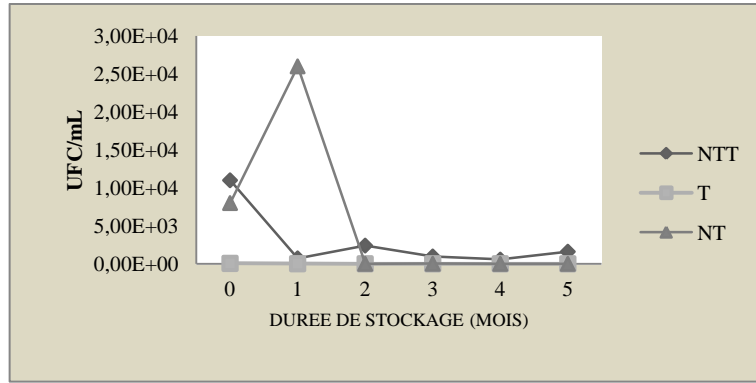


Figure 3.14.a : Evolution des levures au cours de la conservation des dattes stockées à température ambiante (22°C).

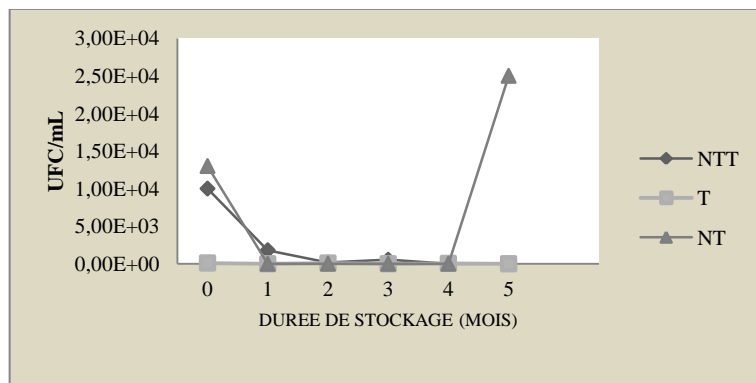


Figure 3.14.b : Evolution des levures au cours de la conservation de dattes stockées à température basse (10°C).

Après un mois de stockage une diminution est observée pour l'échantillon de datte stocké à température basse (10°C), avec un taux de 18×10^2 UFC/ml où le nombre de germes se stabilise après ça. Aussi pour l'ensemble des échantillons de dattes stockés à temperature ambiante (22°C).

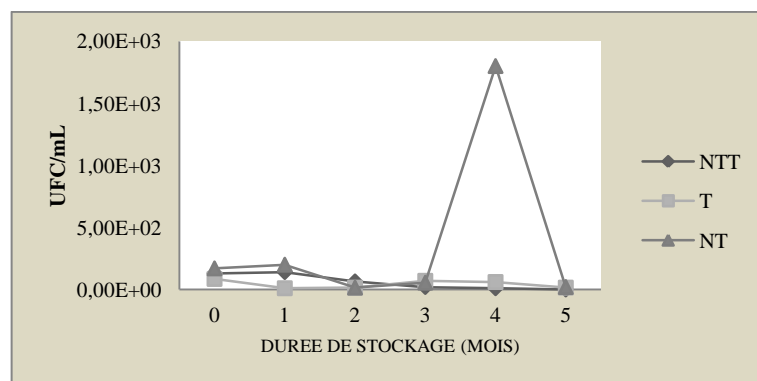


Figure 3.15.a : Evolution des moisissures au cours de la conservation de dattes stockées à température ambiante (22°C).

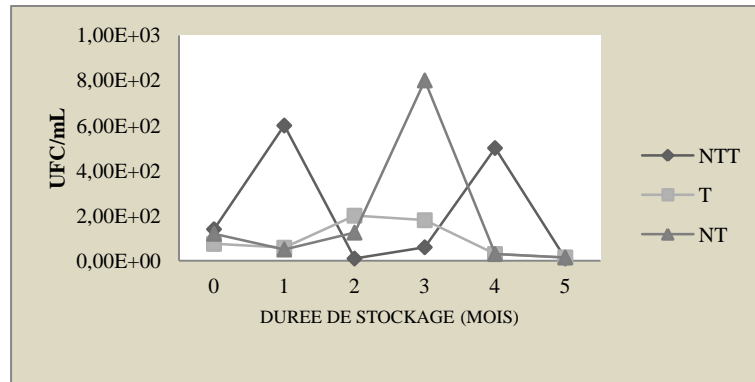


Figure 3.15.b : Evolution des moisissures au cours de la conservation de dattes stockées à température basse (10°C).

Dans le cadre de la valorisation des dattes Deglet Nour et l'amélioration de sa qualité, l'ensemble de trois échantillons stockés à température ambiante (22°C) et trois autres échantillons stockés à température basse (10°C) ont été soumis à une analyse microbiologique (recherche de la flore mésophile aerobique totale et les levures et les moisissures) pour améliorer les procédés de traitement et de stockage des dattes stockées à température basse et ambiante, et investir dans la qualité. ($1,1 \times 10^5$ UFC/ml).

Généralement la forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité des dattes. Ce qui est clair dans notre étude, l'existence d'une stabilité du taux de FMAT, de levures et des moisissures dans presque tous les échantillons de dattes étudiées, à l'exception de quelques échantillons de dattes à savoir le taux de levures de l'échantillon de datte témoin et celle du premier mois non thermisée stockée à température ambiante (22°C), qui sont légèrement supérieures par rapport aux normes, respectivement (11×10^3 UFC/ml) et (26×10^3 UFC/ml). De même, le taux de levures de l'échantillon de datte témoin stockée à température basse (10°C) qui est de (10×10^3 UFC/ml), ainsi que pour l'échantillon de datte non thermisée (celle du cinquième mois) stockée à température basse (10°C) et qui est de (25×10^3 UFC/ml) (figure 6.16.a et 6.16.b).

La FMAT est considéré comme le premier index de la qualité des aliments [242]. Les coliformes sont habituellement utilisés comme un indicateur de l'hygiène de préparation d'aliment [243], cette contamination est dûe principalement à l'utilisation des emballages en plastique et en verre non stérilisées, au cours de l'étape de conditionnement alors que les échantillons des dattes ont été conditionnés dans des plats neuves et stériles. Aussi présence des levures et des moisissures dans les aliments avec des charges élevées, est un indicateur de qualité infectieuse. Ces moisissures agissent sur la santé humaine et animale par la production des substances toxiques qui sont des métabolites secondaires appelées les mycotoxines.

La différence pourrait être dû à la durée de stockage des dattes utilisés dans la conservation (le pH diminue avec l'augmentation de la durée de stockage à T° ambiante et basse) ce qui est traduit par la présence de flore mésophile aérobie totale, les levures et les moisissures dans quelques échantillons de dattes stockées à température ambiante (22°C), et les échantillons de dattes stockées à température basse (10°C) (figures 6.16.a et 6.16.b).

Les mauvaises conditions de transport et de la commercialisation sont autres facteurs qui peuvent contribuer à augmenter la charge microbienne [244]. En outre, l'humidité élevée durant le stockage et la conservation contribue à croître la proportion de la contamination fongique [245].

La sensibilité des levures et des moisissures à la chaleur se situe dans une large gamme de température. La forme sporulée des levures et des moisissures est plus résistante à la chaleur que la forme végétative [246], et la sensibilité thermique des spores peut aller de $D_{45} = 0,9$ min pour *Monilinia fructigena* [247] à $D_{90} = 6,2$ min pour *Talaromyces flavus* [248]. En traitement thermique post-récolte des fruits, les deux formes (végétative et sporulée) des levures et des moisissures d'altération sont inactivées généralement par une exposition à 60°C pendant 5 à 10 min [249, 250]. (D'autres souches sont plus résistantes, on peut citer par exemple, les spores de *Neosartorya fischeri* isolées dans plusieurs jus de fruits ($D_{85} = 13,2-30,1$ min) [251], ainsi que celles de *Byssochlamys nivea* isolées dans le jus de tomate ($D_{90} = 1,5$ min) [252]. Ces souches fongiques résistantes sont isolées à partir des produits transformés en industrie ; elles subissent généralement des traitements thermiques intenses.

Deux hypothèses ont été rapportées dans la littérature pouvant expliquer le mécanisme d'inactivation des spores par la chaleur [253, 254] :

- l'effet de la température induisant des changements physiologiques et biochimiques dans le cortex et la membrane des spores, favorisant un transfert d'eau important qui génère un gradient de pression osmotique entre les milieux intra et extracellulaire ;
- l'inactivation des spores peut également être due à une inactivation thermique des enzymes de germination.

Les basses températures ont démontré leur efficacité sur le développement des levures et moisissures responsables de l'altération de la datte [2]. Pour maintenir la qualité microbiologique et physico-chimique de dattes *Barhee* immatures, Kader et Hussein (2009) [13] ont suggéré un stockage et un transport réfrigéré (0-2°C) avec une humidité relative de l'air comprise entre 90 et 95%. La température joue aussi un rôle déterminant dans la dégradation de la couleur des dattes *Deglet-nour* durant l'entreposage [255]. Selon Oubahou

et Yahia, (1999) [256], les dattes séchées peuvent être conservées pendant un an à une température de 0°C.

La réfrigération permet de ralentir le développement des microflores d'altération thermophiles et mésophiles. Celles-ci sont inhibées totalement lorsque la température de réfrigération est au-dessous de la température minimale de leur croissance [257]. Une diversité de valeurs de ces températures limites a été rapportée dans la littérature pour la croissance des moisissures. Gougouli et Koutsoumanis, (2010) [258] ont observé un écart significatif des températures limites pour l'inhibition de deux souches fongiques. Pour *Penicillium expansum*, une croissance a été observée à -1,3°C avec une valeur minimale d'inhibition de la croissance estimée à -5,7°C. En revanche, pour *Aspergillus niger*, aucune croissance n'a été observée à 10°C, avec une valeur minimale d'inhibition estimée à -10,1°C. Une inhibition totale de la croissance de *Fusarium graminearum* a été observée à 5°C [259].

De leur côté Garcia *et al.* (2011) [260] ont rapporté des températures minimales de croissance <10°C et <15°C pour *Aspergillus ochraceus* et *Aspergillus parasiticus*, respectivement.

3.3.6. Résultats du test sensoriel hédonique

Utilisé par un panel de dégustateurs amateurs pour déterminer le degré d'appréciation des échantillons de dattes étudiées. On a réalisé un test hédonique pour déterminer le degré d'appréciation des dégustateurs pour les six échantillons (traitements) de dattes noires cuites en se servant de l'échelle à 9 catégories, illustrée à la fiche de bulletin pour le test hédonique dans la partie annexe 1 (figure 1). Les dattes ont été traitées et stockées, en étalant les périodes de traitement et de stockage, pour que les six échantillons soient prêts avant le début du test.

Quinze dégustateurs recrutés sur place ont évalué une fois les six échantillons. On a présenté simultanément à chaque dégustateur des échantillons de 10 g (3 à 4 dattes) des six échantillons de dattes dans des petits plats en plastique. Six échantillons permettaient d'avoir 144 ordres différents de présentation possibles, mais avec uniquement 15 dégustateurs, il était impossible d'équilibrer un si grand nombre d'ordres de présentation. On a donc déterminé au hasard l'ordre de présentation à chaque dégustateur. Après l'évaluation des six échantillons, on a converti les catégories descriptives en notations numériques. Les résultats ont été présentés sous forme de tableau et soumis à l'Analyse de variance. Ces résultats sous forme de tableau pour les sept premiers dégustateurs sont donnés au tableau 3.3. L'analyse de variance qui suit a été faite en se servant uniquement des résultats de ces cinq dégustateurs.

Tableau 3.3 : Résultats moyens ¹ par catégorie du test hédonique.

Echantillons de dattes étudiées								
(Traitements)								
Dégustateurs ²	NTT-a	T-a	NT-a	NTT-b	T-b	NT-b	Dégustateur total	Dégustateur moyenne
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)		
1	2	5	3	2	4	2	18	3
2	1	6	2	3	3	1	16	2,66
3	1	4	4	4	2	3	18	3
4	2	5	4	2	4	2	19	6,33
5	2	5	3	1	3	1	15	2,5
Total traitement	8	25	16	12	16	9		
Grand total							86	
Moyenne traitement	1,6	5,0	3,2	2,4	3,2	1,8		

¹ Score le plus élevé = 9 = aime énormément. Score le moins élevé = 1 = détesté.

² Ne sont données et analysées que les réponses de 5 des 15 dégustateurs.

Pour l'Analyse de variance (ANOVA), on a procédé au calcul où N est le nombre total de réponses individuelles. On a calculé les coefficients F pour les traitements et les dégustateurs en divisant les valeurs respectives de CM par le CM de l'erreur. Les coefficients F du tableau ont été obtenus à partir des tableaux statistiques de la distribution de F (tableau 3 en l'annexe 1). C'est ainsi que le coefficient F pour les traitements à 5 degrés de liberté (dl) au numérateur et 20 dl au dénominateur, pour $p \leq 0,05$ est 2,71. Le coefficient F pour les dégustateurs avec 4 dl au numérateur et 20 dl au dénominateur pour $p \leq 0,05$ est 2,87. Les

coefficients F calculés doivent dépasser ces valeurs des coefficients F du tableau afin qu'on les considère significatifs au niveau de 5%.

Le Tableau 3.4 d'Analyse de variance ci-dessous résume les résultats obtenus pour la somme des carrés, les carrés moyens, les degrés de liberté et les coefficients F. Comme le coefficient F de 15,46 calculé pour le traitement dépasse le coefficient F du tableau de 2,78, on a conclu qu'il y a une différence significative ($p \leq 0,05$) entre les moyennes des résultats hédoniques pour les cinq variétés de fèves. Le coefficient F de 0,9 calculé pour les dégustateurs ne dépasse toutefois pas le coefficient F de 2,87 du tableau. Il n'y avait donc pas d'effet significatif imputable aux dégustateurs.

L'Analyse de variance a indiqué qu'il y avait des différences significatives entre les six échantillons de dattes. Afin de déterminer quels échantillons de fèves diffèrent sensiblement les uns des autres, on a procédé à un test de comparaisons multiples, le Nouveau test de comparaisons multiples de Duncan, et on s'est servi des tableaux 4 et 5 en annexe. Ce test compare les différences entre toutes les paires de moyennes pour calculer les valeurs des écarts de chaque paire. Si la différence entre les paires de moyennes est plus importante que la valeur de l'écart calculé, la différence entre les moyennes est significative au niveau de signification donné. Les valeurs des écarts sont calculées d'après le nombre de moyennes qui se trouve entre les deux moyennes testées, quand les moyennes sont placées par ordre décroissant.

Tableau 3.4 : Analyse de variance pour le test hédonique.

Source de la variation	dl	SC	MC	Coefficient F	
				Calculé	Tableau ($p \leq 0,05$)
Total (T)	29	50,47			
Traitement (Tr)	5	38,67	7,73	15,46	2,71
Dégustateurs (D)	4	1,80	0,45	0,9	2,87
Erreur (E)	20	10	0,50		

Pour procéder au calcul du test de Duncan, les moyennes des traitements ont été placées par ordre décroissant comme ci-dessous.

Echantillons de dattes	T-a	NT-a	T-b	NTT-b	NT-b	NTT-a
Moyennes des traitements	5	3,2	3,2	2,4	1,8	1,6

Pour comparer les six moyennes de ces échantillons, on a calculé la valeur des écarts pour une gamme de 6, 5, 4, 3 et 2 moyennes avec l'équation suivante :

$$\text{Ecart} = Q\sqrt{CM(E)/t}$$

La valeur de $CM(E)$, qui provient du tableau d'Analyse de variance (tableau 6.4), était de 0,50. Le t correspond au nombre de réponses individuelles ayant servi à calculer chaque moyenne; dans ce cas, $t=5$.

$$\text{Ecart} = Q\sqrt{0,50/5} = 0,316$$

On a obtenu les valeurs de Q à partir du tableau de l'annexe 2 pour le même niveau de signification qu'on a utilisé dans l'Analyse de variance soit $p \leq 0,05$. On a aussi besoin de $dl(E)$, soit de 20, pour calculer les valeurs de Q . Le tableau 4 en annexe 1 donne pour un degré de liberté de 20: Q pour 6 moyennes = 3,303, Q pour 5 moyennes = 3,255, Q pour 4 moyennes = 3,190, Q pour 3 moyennes = 3,097, Q pour 2 moyennes = 2,950

On a pu alors calculer la valeur des écarts.

$$\begin{aligned} \text{Écart} = Q (0,316) \text{ 6 moyennes} &= 3,303 (0,316) = 1,04, \text{ 5 moyennes} = 3,255 (0,316) = 1,02, \text{ 4} \\ \text{moyennes} &= 3,190 (0,316) = 1,00, \text{ 3 moyennes} = 3,097 (0,316) = 0,978, \text{ 2 moyennes} = 2,950 \\ &(0,316) = 0,93 \end{aligned}$$

On a appliqué la valeur de l'écart des six moyennes aux moyennes ayant les plus grandes différences entre elles, 6 et 1,6, puisque ces valeurs couvrent l'écart des 6 moyennes. La différence, 2,9, était supérieure à 1,04. La différence entre ces deux moyennes était donc significative. La comparaison entre les moyennes a porté sur les moyennes de 5 et de 1,8 en se servant de la valeur de l'écart de 5 moyennes (1,02). L'écart entre ces moyennes (3,2) étant supérieur à 1,02, la différence était donc également significative.

Echantillons de dattes	T-a (B)	NT-a (C)	T-b (E)	N-b (D)	NT-b (F)	NTT-a (A)
Moyennes des traitements	5(a)	3,2(b)	3,2(b)	2,4(c)	1,8(d)	1,6(e)

Les différences significatives entre les moyennes ont été présentées en se servant de lettres. Les moyennes suivies de lettres différentes différaient significativement au niveau de probabilité de 5%. Les dégustateurs ont préféré de façon significative, à tous les autres échantillons, ceux de l'échantillon B (dattes thermisées stockées à température ambiante); il en fut de même pour l'échantillon C (dattes non thermisées stockées à température ambiante) par rapport aux échantillons D, E, A et F; de l'échantillon E par rapport aux échantillons D et F, et ils ont aimé de la même façon les échantillons F et A.

3.3.7. Conclusion

L'influence du traitement de thermisation (principale étape de stabilisation), que nous préconisons sur les critères de qualité physico-chimique, nutritionnelle, microbiologique et sensorielle, et sur leur évolution durant la durée de conservation, a été étudiée. Au niveau des principaux paramètres physico-chimiques et morphologiques des dattes, nous retiendrons une perte de poids importante (de l'ordre de 0,60g, et 0.50g seulement) par rapport aux lots témoins non thermisés stockés, respectivement, à température ambiante et à (10°C). Un rapport de qualité R égal à 8,56% qui augmente dans les dattes thermisées pour atteindre 8,87%.

Au niveau de pH, la datte fraîche a donné des valeurs moyennes de 5,75, 5,67, et 5,81 issus respectivement des échantillons des dattes témoins non thermisés, thermisés, et non thermisés. A (10°C) en faveur de l'échantillon témoin de la datte non thermisée qui a présentée également un pH inférieur (5,57) par rapport à l'échantillon de datte thermisée (5,83). Il est à noter qu'après traitement des dattes thermisées et non thermisées stockées à température ambiante et à 10°C, ont déjà perdu respectivement 7,28%, 12,13%, 0,75%, et 9,17% de sa teneur en eau enregistrée au stade stockage. L'acidité titrable a diminuée de 5,14 à 4,17 g/100g MF dans les échantillons des dattes stockées à température ambiante, mais cette diminution n'était pas significative et les lots de dattes. Par contre, L'acidité titrable a augmentée de 5,06 à 6,57 g/100g MF dans les échantillons des dattes thrmisées stockées à (10°C).

La datte Deglet-Nour a présenté des teneurs en sucres totaux de 54,43% MF à 64,59% MF. L'effet de la thermisation se traduit par une diminution de la teneur en sucres totaux, mais cette diminution reste non significative pour les échantillons de dattes stockées à température ambiante. Par contre, la thermisation induit une augmentation significative ($p < 0.05$) des sucres totaux des échantillons de dattes non thermisées et thermisées stockées à (10°C). L'effet de la thermisation se traduit par une diminution de la teneur en sucres réducteurs, mais cette diminution reste non significative pour les échantillons de dattes stockées à température ambiante. Par contre, la thermisation induit une diminution significative ($p < 0.05$) des sucres réducteurs des échantillons de dattes non thermisées stockées à (10°C).

Au cours du stockage, le taux d'inversion se stabilise à température ambiante et augmente à température basse où, il passe de 0,38 à 0,48 au quatrième mois pour les échantillons témoins. L'Indice de qualité (r) de l'ensemble des échantillons des dattes étudiées ont été considérés comme de variétés demies molles. L'étude a montré une diminution significative en protéines pour les deux échantillons des dattes thermisées stockées à température ambiante et à (10°C). L'évolution des lipides totaux a connu une baisse remarquable de la teneur en lipides totaux est relevée pour les dattes thermisées stockées pendant les cinq mois à température ambiante et (10°C). Au cours des trois derniers mois de stockage, les échantillons de dattes stockées à température ambiante et à (10°C) sont restés stables, par contre les échantillons de dattes stockées à température ambiante et à (10°C) ont connu une baisse jusqu'à la teneur la plus faible 4,13 mg/100 g MF pour les dattes témoins stockées à température ambiante.

La flore aérobie mésophile de l'ensemble des échantillons continue à se diminuer au fur et à mesure jusqu'à une stabilité d'environ 200 UFC/ml à 150 UFC/ml, puis ce nombre reste stable durant toute la période d'entreposage. Les dattes étudiées montrent une légère augmentation du taux des levures $> 10^3$ UFC/ml par rapport aux normes (11×10^3 pour mois 0, 24×10^2 pour le 2^{ème} mois, 16×10^2 pour le 5^{ème} mois du lot des dattes témoins non thermisées et 8×10^3 pour mois 0, 26×10^2 pour le 1^{er} mois du lot des dattes non thermisées des échantillons étudiés stockés à température ambiante. L'étude a montré une stabilité du taux de moisissures de l'ensemble des échantillons de dattes traitées. Au niveau de l'analyse sensorielle, les dégustateurs ont préféré de façon significative, à tous les autres échantillons, ceux de l'échantillon de dattes thermisées stockées à température ambiante et l'échantillon de dattes non thermisées stockées à température ambiante.

CHAPITRE 4

EFFETS DE LA COMBINAISON THERMISATION- ATMOSPHERES MODIFIEES SUR LES CRITERES DE QUALITE DES DATTES DEGLET NOUR.

4.1. Introduction

La production totale de dattes a été enregistrée à 3,43 millions de tonnes en 1990 qui ont été récoltées sur une superficie d'environ 625 000 ha. Au cours des trois dernières décennies, la demande pour les marchés mondiaux a augmenté pour atteindre 8,52 millions de tonnes sur 1 092 000 ha, L'Égypte, l'Iran et l'Arabie saoudite ont toujours été les plus grands producteurs de fruit dattier [261]. En raison de l'importance et de l'acceptation croissante des dattes, il est important d'étudier les avantages et les inconvénients des techniques de stockage et de conditionnement de fruit des dattes.

La connaissance de la physiologie de la datte est nécessaire pour pouvoir mieux contrôler la maturation, et donc de préconiser les meilleures conditions d'entreposage. Diminuer la respiration des fruits permet de prolonger leur durée de stockage en post-récolte. Ceci est souvent réalisé en combinant une baisse de la température et une augmentation de l'humidité relative de l'air [262]. Il a été recommandé pour le stockage des fruits frais, une température de 15°C, une humidité relative de 80-90% pour assurer un bon état sensoriel pendant environ trois semaines [263]. Les basses températures ont montré leur efficacité dans la préservation de la qualité des dattes (réduction de la perte de couleur, de saveur, de texture...), ainsi que l'alteration par la microflore fongique et les infestations par les insectes [2].

L'objectif de la thermisation est d'abaisser la teneur en eau d'un produit, et par conséquent son a_w jusqu'à obtenir un produit microbiologiquement stable à température ambiante. L'abaissement de l' a_w par séchage est une technique souvent utilisée pour prolonger la durée de vie de certains fruits riches en eau [264]. La technique de séchage la plus traditionnelle est le séchage au soleil, mais elle n'est pas sans inconvénients (poussière, attaque par les insectes, brunissement...). Industriellement la technique du séchage par entraînement (air-chaud) est largement utilisée ; des techniques ont récemment émergé telles

que le séchage par microonde, par radiofréquences et par rayonnement. Selon (Kocabiyik *et al.*, 2012) [265], ces techniques sont plus efficaces pour un moindre coût, et préservent mieux la qualité des produits séchés.

Varoquaux et Nguyen-The (1993) [266] en donnent une définition très simple : une atmosphère modifiée est simplement une atmosphère de conservation dont la composition est différente de celle de l'air et peut résulter pour les tissus vivants d'un équilibre entre les échanges respiratoires du produit végétal et la diffusion gazeuse à travers une membrane semi-perméable. Les trois principaux gaz utilisés sont le CO₂, le N₂ et l'O₂, seuls ou en combinaison [267]. Certains travaux ont permis de réaliser nombreux modèles théoriques pour prédire les taux respiratoires de produits frais en fonction de la concentration en CO₂ et O₂ [268, 269, 270, 271]. Ainsi, de nombreux types de films polymères sont disponibles pour une utilisation dans le MAP avec une large gamme de perméabilités au CO₂ et à l'O₂ [272].

L'alternative proposée est un traitement physique-thermisation par voie sèche à 55°C pendant 20 min comme traitement de désinsectisation, associé à un emballage pour atmosphères modifiées en polyéthylène téréphthalate et de suivre leurs actions simples ou combinées sur l'infestation, la composition chimique et biochimique et l'évolution microbiologique de la datte Deglet Nour sur une durée de cinq mois de stockage au froid (10°C).

4.2. Matériel et méthodes

4.2.1. Constitution des lots expérimentaux homogènes, et stockage des échantillons de datte

Les dattes sont mélangées manuellement avec précaution et d'une manière minutieuse, plusieurs fois afin d'obtenir des lots homogènes d'un point de vue apparence (couleur, calibre), puis disposés en une couche uniforme de faible épaisseur. Les dattes débarrassées d'impuretés, ont été disposées dans des barquettes propres à raison de 450 ±5g chacune et maintenus en congélation afin de bloquer le processus de maturation.

Tableau 4.1 : Lots expérimentaux.

Température ambiante (22 ±1°C), HR de 75% à 80%	Température basse (10 ±2°C), HR de 85% à 90%
T1: Non thermisé - non emballé : NTNE (Lot témoin), congelé	T2 : Non thermisé - non emballé : NTNE (Lot témoin), congelé
Lot 1 : Thermisé - non emballé : TNE	Lot 1 : Thermisé - non emballé : TNE
Lot 2 : Non thermisé – emballé : NTE	Lot 2 : Non thermisé – emballé : NTE
Lot 3 : Thermisé - emballé : TE	Lot 3 : Thermisé - emballé : TE

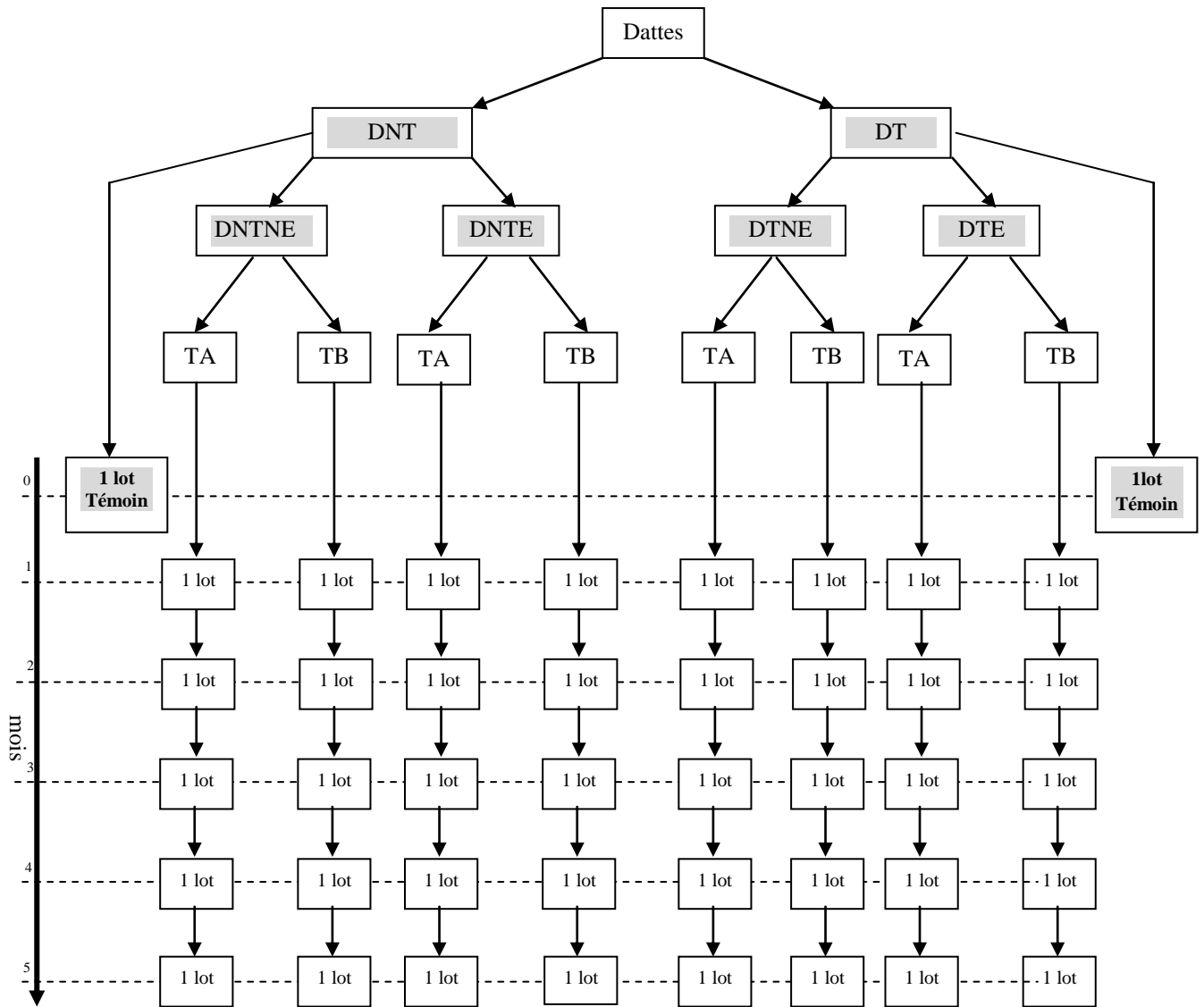


Figure 4.1 : Diagramme de constitution des lots expérimentaux [273].

DNT : Dattes Non Thermisées
 DNTNE : Dattes Non Thermisées Non Emballées.
 DTNE : Dattes Thermisées Non Emballées.
 TA : Température Ambiante

DT : Dattes Thermisées.
 DNTE : Dattes Non Thermisées Emballées.
 DTE : Dattes Thermisées Emballées.
 TB : Température Basse.

Les dattes sont conditionnées en lots de 450g. Les échantillons de dattes ont été répartis en deux groupes de lots à raison de six échantillons chacun, correspondant à la durée de stockage (0, 1, 2, 3, 4 et 5 mois) avant d'être testés pour le premier à température ambiante ($22^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$) avec une humidité relative de 75% à 80% et le second à température basse de ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) avec une humidité relative de 85% à 90%.

4.2.2. Création d'un emballage adapté à l'aide d'un film en PET pour atmosphère modifiée (par voie passive), et confection des boîtes expérimentales

4.2.2.1. Méthodes de création d'AM

L'atmosphère modifiée à l'intérieur des emballages plastiques a été réalisée de façon passive. Dans ce cas, l'atmosphère modifiée est créée par une dynamique où interviennent la respiration du produit et les échanges gazeux à travers l'emballage. Dans un emballage fermé contenant des fruits ou légumes, l'atmosphère est modifiée naturellement comme résultat de la consommation d'oxygène et de la production de gaz carbonique. Eventuellement, une concentration stationnaire jugée optimale peut être établie dans le cas où le flux de gaz à travers l'emballage compense exactement la respiration du produit. La création et le maintien de cet état stationnaire dépendent essentiellement de l'activité respiratoire du produit et des propriétés de transfert de gaz du polymère regroupées sous le terme de perméabilité.

Les films d'emballage pour fruits et légumes ne sont jamais complètement imperméables à l'oxygène, au dioxyde de carbone et aux vapeurs d'eau. Même si le film d'emballage est soudé assez serré, ces gaz seront transportés à travers le film (dissous d'un côté et libéré de l'autre). Le taux dépend du type de plastique, l'épaisseur du film, la température et les différences de pression de gaz de chaque côté du film. Le PET est un matériau dur, rigide, solide, avec une bonne stabilité dimensionnelle et un faible taux d'absorption d'eau. Il présente de bonnes propriétés de protection contre les gaz et une bonne résistance chimique, sauf aux alcalis (qui l'hydrolysent). Sa cristallinité varie entre amorphe et relativement élevée ; il peut être très transparent et incolore, mais les parties épaisses sont le plus souvent opaques et blanchâtres.

Tableau 4.2 : Caractéristiques techniques du film utilisé Polyéthylène téréphthalate Polyester [274].

	Permeability to Oxygen at 25°C $\times 10^{-13} \text{ cm}^3, \text{ Cm cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$	Permeability to Carbon Dioxide at 25°C $\times 10^{-13} \text{ cm}^3, \text{ cm cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$	Permeability to Water at 25°C $\times 10^{-13} \text{ cm}^3, \text{ Cm cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$	Permeability to Nitrogen at 25°C $\times 10^{-13} \text{ cm}^3, \text{ cm cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$	Thickness mm
Polyethylene terephthalate Polyester film	0.03	0.2	100	0.004	0.5
Macro-perforated film	Control	Air	>100	Air	-

4.2.2.2. Montage des boîtes expérimentales

Les lots sont conditionnés dans des boîtes expérimentales en film Polyéthylène téréphthalate Polyester.

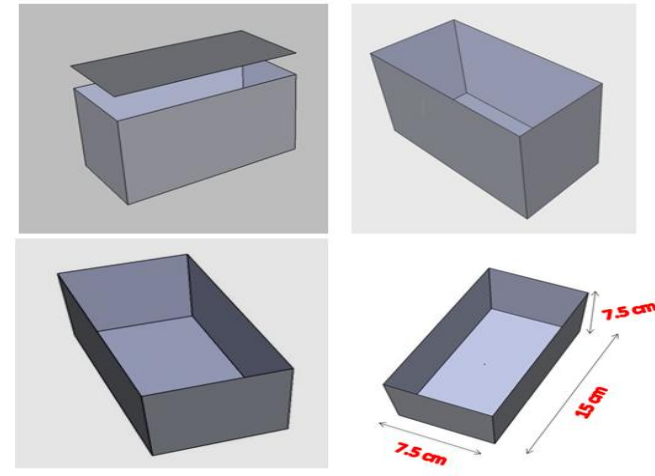


Figure 4.2 : Boîte expérimentale en position horizontale, et verticale haute.

Le montage expérimental consiste en une boîte de dimensions intérieures de 7,5x15,00x7,5 cm. Elle est fabriquée de film de PET d'épaisseur 0,50 mm. L'atmosphère modifiée à l'intérieur de la boîte est générée par l'échange entre le produit et l'extérieur à travers le film.



Figure 4.3 : Boîte expérimentale après montage.

La confection des boîtes expérimentales devait assurer leur étanchéité. Le couvercle vissé sur la boîte est muni d'un caoutchouc mousse. L'étanchéité des boîtes a été vérifiée en mesurant la concentration de l'air à l'intérieur de la boîte après 5 et 24 heures. Les boîtes étaient considérées étanches si la variation des concentrations de l'air intérieur était inférieure à 0,5%.

4.2.3. Instrument de dosage de la concentration des gaz, et contrôle du profil respiratoire de la datte après récolte

Le contrôle des concentrations du gaz à l'intérieur des boîtes expérimentales a été effectué à l'aide d'un analyseur de gaz type OXYBABY® 6.0 du fabricant allemand

WITTGAS. OXYBABY® 6.0, est une solution alternative aux analyseurs de table fixes pour les emballages alimentaires et pour le soudage. Il procure tous les avantages des plus modernes technologies rapidement et facilement par option.



Figure 4.4 : Analyseur portable O₂ ou O₂/CO₂ pour le contrôle des produits sous atmosphère modifiée (MAP) [275].

Tableau 4.3 : Caractéristiques techniques de l'analyseur des gaz [275].

• •	Gaz	O ₂ dans N ₂ ou Ar (autres sur demande) O ₂ et/ou CO ₂ dans N ₂ ou Ar (autres sur demande)
• •	Principe de mesure O₂	cellule électrochimique
• •	Principe de mesure CO₂	absorption IR
• •	Durée de vie capteur O₂	env. 2 ans (dans l'air à 20 °C)
• •	Durée de vie capteur CO₂	longue durée de vie
• •	Gamme de mesure	0–100%
• •		O ₂ par pas de 0,01% CO ₂ par pas de 0,1%
• •	Volume de gaz prélevé	O ₂ < 2 ml O ₂ /CO ₂ < 6 ml
• •	Temps de mesure	max. 6 sec. max. 10 sec.
• •	Etalonnage	deux points de calibration
• •	Prélèvement	automatique via une aiguille et une pompe intégrée
• •	Enregistrement des mesures	500 dernières mesures Interface pour le transfert des données enregistrées, affectation des mesures à différents produits
• •	Communication	Port USB, carte microSD
• •	Logiciel	OBCC
• •	Multilingue	Allemand, Anglais, Français, Italien, Hollandais, Suédois, Finnois, Espagnol, Polonais, Russe, Turc et Hongrois (d'autres en préparation)
• •	Température (gaz/ambiante)	0 – 40 °C
• •	Affichage	rétro-éclairé
• •	Arrêt	automatique après 2 minutes d'inactivité
• •	Boîtier	plastique résistant aux chocs
• •	Poids	env. 580 g (sans les accessoires)
• •	Dimensions (HxLxP)	187 x 106 x 91 mm (sans aiguille)
• •	Alimentation	3 batteries rechargeables intégrées (adaptateur secteur + chargeur inclus)
• •	Chargeur	110–240 V AC
• •	Certification	Société certifiée selon ISO 9001 et ISO 22000 Marquage CE selon : - CEM 2014/30/UE - Directive basse tension 2014/35/UE Pour les gaz alimentaires selon : - Régulation (EC) No 1935/2004 Nettoyé pour utilisation avec oxygène selon : - EIGA IGC Doc 13/12/E: Oxygen Pipeline and Piping System

4.2.4. Détermination de l'intensité respiratoire des dattes

L'intensité respiratoire des dattes est déterminée en plaçant les fruits dans des bocaux hermétiquement fermes (figure 4.5). L'évolution des concentrations en O₂ et en CO₂ est suivie après une heure de fermeture. Pour cela, les volumes de gaz sont prélevés de l'atmosphère des bocaux à travers un septum et dosés par l'analyseur de gaz.

Les concentrations obtenues (en O₂ ou en CO₂) sont exprimées en ppm.

L'évolution de la concentration du gaz considéré (O₂ ou CO₂) dans les emballages est suivie dans le temps. L'intensité respiratoire, exprimée en μl de gaz par gramme de fruit et par heure (ou en ml de gaz par kg de fruit par heure), est évaluée à l'aide des équations suivantes [272] :

$$\text{IR O}_2 = \frac{\text{Quantité d'O}_2 \text{ consommée (\%)} \times \text{Volume de fruit (ml)} \times 273 \times 1000}{\text{Temps (h)} \times [273 + T^\circ \text{ mesurée (}^\circ\text{C)}] \times 22.4 \times \text{poids} \times 100}$$

L'IR_{O₂} est également exprimée en mmol O₂ .kg⁻¹.h⁻¹.

$$\text{IR CO}_2 = \frac{\text{Quantité de CO}_2 \text{ dégazé (\%)} \times \text{Volume de fruit (ml)} \times 273 \times 1000}{\text{Temps (h)} \times [273 + T^\circ \text{ mesurée (}^\circ\text{C)}] \times 22.4 \times \text{poids} \times 100}$$

Comme précédemment, l'IR_{CO₂} est exprimée en mmol CO₂ .kg⁻¹.h⁻¹

Soit une masse du fruit m (en g) placée dans une enceinte de volume V_e (en l), la mesure de la densité d permet de calculer le volume du fruit V_f ($V_f = m/d$). Toutefois, dans la pratique, on simplifie en considérant que $V_f = m$ (soit $d = 1$). Le volume mort utile est : $V_u = V_e - V_f$. Avec : V_u , le volume mort utile calculé (en l). m , la masse du fruit (en g)

Convertissons cette valeur en mmol/kg.h On sait que : (1 mole de gaz) = (22,4 litres), à 0°C (soit 273°K) ; et que, pour une température donnée t , (1 mole de gaz) = $(T \times 22,4)/K$ litres, à $t^\circ\text{C}$ (soit $273+t$ °K) avec T (en°k) = $(273+t)$ et $K = 273$



Figure 4.5 : Bocal pour le dosage de la concentration des gaz émis par les dattes étudiées.

Le dosage d'éthylène émis; 1 ml d'air extrait des bocaux hermétiquement fermés, où étaient placées les dattes à étudier, injecté dans un chromatographe à gaz (phase gazeuse), équipé de colonnes adaptées aux dosages d'éthylène. La température du détecteur de thermoconductivité était de 150°C et celle du four de 35°C [276].

4.2.5. Analyses physico-chimiques de la datte

Les analyses physicochimiques sont réalisées dans les mêmes conditions et selon les mêmes protocoles que ceux décrits dans la partie I. Ces analyses ont porté sur la perte de poids, pH [122], acidité titrable [277], le rapport de qualité R [116] et le degré Brix.

4.2.6. Détermination du taux d'infestation

Le taux d'infestation est déterminé par la relation suivante [278] :

$$\text{Taux d'infestation} = \text{Nombre de dattes infestées} / \text{Nombre de dattes observées} \times 100$$

4.2.7. Analyses biochimiques de la datte

A partir de chaque échantillon, nous avons réalisé 03 prélèvements constitués chacun de 05 à 06 fruits. Les dattes sont dénoyautées et broyées jusqu'à obtention d'une pâte homogène, représentative de l'échantillon étudié. Chaque prélèvement a servi à réaliser les différentes analyses dans les mêmes conditions et selon les mêmes protocoles décrits dans la partie I. Ces analyses ont porté sur la teneur en eau [122], les sucres totaux extraits selon Reynes et al. (1997) [120], et dosés soit par spectrophotométrie, les sucres réducteurs [279], le profil des mono, di et trisaccharides par HPLC avec le même appareillage et les mêmes paramètres opératoires décrits précédemment.

4.2.8. Les analyses microbiologiques, et traitement statistique des données :

Ces analyses sont réalisées dans les mêmes conditions et selon les mêmes protocoles que ceux décrits dans la partie I.

4.2.9. Analyse sensorielle des dattes

Travailler l'identité gustative des produits peut être une source de motivation au sein de l'entreprise et un moyen efficace de fidéliser les clients.

Force est de constater qu'une fois la sécurité sanitaire maîtrisée, se pose la question du goût au regard de l'évolution des recettes, des procédés de fabrication et des emballages.

La mise en place d'une démarche d'analyse sensorielle peut permettre d'avancer sur ce terrain.

C'est une technique qui met directement le produit en relation avec les organes des sens et s'intéresse aux perceptions du dégustateur. Elle est utile tout au long de la vie d'un produit et pour tous les acteurs de la filière agroalimentaire, en particulier les équipes de recherche et de développement, de marketing et de contrôle de qualité. [280].

4.2.9.1. Test de classement des dattes

Ce test consiste à présenter d'une manière anonyme trois échantillons différents des dattes étudiées, à des personnes qui devront les classer par ordre de préférence.

Les cinq échantillons (à température ambiante et à 10°C) sont codés par des chiffres qui ne se succèdent pas pour garder l'anonymat des échantillons, et ils doivent être présentés de la même façon pour éviter d'influencer sur les préférences des dégustateurs.

4.2.9.2. Test triangulaire

Il s'agit de présenter de manière anonyme, trois échantillons dont deux sont identiques, à des personnes qui doivent déterminer lequel est différent. Dans cette épreuve aussi on doit coder les échantillons par des chiffres qui ne doivent pas renseigner les dégustateurs sur la nature des produits analysés.

L'objectif de ce test est de mettre en évidence des « différences de perception entre les deux lots de dattes emballés ou non emballés. ».

L'épreuve triangulaire présente l'avantage d'être facile à mettre en œuvre, simple à réaliser pour les sujets, facile à interpréter. Elle permet de plus de suivre la qualité des réponses des sujets, [281].

4.2.9.3. Conduite de l'analyse sensorielle

Du fait des différences interindividuelles de sensibilité ou d'acceptabilité, l'évaluation sensorielle demande toujours de faire appel à plusieurs sujets.

Ces sujets doivent remplir un certain nombre de conditions, afin de ne pas influencer les résultats de l'analyse sensorielle. Les dégustateurs doivent aussi avoir l'habitude de consommer des dattes au moins 1 fois par mois. Les deux épreuves sensorielles ont porté sur

un échantillon de 35 personnes, choisis parmi les étudiants de la faculté des sciences de la nature et de la vie (USDB 1) qui remplissent les conditions cités ci-dessus.

Au cours de la dégustation des lots de dattes étudiées chaque sujet doit remplir les fiches de dégustation en annexe. La tâche demandée aux sujets ne nécessite pas d'entraînement particulier : ils doivent connaître l'épreuve, et faire preuve de capacité à discriminer.

La dégustation doit se faire dans un lieu dédié avec l'aménagement d'une zone de préparation des produits, les équipements prévus doivent permettre de placer tous les échantillons dans les mêmes conditions de présentation, de température et d'éclairage.

4.2.9.4. Traitement statistique des données de l'analyse sensorielle

L'interprétation statistique des résultats du test triangulaire doit suivre les étapes suivantes :

- L'animateur doit comptabiliser le nombre de réponses correctes.
- Comparer la valeur obtenue à celle figurant dans la table de la loi binomiale pour une probabilité de 1/3, afin de pouvoir répondre à la question suivante :
 - Le nombre observé de réponses correctes est-il significativement plus élevé que le nombre attendu par le seul fait du hasard (le nombre de réponse qui peuvent être dues au hasard est égal au nombre total de réponses multiplié par 1/3) ? , [282].

4.3. Résultats et discussion

4.3.1. Etude du potentiel de respiration (profil respiratoire) de la datte (*Phoenix dactylifera* L.) en fonction de son stade post-récolte

4.3.1.1. Changement de la concentration d'O₂ et de CO₂ après récolte au stade Tamar

Pour les deux échantillons étudiés lors du stockage à température ambiante (22°C ±1°C et 75-80% HR), nous avons trouvé une légère diminution (de 22,53% à 19,22%) de la concentration moyenne en oxygène de l'échantillon de fruits de dattes (figure 4.6). Contrairement aux échantillons de fruits de dattes conservés dans des emballages (film PET), il y a eu une forte diminution de la concentration moyenne en oxygène (de 20,25% à 12,86%) (figure 4.6). De plus, une forte augmentation (de 0,75% à 10,54%) de la concentration moyenne de CO₂ de l'échantillon de fruits de dattes, et une légère augmentation (de 0,23 à 6,45) de l'échantillon de fruits de dattes stockées dans des emballages (film PET).

En effet, dès la première mesure de la concentration en oxygène après 45 minutes de stockage sous film PET, le conditionnement limitait légèrement la consommation d'oxygène des fruits de dattes par rapport à l'échantillon témoin (20,25% pour l'échantillon de datte conservé sous film PET contre 22,53% pour le témoin échantillon). Les fruits de dattes de l'échantillon témoin avaient la consommation d'oxygène la plus élevée (22,83%). De même, l'emballage en film PET a limité la concentration de CO₂ dégazé après sept heures de stockage par rapport à l'échantillon témoin (0,55% pour l'échantillon de datte conservé sous film PET contre 1,90% pour l'échantillon témoin) sans différence significative ($p>0,05$). La concentration d'oxygène et de CO₂ des fruits de dattes stockés sous film PET était toujours inférieure à celle du témoin lors du stockage.

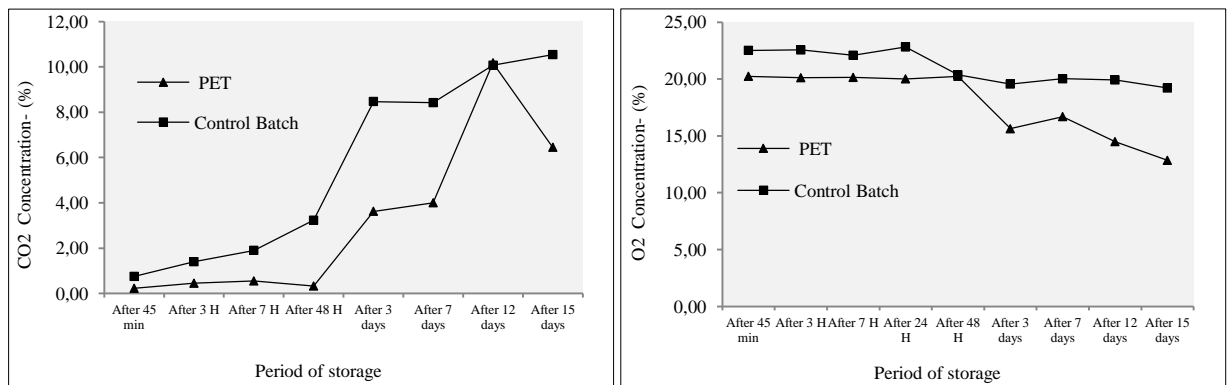


Figure 4.6: Consommation de CO₂ et d'O₂ des dattes en fonction du temps à (22°C) ±1°C et 75-80% HR.

4.3.1.2. Évolution physiologique de la datte (*Phoenix dactylifera* L.) en conservation selon son stade post-récolte

Les résultats précédents permettent de caractériser la qualité initiale des fruits en fonction de leur stade de récolte. Il s'agit désormais de suivre l'évolution de ces différents lots de dattes afin d'apprécier leur aptitude à mûrir et leur potentiel de conservation dans des conditions non contraignantes (à 22°C ±1°C et à 75-80% HR) et pouvoir caractériser la qualité finale des fruits mûrs.

4.3.1.2.1. Vitesse d'évolution des dattes (*Phoenix dactylifera* L.) en post-récolte

Les dattes montrent une respiration typique des fruits non climatiques après la récolte (Figure 4.7). Ils n'évoluent pas au même rythme selon le temps de conservation, plus la conservation est tardive, plus le pic respiratoire est diminué. Ainsi, l'activité respiratoire des

échantillons de dattes étudiées a lieu pendant les deux premiers jours après récolte pour les fruits récoltés au stade "Tamar".

Pour les neuf échantillons étudiés, nous avons observé une diminution de l'intensité respiratoire des fruits lors du stockage à température ambiante ($22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et 75-80% HR) pour les deux lots de dattes (témoin et stocké sous film PET) (figure 4.8). En effet, dès le premier jour de stockage, avec le test contrôle, la consommation d'oxygène des fruits de dattes est légèrement supérieure par rapport au lot stocké sous PET, (après 3 heures de stockage $4,34 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}$ pour le groupe contrôle contre $3,62 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$), (après 7 heures de stockage $2,01 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ pour le groupe témoin contre $1,66 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$), (après stockage 24H $1,58 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ pour le groupe témoin contre $0,48 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) Les fruits du contrôle avaient la consommation la plus élevée ($4,34 \text{ mmoles O}_2.\text{Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) pendant cette période de conservation sans différence significative ($p > 0,05$).

Les résultats obtenus indiquent qu'aux durées (3 jours et 7 jours; 12 jours et 15 jours), les taux d'éthylène obtenus sont respectivement, $0,029-0,013 \text{ C}_2\text{H}_4 \text{ ul, kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ et $0,020 - 0,010 \text{ C}_2\text{H}_4 \text{ ul,kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ avec les lots témoins; alors que chez les lots emballés en PET, les taux sont de $0,0032 - 0,0053 \text{ C}_2\text{H}_4 \text{ ul,kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ et $0,0049 - 0,0057 \text{ C}_2\text{H}_4 \text{ ul,kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ aux mêmes durées d'échantillonnage (figure 4.7). L'emballage a diminué sans différence significative ($p > 0,05$) le taux d'éthylène respectivement de $-1,00\%$, $-0,99\%$, $-1,00\%$ et $-0,99\%$ aux mêmes durées d'échantillonnage. D'autre part, cette pratique a diminué non seulement la dernière période de conservation (du 3^{ème} jour au 15^{ème} jour) mais aussi elle diminue légèrement le taux d'éthylène durant la première partie de conservation soit $-0,99\%$ à 7 heures et $-0,99\%$ à 3 heures; alors que cette diminution est non significative tout au long de stockage.

Kader *et al.* (1992) [283] a classé la datte dans le groupe des fruits non climactériques. Par ailleurs, pour une variété donnée, Ait-Oubahou et Yahia (1999) [16] ont abouti à une absence de corrélation entre production d'éthylène et maturation. D'autres travaux indiquent que l'éthylène peut être impliqué dans l'initiation de la maturation. Ainsi selon Rouhani et Bassiri (1977) [66] la datte répond aux traitements après-récoltes à l'éthylène par une augmentation de l'intensité respiratoire ce qui en ferait selon ces deux auteurs, un fruit climactérique.

Abbas et Ibrahim, (1996) [284] concluent de leur côté que la datte du cultivar Hilawi présente un comportement climactérique puisqu'elle produit un pic CO_2 précédé d'un pic

éthylène avant la transition Khallal-Routab. D'autres auteurs ont identifié un pic climactérique lors de du changement de couleur du vert au jaune [244].

Esplá et *al.* (1999) [285] travaillant sur des dattes de la palmeraie d'Elche (présentant une grande diversité génétique) ont rapporté que les dattes étudiées ont émis des taux d'éthylène détectables pendant une période relativement longue (entre 7 et 8 semaines). La fin de cette période de production de C_2H_2 est intervenue souvent avant le passage du fruit au stade Routab et l'obtention de sa maturation organoleptique, mais à la différence des résultats obtenus par Abbas et Ibrahim (1996) [284], cette production d'éthylène n'a pas entraîné un accroissement de l'intensité respiratoire des fruits. Cependant, l'examen de la production de CO_2 montre un léger ralentissement de l'activité respiratoire du fruit pendant la période où l'émission d'éthylène a été maximale.

Serrano et *al.* (2001) [286] ont rapporté qu'aux premiers stades de maturation de datte Negros cultivées en Espagne, un petit pic de production d'éthylène était détecté suivi d'un pic de l'activité respiratoire, suggérant ainsi, que la datte est un fruit climactérique.

A la différence du climactérisme définie comme un ensemble de changements biochimiques, accompagnés de l'augmentation de l'activité respiratoire, qui serait déclenchée par un accroissement autocatalytique de la quantité d'éthylène [287] et aboutissant à la maturation du fruit. Dans les cas d'Elche, la production d'éthylène observée n'a été suivie d'aucun pic de CO_2 [285].

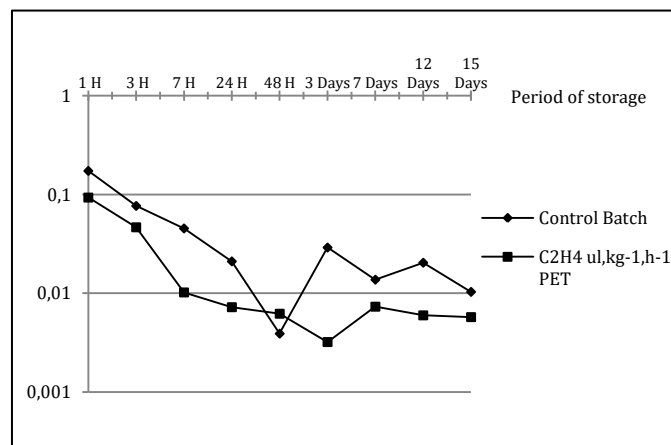


Figure 4.7 : Éthylène émis à partir des dattes observées en post-récolte.

Selon la classification des fruits tropicaux et subtropicaux rapportée par Paull et Duarte (2011), Gross et *al.* (2002) [288, 289], les dattes sont des fruits non climatériques, avec un taux de respiration très faible et une faible production d'éthylène, et donc avec une activité métabolique très faible. L'intensité respiratoire des fruits de datte conservés sous film

PET était toujours inférieure à celle du témoin pendant le stockage, et diminuait significativement lors des dernières périodes de stockage (après 7 jours de stockage $0,057 \text{ mmole O}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, et $0,02 \text{ mmole O}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ après 15 jours de stockage). Le film PET a considérablement limité la consommation d'oxygène des fruits des dattes (*Phoenix dactylifera* L.), ce qui contribue à prolonger la durée de conservation des fruits après la récolte.

Les caractéristiques des films qui constituent une barrière aux gaz sont d'une grande importance. En effet, en formant une couche de film mince entourant le fruit, les enrobages modifient l'atmosphère interne en réduisant la perméabilité aux gaz de la peau du fruit [290, 291]. Ceci entraîne une augmentation de la teneur en dioxyde de carbone et une diminution de la teneur en oxygène dans le fruit [292, 293]. Néanmoins, lorsque la teneur interne en CO_2 du fruit est élevée, une fermentation peut se produire qui risque de donner au fruit une mauvaise qualité organoleptique, préjudiciable au niveau commercial [294, 293, 295].

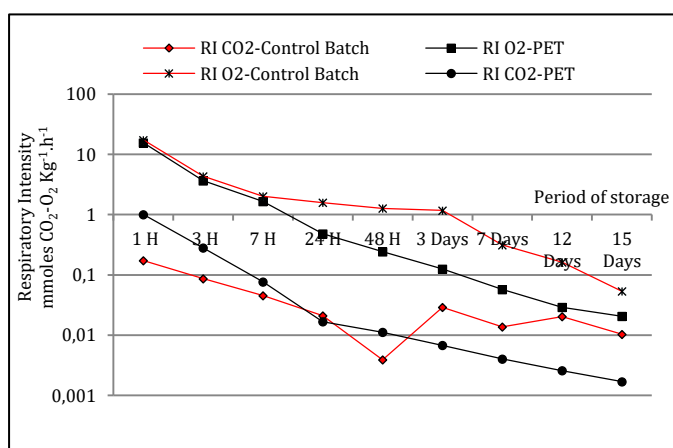


Figure 4.8 : Intensité respiratoire à partir des dattes observées après la récolte.

La diminution de la respiration des fruits permet de prolonger leur période de stockage après récolte. Ceci est souvent réalisé en combinant une diminution de la température avec une augmentation de l'humidité relative [296]. Il a été recommandé pour la conservation des fruits frais, une température de 15°C , une humidité relative de 80-90% pour assurer un bon état sensoriel pendant environ trois semaines [263].

Les basses températures ont montré leur efficacité à préserver la qualité des dattes (réduction de la perte de couleur, de saveur, de texture ...), ainsi que l'altération par la microflore fongique et les infestations par les insectes [2].

4.3.1.2.2. Evolution de la concentration en O₂ et CO₂ et de l'intensité respiratoire des dattes (*Phoenix dactylifera* L.) emballées sous MAP (par voie passive) en cours de la conservation

4.3.1.2.2.1. Variation de la concentration en O₂ et CO₂ en cours de la conservation

Pour les trois lots étudiés dans le test I, nous avons constaté une diminution de la concentration en oxygène de l'atmosphère interne de l'emballage PET des lots non thermisés - emballés: NTE et thermisés - emballés: TE pendant le stockage à température ambiante (22°C ±1°C et 75-80% HR) (figure 4.9). En effet, dès le premier mois de traitement, avec le test I à température ambiante 22°C ±1°C et à 75-80% HR, le conditionnement a fortement limité la concentration en oxygène des fruits de dattes par rapport au lot témoin (23,20 % pour le lot témoin contre 19% pour le lot TE et 18,60% pour le lot NTE), soit un taux de diminution de 22,38% pour le lot TE et 22,40% pour le lot NTE avec une différence très significative ($p < 0,0001$). Le troisième mois de stockage du lot NTE présente la plus faible concentration d'oxygène estimée à 20,47% (14,40% contre 21,15% pour le lot témoin) avec une différence très significative ($p < 0,0001$). Et c'est aussi le cinquième mois de stockage du lot TE avec une baisse de 21% (16,90% contre 21,78% pour le lot témoin). Après deux mois de stockage, les fruits de dattes du groupe témoin avaient la plus forte concentration d'oxygène (24,30%). Contrairement au groupe témoin, la concentration en oxygène des dattes de fruits emballées au MAP dans les lots de lots Non thermisés - emballés: NTE et thermisé - emballé: TE était toujours inférieure à celle du lot témoin pendant le stockage.

Lors de la conservation des fruits de dattes conservés à température ambiante à 22°C ±1°C et 75-80% HR, nous avons constaté que la concentration de CO₂ est fortement augmentée par rapport au lots témoins du troisième mois non thermisé - emballé: NTE et thermisé - emballé: TE (respectivement 6,4% et 1,4% contre 0,10% pour le lot témoin) avec un taux d'augmentation de 40% thermisé - emballé: TE et 570% pour le lot témoin non thermisé - emballé: NTE. Ces emballages ont augmenté la concentration en CO₂ de l'atmosphère intérieure de l'emballage en PET des fruits de dattes par rapport au lot témoin dès le premier mois de stockage (figure 4.9) avec une différence significative ($p < 0,05$). Pendant la période de conservation, nous avons trouvé une concentration de CO₂ stable entre le premier mois et le troisième mois. Au cinquième mois de stockage, fruit de lots de dattes non thermisé - emballé: NTE thermisé - emballé: TE, avait une diminution de concentration de CO₂ de 6,4% respectivement 1,9% et 2,8% à 1,7%. De plus, la concentration en CO₂ des fruits de dattes du lot témoin a légèrement augmenté au cours des deuxième et quatrième mois de la période de stockage (0,40% et 0,30%, respectivement), tandis que les fruits des dattes de

lots non thermisés - emballés: NTE et thermisés - emballé: les TE augmentent fortement leur concentration avec le temps. Dans le test II à basse température à $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et 85-90% HR, les emballages en PET appliqués aux fruits de dattes ont également montré une concentration de CO_2 stable pendant les trois premiers mois de stockage en atmosphère intérieure pour tous les échantillons. En effet, après quatre mois de stockage, la concentration en CO_2 de l'atmosphère intérieure de l'emballage en PET des fruits de dattes est augmentée de 120% (TE) par rapport au lot témoin (figure 4.9) sans différence significative ($p > 0,05$). Au cinquième mois de stockage, la concentration de CO_2 dans l'atmosphère interne de l'emballage PET du lot (TE) et (NTE) diminue fortement (est respectivement de 0,9% et 0,8% contre 0,19% pour le lot échantillon) sans différence ($p > 0,05$). Quant à l'atmosphère interne du lot (NTE), la figure montre que leur concentration en CO_2 est plus rapide que le lot du quatrième mois de conservation (respectivement 2,2% et 5,4%). Ensuite, la concentration en CO_2 de l'atmosphère intérieure du lot (TE) et (NTE) diminue (respectivement 0,9% et 0,8% au cinquième mois de stockage) sans différence significative ($p > 0,05$).

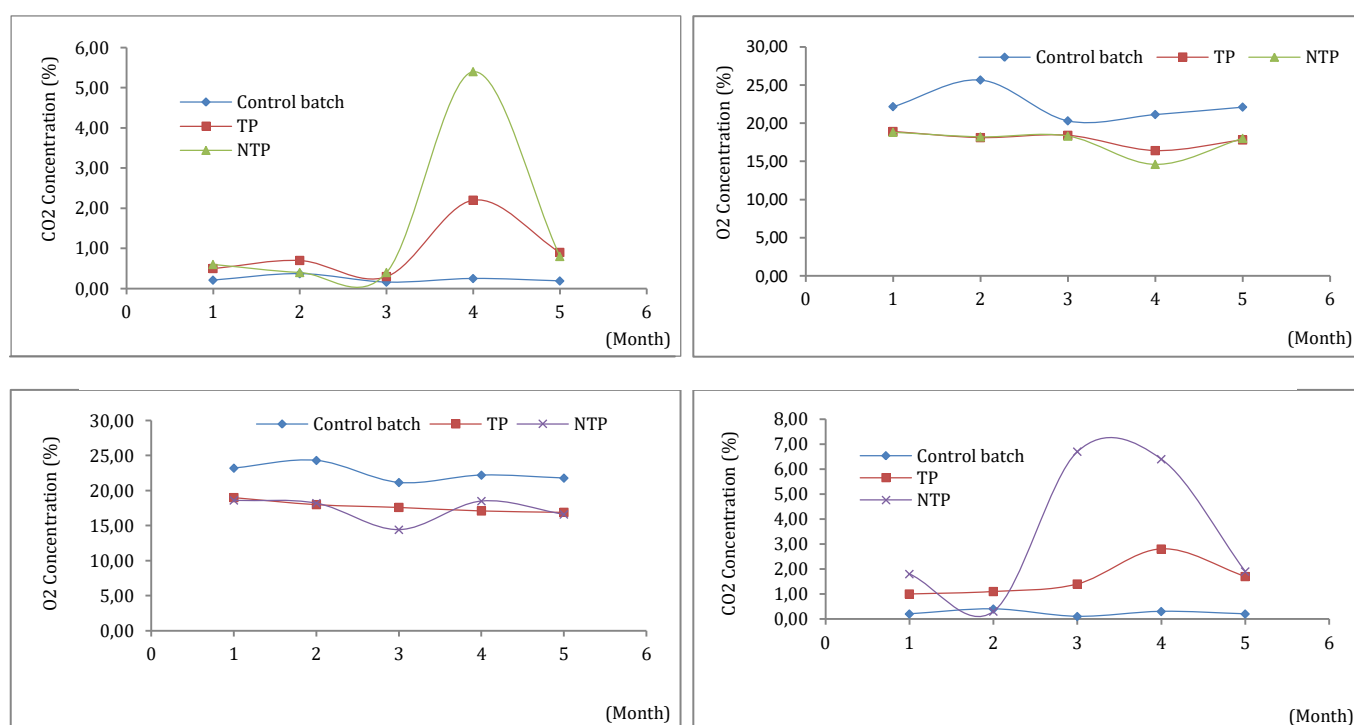


Figure 4.9 : Evolution de la concentration en O_2 et CO_2 des dattes conservées à température ambiante ($22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}/75\text{-}80\%$ HR) (Test I- en bas de la figure), et à basse température ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}/85\text{-}90\%$ HR) (Test II- en haut de la figure) en fonction du temps.

Lors du stockage des fruits de dattes conservés à basse température à $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ et 85-90% HR, nous avons constaté que la concentration en oxygène de l'atmosphère intérieure est fortement réduite tout au long de la période de stockage par rapport au lot témoin, et après le

premier mois dans les lots (NTE) et (TE) (respectivement 18,8% et 18,9% contre 22,16% pour le lot témoin) avec un taux de diminution de 14,71% thermisé - emballé: (TE) et 15,16% pour le lot non thermisé - emballé: (NTE) avec différence ($p < 0,05$). Ces emballages ont réduit la concentration de CO₂ dans l'atmosphère interne de l'emballage en PET par rapport au lot témoin dès le premier mois de stockage (figure 4.9). Pendant la période de stockage, nous avons trouvé une stabilité de la concentration en CO₂ de l'atmosphère intérieure de l'emballage PET du lot (NTE) et (TE) entre le premier mois et le troisième mois sans différence significative ($p > 0,05$). Au quatrième mois de conservation, lots de fruits de dattes non thermisés - emballés: (NTE) et thermisés - emballés: (TE) a montré une diminution de la concentration en CO₂ de l'atmosphère intérieure des emballages en PET (respectivement de 18,4% à 16,4%, et 18,3% à 14,6%). De plus, la concentration en CO₂ de l'atmosphère intérieure de l'emballage en PET du lot témoin a légèrement augmenté au cours du deuxième mois de la période de stockage (taux d'augmentation de 15,75%).

4.3.1.2.2.2. Évolution physiologique (intensité respiratoire) de la datte (*Phoenix dactylifera* L.) en cours de la conservation

La mesure de l'intensité respiratoire permet de mettre en évidence chez de nombreux fruits une augmentation significative de la respiration en début de maturation. Cette hausse soudaine a été qualifiée de crise climactérique. Après ce phénomène, la maturation du fruit est suivie d'une sénescence.

D'après nos résultats des deux tests I et II, l'application de l'emballage en PET inhibe l'apparition de cette crise dans nos conditions de stockage (à basse température 10°C ± 2°C et à 85-90% HR et à température ambiante 22°C ± 1°C et 75-80% HR). Cela prolongera la durée de conservation des fruits de dattes de quelques mois de plus que les fruits non traités.

Nous avons constaté que tous les emballages testés (TE) et (NTE) à température ambiante et à basse température limitaient la consommation d'oxygène des fruits de datte sans différence significative ($p > 0,05$). Les fruits de dattes emballés n'ont pas montré de pic respiratoire, ce qui n'est pas le cas des lots témoins des deux essais. En effet, pour les lots témoins des essais I et II, les dattes ont subi cette crise au cours du premier mois de stockage (respectivement $7,81^{E-03}$ mmoles O₂ Kg⁻¹.h⁻¹ et $7,46^{E-03}$ mmoles O₂ Kg⁻¹.h⁻¹).

D'après les tests I et II, la consommation d'oxygène de tous les fruits de dattes (TE) et (NTE) du test I a diminué rapidement après le premier mois de stockage $6,40^{E-03}$ mmoles O₂ Kg⁻¹.h⁻¹ (TE), $6,26^{E-03}$ mmoles O₂ Kg⁻¹.h⁻¹ (NTE), contre $7,81^{E-03}$ mmoles O₂ Kg⁻¹.h⁻¹ pour le

lot témoin. De même, la consommation d'oxygène de toutes les dattes (TE) et (NTE) fruits du test II a diminué rapidement après le premier mois de stockage 6.36^{E-03} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (TE), 6.33^{E-03} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (NTE), contre 7.46^{E-03} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ pour le lot témoin. Ensuite, une forte diminution a été observée jusqu'au troisième mois de stockage des fruits de dattes (NTE) du test I 9.70^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ contre 2.37^{E-03} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (un taux de diminution de 59,07%) sans différence significative ($p>0,05$). De plus, on note une stabilisation de l'intensité respiratoire au cours des deux derniers mois de stockage pour les fruits de dattes (TE) et (NTE) (Figure 4.10). En ce qui concerne les fruits de date témoin des tests I et II, nous avons constaté que leur intensité respiratoire était plus élevée par rapport aux autres lots traités pendant les cinq mois de stockage. Par la suite, jusqu'à la fin de l'expérience, cette croissance a connu une stabilité de l'intensité respiratoire. De plus, on note une consommation d'oxygène plus élevée pour le lot de fruits dattes témoins que pour les autres lots expérimentaux (TE) et (NTE), dans tous les lots en cours de stockage.

Nous concluons que les emballages en PET peuvent limiter la consommation d'oxygène des fruits de dattes dans différentes conditions (à basse température à $10^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ et à 85-90% HR et à température ambiante à $22^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$ et 75-80% HR), ainsi que différentes périodes de stockage du fruit de la datte. Les emballages ont limité l'intensité respiratoire des fruits de datte, ce qui prolonge la durée de conservation des fruits de datte après récolte. Ces emballages en PET sont d'un grand intérêt pour le transport longue distance, surtout s'ils sont utilisés en combinaison avec d'autres techniques, comme la réfrigération (stockage à basse température $10^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ et à 85-90% HR) .Nous avons constaté à partir des tests I et II que les rejets de CO_2 des fruits de dattes (TE) et (NTE) du test I augmentaient après le premier mois de stockage 3.37^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (TE), 6.06^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (NTE), contre 6.73^{E-05} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ pour le lot témoin avec différence significative ($p<0,05$) dans l'essai II. De même, l'intensité respiratoire du CO_2 émis par tous les fruits de dattes (TE) et (NTE) de l'essai II était supérieure à celle du lot témoin après le premier mois de stockage 1.68^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (TE), 2.02^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ (NTE), contre 7.07^{E-05} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ pour le lot témoin avec une différence significative ($p<0,05$) dans le test II. Ensuite, une forte diminution a été observée jusqu'au quatrième mois de stockage des fruits de dattes (NTE) du test I 5.39^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ contre 7.52^{E-04} mmoles O_2 $Kg^{-1}.h^{-1}$ au troisième mois (un taux de diminution de 28%). De plus, on note une stabilisation de l'intensité respiratoire du CO_2 au cours du dernier mois de stockage pour les fruits de dattes (TE) et (NTE) des tests I et II (figure 4.10) avec une différence significative

($p < 0,05$) et à l'exception des échantillons pour (NTE) stockés à basse température $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et à 85-90% HR. En effet, pour les lots témoins des essais I et II, les dattes ont connu une stabilité de l'intensité respiratoire du CO_2 tout au long de la période de conservation.

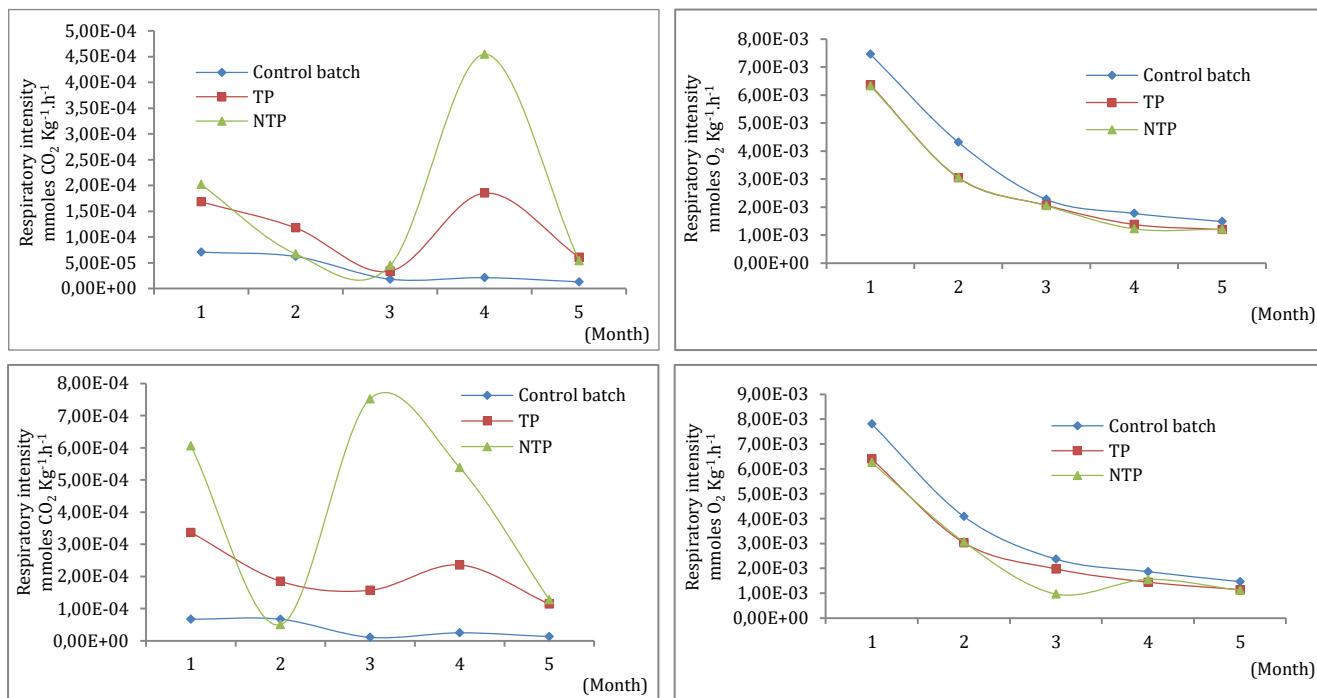


Figure 4.10: Taux de consommation d' O_2 et CO_2 (intensité respiratoire) des fruits de dattes en fonction du temps, à température ambiante ($22^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et 75-80% HR) (Test I- en bas de la figure) et à faible température ($10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ et 85-90% HR) (Test II - en haut de la figure).

L'utilisation de MAP peut entraîner une réduction de l'activité respiratoire, un retard du ramollissement et de la maturation et la maîtrise des agents pathogènes et une incidence réduite de divers troubles physiologiques [297].

La température est un facteur extrêmement important lors de la conception de l'emballage en raison de son effet sur la physiologie du produit [298]. L'une des principales réponses au stress est le dysfonctionnement des protéines, perturbant l'homéostasie cellulaire, connue sous le nom de protéines de choc thermique, la production de ces protéines est déclenchée par des conditions telles que le stress oxydatif, les basses températures et la maturation des fruits l'exposition de produits sensibles à de basses températures de stockage peut avoir un effet bénéfique sur la durée de conservation et préserver la qualité, mais il existe certaines limites [298]. Le dépassement de ces limites peut entraîner des blessures par refroidissement [298].

Pendant le stockage des fruits et légumes, les effets des basses températures, la réduction de la concentration d'oxygène (O_2) et l'augmentation de la concentration de dioxyde

de carbone (CO₂) dans l'atmosphère de stockage sont utilisés pour prolonger la durée de stockage des produits [299]. Cependant, le maintien d'un état énergétique adéquat est nécessaire pour éviter le brunissement ou la sénescence des fruits et légumes récoltés [300, 301, 296, 302, 303].

Rygg, (1975) [304] ont suggéré un gaz inerte ou un emballage sous vide pour le stockage des dattes à haute humidité. Mohsen et *al.* (2003) [305] ont noté que l'emballage sous vide est une technique utile pour réduire le noircissement de la date pour un stockage à long terme [306]. (Mutlak et Mann., 1984) [44] ont rapporté que le brunissement peut être inhibé à de faibles potentiels d'oxygène.

Dehghan-Shoar et *al.* (2010) [77] ont comparé les effets de MAP sous haute teneur en CO₂ sur la qualité des fruits de dattes Sayer avec un stockage et une congélation à basse température. Les résultats ont montré que la MAP avec 85% CO₂ + 3% O₂ et 75% CO₂ + 12% O₂ maintenait la meilleure qualité de dattes sans trouble physiologique, et sans odeur et sans saveur tout au long des 150 jours de stockage. Les dattes se sont avérées résistantes à un taux élevé de CO₂ ainsi qu'à un faible taux de CO₂, ce qui est probablement dû au faible taux de respiration. Aleid et *al.* (2012) [307] ont comparé des dates emballées dans du MAP à des concentrations variables de CO₂ avec des dates emballées dans du carton (témoin). La MAP à haute teneur en CO₂ (jusqu'à 20%) a retardé la maturation des dattes et maintenu la qualité et la fermeté des dattes mieux que le témoin. La MAP à haute teneur en CO₂ s'est également avérée efficace pour éliminer les insectes dans les dattes stockées [77].

Al-Redhaiman, (2004) [308] ont également signalé que le stockage dans une atmosphère à haute teneur en CO₂ prolongeait la durée de conservation des fruits de dattes de Barhi. La durée de conservation des dattes Barhi stockées à 0°C était de 26 semaines sous 20% de CO₂, 17 semaines sous 5% et 10% de CO₂, et environ 7 semaines dans des conditions d'air normales [81]. Il a été démontré que le stockage sous haute teneur en CO₂ réduisait la pourriture et la perte de poids, tout en maintenant la couleur, la fermeté, la qualité sensorielle, les solides solubles, la teneur totale en sucre et les tanins totaux, qui sont les principaux antioxydants des dattes. De plus, une atmosphère à haute teneur en CO₂ retarde la dégradation de l'acide caféoyl-shikimique, qui est l'un des principaux composés phénoliques des dattes [81].

Achour et *al.* (2003) [78] ont étudié l'effet de MAP en association avec le vide sur les dattes Deglet Nour et les dattes farcies à la pâte d'amande. Les dattes ont été conditionnées dans un emballage en PET amorphe (APET) et l'emballage a été injecté avec 10 ou 15% d'un

mélange gazeux de 20% CO₂ + 80% N₂ et stocké à 20, 30 et 40°C. Les résultats ont montré que le vide et la MAP réduisaient la déshydratation des dattes. La durée de conservation des dattes fraîches emballées dans de l'APET sous atmosphère modifiée stockées à 20°C a été augmentée à 9 mois contre 3,8 mois dans des conditions atmosphériques normales [309].

Le taux de respiration des dattes est très faible: <5 mg CO₂ kg/h à 20°C (68°F) au stade Khalal, et <2 mg/kg/h aux stades Rutab et Tamar [547]. La production d'éthylène des dattes est également très faible: <0,1 µl/kg/h au stade Khalal et aucune aux stades Rutab et Tamar [311]. (Yahia, 2004) [79] ont rapporté que les dattes peuvent nécessiter une maturation post-récolte si elles sont cueillies tôt.

Kader et Hussein (2009) [13] ont suggéré que les dattes ne devraient pas être mélangées avec des oignons, de l'ail, des pommes de terre, des pommes ou d'autres produits à forte odeur pouvant être adsorbés par les dattes.

La perte de qualité des fruits de datte résultant d'une détérioration pathologique et physiologique augmente avec l'augmentation de la teneur en humidité et de la température de stockage [79]. Le stockage des dattes à basse température est le moyen le plus important de maintenir la qualité: parce qu'il minimise la perte de couleur, de saveur et de qualité de texture; retarde le développement des taches de sucre, l'incidence des moisissures et des levures et les infestations d'insectes; et empêche le développement de la saveur sirupeuse (due à la conversion du saccharose en sucres réducteurs) et l'acidité des dattes excessivement humides [310]. Les dattes Khalal doivent être conservées à 0 ° C et 85 à 95% HR pour réduire la perte d'eau, retarder la maturation au stade Rutab et conserver leur texture et leur saveur [13]. Afin de réduire la perte d'humidité et d'améliorer la durée de conservation, l'emballage dans des sacs en plastique anti-humidité ou l'utilisation d'une doublure en plastique dans la boîte est utile [310]. La température optimale pour les dattes Tamar est de 0°C pendant 6 à 12 mois, selon le cultivar (les dattes semi-molles, comme Deglet Nour et Halawy, ont une durée de conservation plus longue que les dattes molles, comme Medjhoool et Barhee) [310].

Pour un stockage prolongé, l'utilisation de températures inférieures à la température de congélation la plus élevée de -15,7°C est recommandée. Les dattes à 20% ou moins d'humidité peuvent être conservées à -18°C pendant plus d'un an, à 0°C pendant un an, à 4°C pendant 8 mois ou à 20°C pendant un mois; L'HR doit être maintenue à 65-75% pour tous les cas [13].

Il existe une tendance continue à une plus grande précision dans la gestion de la température et de l'humidité relative afin de fournir un environnement optimal pour les

produits frais pendant le refroidissement, le stockage et le transport; les outils de contrôle et de gestion précis de la température, y compris les moniteurs temps-température, sont de plus en plus courants dans les installations de refroidissement / stockage et pendant le transport et l'expédition [312].

Les dattes ne sont pas climactériques avec une fréquence respiratoire relativement faible: <25 ml/kg/h pour les dattes au stade Khalal et <5 ml de CO₂/kg/h pour les dattes au stade Rutab et Tamar conservées à 20°C [313]. Les taux de respiration augmentent avec la teneur en humidité et les températures plus élevées. Le taux de production d'éthylène des dattes est également très faible à 20°C, soit <0,5 µl/kg/h pour le stade Khalal et <0,1 µl/kg/h pour les dattes au stade Rutab et Tamar [79].

Serrano et al. (2001) [286] ont étudié certains paramètres physico-chimiques liés à la maturation et leur relation avec l'éthylène dans les dattes, qui ont été récoltés et classés en seize stades de maturation en fonction de leur couleur, allant du jaune au verdâtre à brun foncé. La fermeté du fruit a diminué au cours des différentes étapes de maturation, tandis que l'indice de maturation, exprimé comme la relation entre les solides solubles et l'acidité, a augmenté; la plus grande perte de fermeté des fruits était en corrélation avec les augmentations les plus importantes des activités polygalacturonase et β-galactosidase [313]. Au début de la maturation, un petit pic de production d'éthylène a été détecté, suivi d'un pic de la fréquence respiratoire; l'hormone végétale éthylène étant responsable des changements de couleur, de fermeté du fruit, de la teneur totale en solides et de l'acidité [313].

Le traitement thermique des dattes à 60-70°C pendant 2 heures a tué 100% à la fois du figuier et du scarabée à dents de scie, mais a donné un aspect brillant ou un glaçage du fruit [81]. L'exposition des dattes à des températures de 65 à 80°C pendant 30 min à 4 heures à une humidité élevée contrôle les insectes [79]; cependant, cette approche n'est pas toujours très efficace pour lutter contre les insectes chez les dattes à forte teneur en humidité car des températures élevées pendant des périodes prolongées peuvent provoquer un assombrissement et l'apparition d'une couleur terne et une perte de saveur [90].

Rafaeli et al. (2006) [108] ont décrit une méthode efficace, de courte durée et peu coûteuse utilisant un récipient chauffant après récolte. Ils ont constaté que le régime de température optimal pour une évacuation maximale des coléoptères du fruit était de 55°C pendant 2,5 heures, atteint à une vitesse de 1,8°C / min.

Les dattes sont très résistantes aux basses températures et peuvent donc réduire considérablement l'infestation d'insectes [79, 2]. Des températures inférieures à 13°C

empêcheront les dommages causés par l'alimentation et la reproduction, et des températures de 5°C ou moins sont efficaces pour lutter contre différentes formes d'insectes [80]. La larve de la teigne de la figue pourrait vivre 85 jours à 2-6 °C, mais le stockage à 0°C peut entraîner une mortalité totale de la larve de la teigne de la figue et de l'adulte du coléoptère des céréales après 15 et 27 jours, respectivement [81]. Ainsi, les dattes fumigées emballées pouvaient être maintenues exemptes d'infestation à 4°C pendant aussi longtemps qu'une année [314]. La congélation à -18°C ou moins pendant au moins 48 heures (à partir du moment où la température des fruits atteint -18°C ou moins) suffit à tuer tous les stades de la vie des insectes produits stockés [90].

L'emballage des dattes infestées dans des sacs en polyéthylène avec un vide de 80 à 90% a entraîné une mortalité de 100% après deux jours [81]. Une exposition de 4 heures à 2,8% d'O₂ dans N₂ à 26°C a conduit plus de 80% des populations initiales de coléoptères nitidulidés à émigrer des dattes séchées infestées [315]. Al-Azab, (2007) [88] a utilisé un mélange d'atmosphère modifiée (65% CO₂, 15% N₂ et 20% O₂) et a constaté qu'une exposition de 24 heures à 34°C et 65% d'humidité relative entraînait une mortalité de 100% contre les adultes d'*E. cautella*. (El-Mohandes, 2009) [89] ont constaté qu'une mortalité de 100% était atteinte après 36 heures d'exposition à des concentrations de CO₂ de 75% à 25°C et de 55% d'humidité relative pour les adultes d'*Oryzaephilus surinamensis* et de *Tribolium confusum*.

4.3.2. Influence de la combinaison thermisation-emballage en PET pour atmosphères modifiées (par voie passive) sur la qualité des dattes au cours du stockage

La plus grande consommation de dattes se situe au stade Tamar en raison de leur bonne conservation et de leur disponibilité toute l'année [316].

En règle générale, la chair de datte au stade Tamar contient de l'eau (7-38g/100g), des sucres totaux (44-88 g/100g), des lipides (0,1-3,3g/100g), des protéines (1,5-5,4g/100g), fibres alimentaires (6,4-11,5g/100g), minéraux, vitamines (telles que vitamines C, B1, B2, B5, B9, B12, A, riboflavine et niacine) et composés phénoliques [316]. Les caractéristiques physiques et de composition des dattes sont d'une importance primordiale pour leur qualité et varient fortement en fonction de la variété, de la maturité, du traitement et des conditions de stockage. Les propriétés nutritionnelles, physicochimiques, mécaniques, structurelles, texturales et sensorielles sont nécessaires pour déterminer le traitement, la stabilité au stockage et l'acceptabilité du consommateur [317].

4.3.2.1. Etude comparative et variabilité des paramètres morphologiques des échantillons de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) emballées sous MAP (par voie passive) au cours de conservation

Les caractéristiques morpho-métriques des cinq échantillons de dattes étudiées sont les résultats de la moyenne de neuf répétitions. Les fruits de dattes étudiées présentent selon la variété considérée des caractéristiques morpho-métriques différentes. Selon les normes fixées par le ministère Algérien de l'Agriculture dans l'arrêté interministériel du 17 novembre 1992 cité par Acourene *et al.* (2001), Mohammed *et al.* (1983), Meligi et Sourial (1982) [140, 147, 148], Une datte est dite de qualité physique et biochimique acceptable lorsque les critères suivants sont respectés :

- Aucune anomalie et non endommagée;
- Un poids supérieur ou égal à 6 g;
- Un poids en pulpe supérieur ou égale à 5 g;
- Un poids du noyau supérieur ou égal à 5 g ;
- Une longueur supérieure ou égale à 3,5 cm;
- Un diamètre supérieur ou égal à 1,4 cm;
- Un pH supérieur ou égal à 5,4;
- Une humidité comprise entre 10-30%;
- Une teneur en sucres supérieure ou égal à 65%.

4.3.2.1.1. Longueur et largeur de la datte

Nous avons constaté que la combinaison thermisation-emballage PET est plus efficace sur la variation de la longueur et la largeur des fruits de datte étudiée. En effet, après 2 mois de stockage à température ambiante, elle a conduit à une diminution de la longueur de -6% des échantillons NTE, NTNE et TNE avec des différences significatives ($p < 0,05$). Par contre, il n'y a pas eu de différence significative entre l'échantillon TE et le témoin ($p > 0,05$). Toutefois, en fin de période de conservation (au 5^{ème} mois), l'échantillon TNE a présenté une diminution de la longueur de -6,75% avec une différence significative ($p < 0,05$) par rapport au échantillon témoin.

Dans le second essai à (10°C), nous avons remarqué que la combinaison thermisation-emballage PET était efficace sur la diminution de longueur après un mois de stockage (figures 4.11a et 4.11.b). Après le premier mois de stockage, les échantillons NTE, TE et TNE des fruits de datte ont présenté une diminution de la longueur respectivement de -

3,34%, -3,59% et -4,64% sans différence significative ($p>0,05$). Les fruits ont commencé à se flétrir à partir du 3^{ème} mois de stockage pour les lots non emballés et le flétrissement de la peau apparaît au 5^{ème} mois de stockage pour les fruits de dattes emballés et témoins.

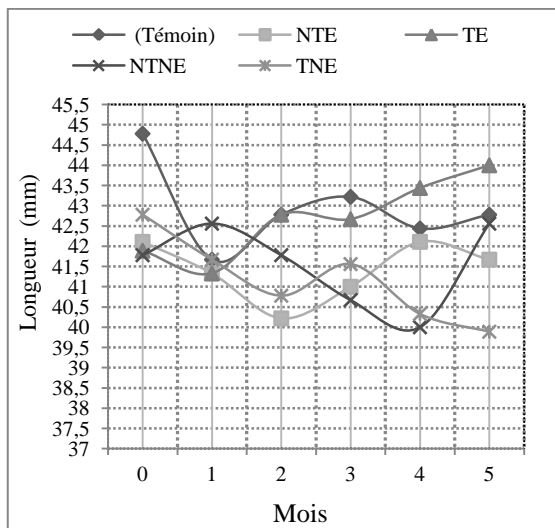


Figure 7.11.a: Evolution de la longueur (mm) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

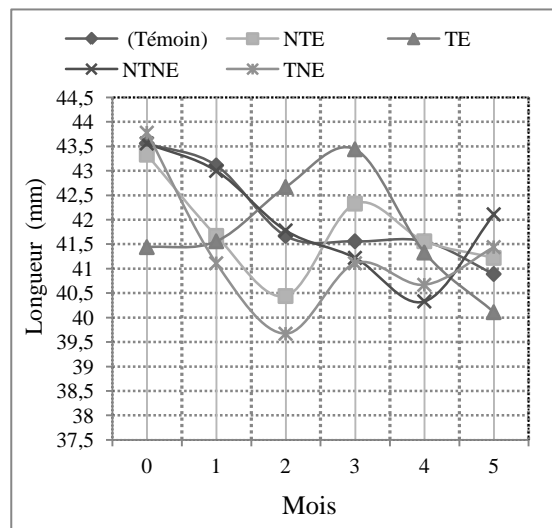


Figure 7.11.b: Evolution de la longueur (mm) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

La variation de la largeur des lots de datte n'est devenue intéressante qu'à partir du second mois de stockage où une différence significative était enregistrée (figures 4.11.a et 4.11.b). Les échantillons de dattes stockés à température ambiante se caractérisent par des diamètres qui varient de 20,33 mm \pm 1,94 à 22,22 mm \pm 1,39 pour le lot témoin, 19,56 mm \pm 1,53 à 21,78 mm \pm 1,48 pour le lot NTE, 19,22 mm \pm 0,83 à 21,11 mm \pm 1,45 pour le lot TE, 19,89 mm \pm 1,83 à 22,11 mm \pm 1,76 pour le lot NTNE et 19,33 mm \pm 1 à 22,78 mm \pm 1,39 pour le lot TNE sans différence significative ($p>0,05$). De même, les échantillons de dattes stockés à (10°C) varient de 20,89 mm \pm 1,83 à 21,67 mm \pm 1,50 pour le lot témoin, 19,89 mm \pm 1,53 à 21,56 mm \pm 1,68 pour le lot NTE, 19,56 mm \pm 1,81 à 22,22 mm \pm 1,86 pour le lot NTNE et 19,44 mm \pm 2,13 à 22,33 mm \pm 2,06 pour le lot TNE sans différence significative ($p>0,05$) (figure 4.12.a). Par contre, l'échantillon TE stocké à (10°C) a un diamètre de l'ordre de 19,30 mm \pm 1,58 à 21,22 mm \pm 1,99 avec une différence hautement significative ($p<0,001$) (figure 4.12.b). Ces valeurs d'une part sont proches de celles trouvées pour les mêmes variétés algériennes provenant d'autres régions [166]; d'autre part comparées à celle trouvées pour des variétés tunisiennes, qui varient de 3,80 à 2,75cm, s'avèrent plus élevées [167].

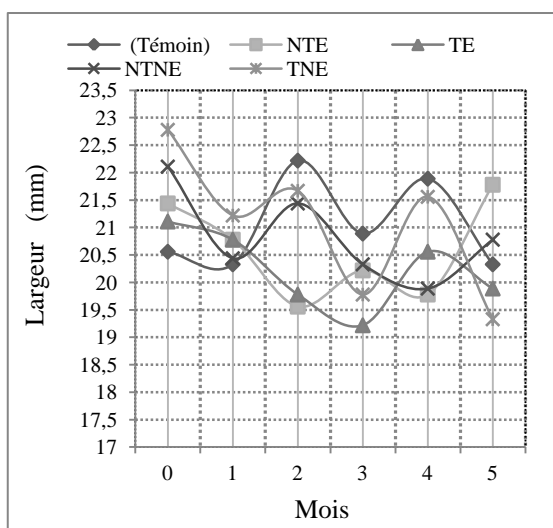


Figure 4.12.a: Evolution de la largeur (mm) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

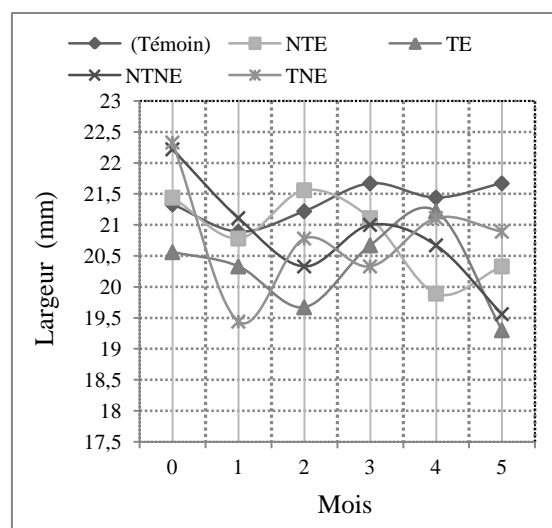


Figure 4.12.b: Evolution de la largeur (mm) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

4.3.2.1.2. Poids total et du noyau de la datte

Le poids total moyen varie de $9,91\text{g} \pm 0,83$ à $12,07\text{g} \pm 1,32$. L'échantillon NTE de dattes stockées à la température ambiante au 4^{ème} mois présente le poids total le plus élevé ($12,07\text{g} \pm 1,32$) par rapport aux autres échantillons des dattes étudiées. Bien que, cette augmentation n'est pas significative ($p > 0,05$) (figure 4.13.a). L'autre échantillon NTNE des dattes stockées à la température basse au 4^{ème} mois a le poids total le plus bas ($9,91\text{g} \pm 0,83$) quelque soit le mode de traitement. Nos résultats concordent avec ceux rapportés par (Acourene et al., 2013) [138], pour les dattes issus des échantillons thermisés et non thermisés stockés à la température ambiante (22°C), ainsi que celles des échantillons non thermisés stockés à la température basse (10°C) ; cette différence pourrait être expliquée par les conditions climatiques, de culture et la localité. En comparaison avec d'autres études, on constate que les poids totaux des dattes diffèrent d'une variété à l'autre et d'une région à l'autre. Les poids de 54 variétés de dattes algériennes étudiées par Acourene et al. (2013) [138] sont compris entre 19,41g et 3,88g pour *Baydh-Ghoul* et d'*Ech El Oued* respectivement ; les variétés de dattes soudanaises varient de 12,78 - 6,57g respectivement pour *Black Gau* et *Red Gau* [138].

L'introduction de l'emballage en PET a eu pour effet de réduire sans différence significative ($p > 0,05$) la perte de poids total dans les lots de dattes et à certains mois de stockage en comparaison aux lots non thermisés non emballés. A (10°C), les pertes les moins importantes sont signalées dans les lots thermisés-emballés, avec une instabilité non

significative du poids total bien que la tendance à la diminution du poids total réapparaît au 4ème mois.

D'une manière générale, le meilleur comportement a été observé dans les lots thermisés-emballés entreposés à température ambiante et basse. Cette observation concernant la limitation de la réduction de poids total est confirmée par des études [318, 319, 114]. La combinaison thermisation-emballage a permis de stabiliser la perte de poids total des dattes étudiées.

L'entreposage des dattes à 10°C n'a pas changé la tendance à la perte de poids total et des pertes sont enregistrées au cours des différents mois de stockage en comparaison aux lots entreposés à température ambiante (figure 4.13.a et 4.13.b). Pour Côme, (1992) [320], à toute perte d'eau correspond une perte de poids ; et comme les pertes d'autres substances à l'état gazeux (CO₂, éthylène, essences...) sont négligeables en masse devant la perte d'eau, on peut admettre que la diminution du poids de ces dattes donne la mesure de perte de poids.

Les pertes ou les gains d'eau par transpiration ou adsorption de vapeurs d'eau, sont proportionnels à la différence des tensions de vapeurs d'eau des tissus ou de l'atmosphère des méats d'une part et du milieu extérieur d'autre part [161].

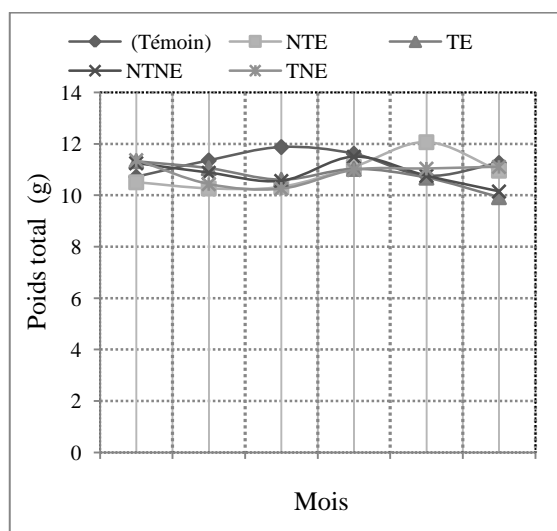


Figure 4.13.a: Evolution de la perte de poids total (g) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

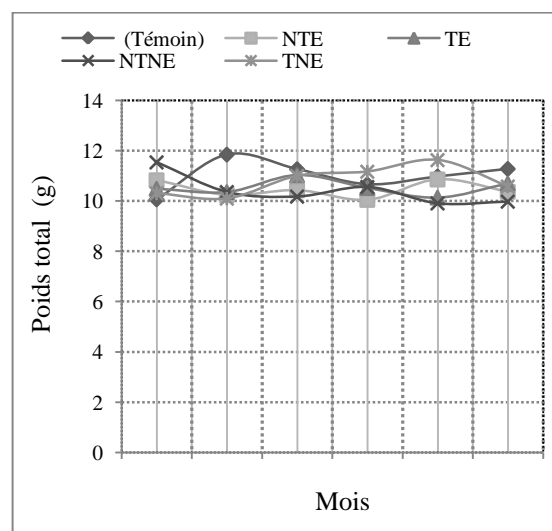


Figure 4.13.b: Evolution de la perte de poids total (g) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

Dans les lots témoins non thermisés la perte de poids du noyau s'accroît au cours du stockage à température ambiante et enregistre une différence non significative ($p > 0,05$) de -19,14% au 1er mois (figure 4.14.a). L'effet de la thermisation semble atténuer la perte

de poids du noyau au cours du stockage et les niveaux de perte enregistrés sont moins importants que ceux des lots non thermisés. Cette différence est aussi non significative au cours de stockage.

La combinaison thermisation-emballage a permis de freiner ce phénomène et aucune perte importante de poids du noyau n'est enregistrée. Au contraire, des gains progressifs de poids du noyau du lot TNE stocké à (10°C) sont notés pour atteindre un gain de +6,52% au 2^{ème} mois ; gain non significatif ($p>0,05$) par rapport au lot témoin non thermisé non emballé.

L'entreposage des dattes à (10°C) (figure 4.14.b) n'a pas changé la tendance à la perte de poids du noyau et des pertes importantes sont enregistrées au cours des différents mois de stockage en comparaison aux lots entreposés à température ambiante.

L'effet combiné de la thermisation et du stockage à (10°C) a quelque peu atténué cette tendance mais de manière non significative ($p>0,05$).

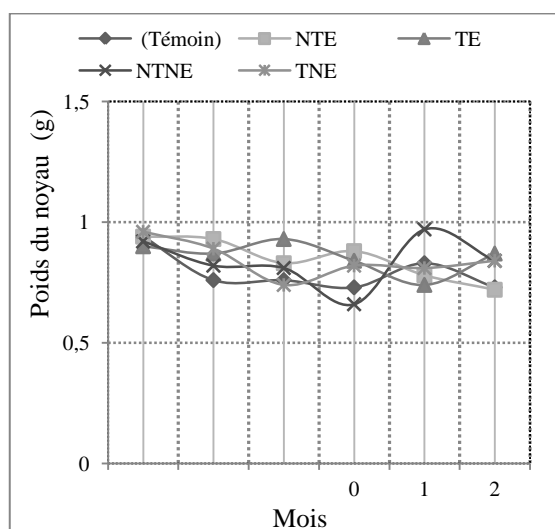


Figure 4.14.a: Evolution de la perte de poids du noyau (g) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

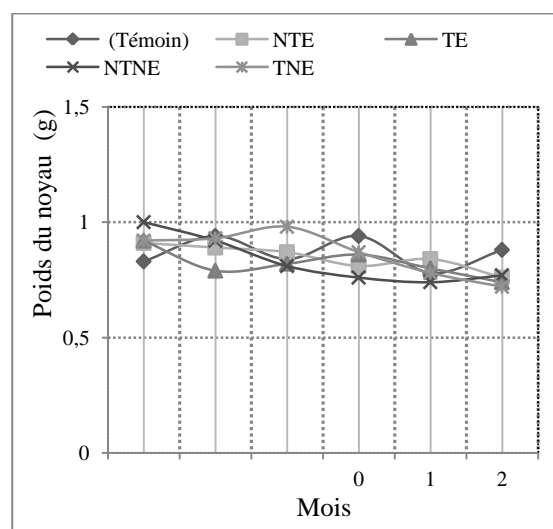


Figure 4.14.b: Evolution de la perte de poids du noyau (g) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

4.3.2.1.3. Rapport de qualité R

Le rapport R des lots de la datte Deglet Nour ; Témoins, NTE, TE, NTNE et TNE à partir de 4^{ème} mois de stockage à 10°C montre une diminution respectivement de

(-14,37%, -7,49%, -10,70%, -13,38%, -25,16%). toutefois cette diminution n'était pas considérée comme significative (figure 4.15.b).

A la fin du stockage, on a constaté que les dattes présentaient une diminution non significative des valeurs de R pour les lots de dattes étudiées ; Témoins, NTE, TE, NTNE et TNE ($p>0,05$) du 1er au 5^{ème} mois. D'une manière générale, la thermisation n'a pas modifié le rapport R de façon significative aussi bien à température ambiante qu'à (10°C) (figures 4.15.a et 4.15.b). Toutefois, les dattes entreposées à température ambiante présentaient un rapport R moyen de 7,98% légèrement plus faible que celui des dattes entreposées à température basse 8,09%. L'humidité relative de l'atmosphère a probablement provoqué un gain du poids des dattes entreposées à température ambiante ce qui se traduit par un rapport R plus faible de ces dattes et donc une qualité marchande meilleure.

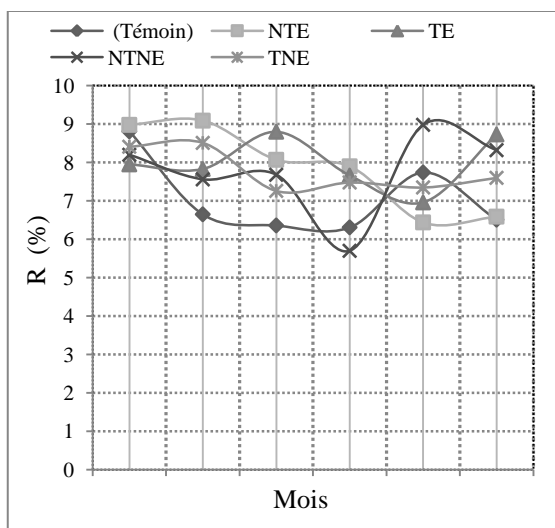


Figure 4.15.a: Evolution du rapport de qualité R (%) des dattes stockées à température ambiante (Essai I).

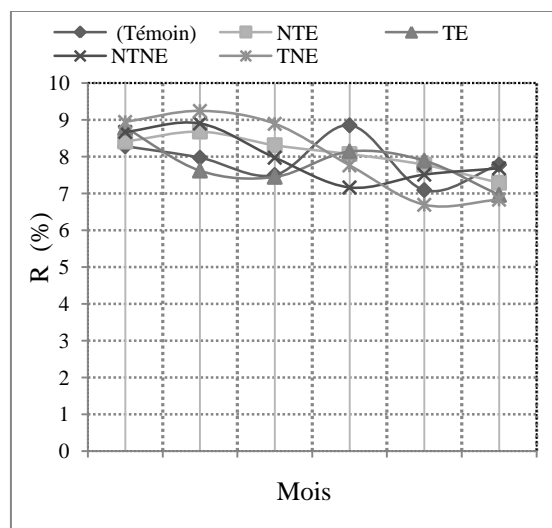


Figure 4.15.b: Evolution du rapport de qualité R (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

L'emballage des dattes en film PET a montré une légère diminution bien que non significative du rapport R ($p=0,8551$). De même les lots non emballés présentaient une variation non significative au cours du stockage à température ambiante et à 10°C (figures 4.15.a et 4.15.b).

Le stockage des dattes à (10°C) (figure 4.15.b) n'a pas entraîné de variation significative au même titre que leurs homologues conservés à température ambiante.

De même, l'association thermisation-emballage a montré une variation non significative pour l'ensemble des lots aux différents mois de stockage. En conclusion, la thermisation seule ou combinée à l'emballage aussi bien à température ambiante qu'à 10°C n'a pas modifié le rapport R de manière significative ($p>0,05$). Les lots emballés enregistrent les rapports R les plus stables permettant de maintenir une bonne qualité des dattes et un bon critère commercial. L'emballage sous atmosphère modifiée apparaît comme le meilleur mode de conservation du rapport de qualité.

Néanmoins, tous les résultats obtenus indépendamment du traitement, de l'emballage ou de la température de stockage s'inscrivent dans les normes requises pour la datte Deglet Nour [145, 120, 321].

4.3.2.2. Caractérisation de la qualité physico-chimique et nutritionnelle de la datte (*Phoenix dactylifera* L.) thermisées emballées sous MAP (par voie passive) en conservation post-récolte

4.3.2.2.1. pH

Le pH des dattes varie suivant les stades de développement de la datte [176, 322, 323]. Les échantillons de datte Deglet Nour stockés à température ambiante et à 10°C avaient un pH situé entre 5,30 à 5,60 (figure 4.16.b), conforme à la littérature [190, 116, 145, 120].

Ces valeurs se rapprochent de celles rapportées par [324], et qui oscillent entre 5.18 à 5.60. Des résultats comparables ont été enregistrés par Ganbi, (2012) [325], montrent que la pulpe de datte au stade de maturation complète (Tmar) présente un pH de l'ordre de 5.65. (AL-Gboori et Krepl, 2010) [326], signalent dans le cas de quatre variétés irakiennes (Hallawi, Sayer, Khadrawi et Zahdi), des valeurs de pH situent entre 5.60-6.70. Cependant, Forouzan et al. (2012) [327], rapportent des pH relativement bas valeurs entre 3.66 à 5.06. Au cours du stockage, les résultats ont montré une nette et significative tendance à l'augmentation aussi bien à température ambiante (figure 4.16.a) pour atteindre des valeurs respectives de 6,32 et 5,84 au 2^{ème} mois et 5^{ème} mois de stockage.

Sous l'action de la thermisation, ce pH est augmenté significativement ($p>0,05$). Les lots non thermisés ont montré une augmentation non significative du pH du 1^{er} ($p>0,05$) au 4^{ème} mois à température ambiante, confirmant la tendance observée dans les lots témoins non thermisés. De même, à (10°C), les lots thermisés montraient une

augmentation non significative avec des pH moyen supérieurs à leurs homologues thermisés et entreposés à (22°C) ou non thermisés.

Les valeurs de pH enregistrées pour les échantillons de dattes étudiées sont défavorables au développement des bactéries, mais favorable à la prolifération des levures et moisissures. Ceci est intéressant dans la mesure où la datte toute variété confondue ne peut constituer un milieu favorable aux bactéries pathogènes. Le pH constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération [149]. Un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures. Rappelons ici que les altérations par les microorganismes affectent surtout la qualité organoleptique [328 ,329]. Sous certaines conditions, elles peuvent provoquer une production de mycotoxines ce qui rend dangereux leur consommation.

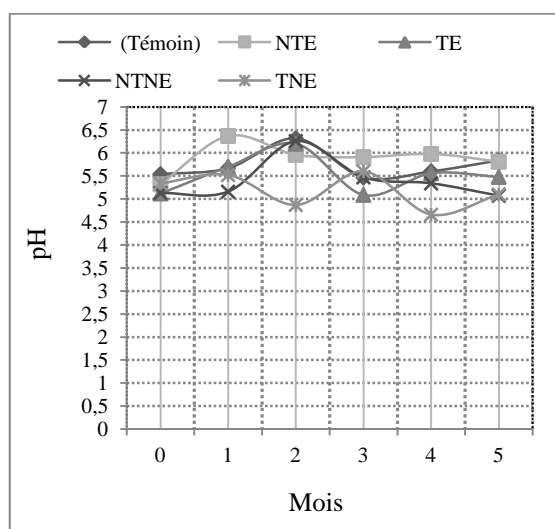


Figure 4.16.a: Evolution du pH des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

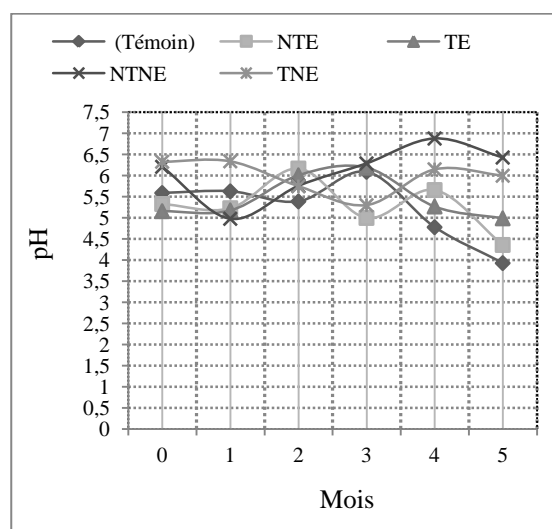


Figure 4.16.b: Evolution du pH des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

L'emballage des dattes a également provoqué une diminution non significative du pH des échantillons de dattes TE et NTE stockées à (10°C) du 5^{ème} mois de valeurs respectives de ($p=0,5500$) et ($p=0,8903$). Par contre, l'emballage des dattes a également provoqué une augmentation non significative du pH des échantillons de dattes TE et NTE stockées à température ambiante du 4^{ème} mois et 2^{ème} mois valeurs respectives de ($p=0,3306$) et ($p=0,4382$).

Le pH des dattes est légèrement acide, cela est dû aux acides organiques (acides citrique, malique et oxalique) et résidus de polyphénols dans les fruits [194]. De point de

vue qualité, ces dattes sont de bonne qualité selon Acourene et *al.* (2007) [330]. La diminution du pH durant le stockage peut être expliquée par l'activité microbienne de la microflore d'altération qui hydrolyse et convertit les sucres sous les conditions d'anaérobiose en acides organiques réduisant ainsi le pH. Cette activité est d'autant plus importante que la température est élevée.

De l'autre côté, la valeur de pH mesurée peut être liée au nombre et la diversité de la microflore initiale affectant le pH final de produit [331]. Selon Nussinivitch et *al.* (1988) [332], l'emballage exerce un effet positif sur la stabilité du pH.

Decosta, (1989) [333] a montré que l'augmentation de la teneur en CO₂ suite de l'utilisation de l'emballage exerce un effet inhibiteur sur la prolifération microbienne ; cette dernière est responsable de goût aigre des dattes du fait de la diminution du pH [334,163].

La combinaison thermisation-emballage a montré une diminution tout aussi non significative ($p>0,05$) pour les lots thermisés-emballés stockés que ce soit à température ambiante ou à (10°C).

Pour Khatchadourian, (1987) [158], les variations du pH seraient en relation avec l'effet dépressif du traitement thermique et du froid sur la flore contaminante. Sur un autre plan, la diminution sensible des valeurs du pH aux températures élevées confirme les résultats obtenus par Maier et Schiller (1961) [159] sur la stabilisation des dattes par la chaleur.

4.3.2.2.2. Acidité titrable

L'évolution générale de l'acidité (figure 4.17.a et 4.17.b) fait apparaître une tendance générale à l'augmentation. Par contre, les lots témoins non thermisés non emballés entreposés à température ambiante montrent une diminution de l'acidité titrable avec des valeurs moyennes allant de 5,80 au T₀ à 5,15 mEq/100 g MS au 5^{ème} mois. Cette même tendance a été enregistrée dans les lots de dattes stockées à température basse (10°C) jusqu'au 5^{ème} mois (6,43 mEq/100 g MS) ; au-delà, une diminution est enregistrée (4,59 mEq/100 g MS). Les valeurs de l'acidité sont affectées significativement par la durée de stockage.

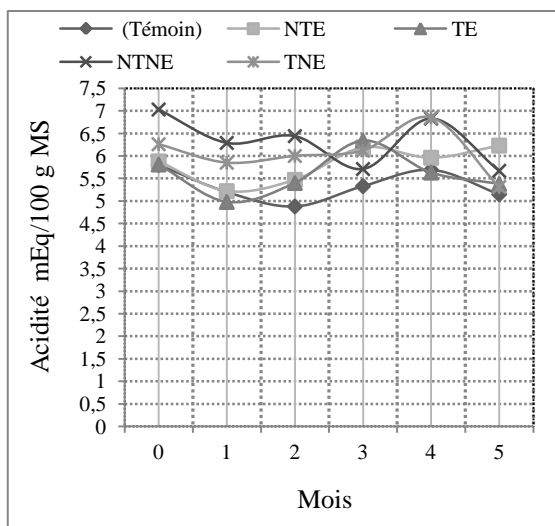


Figure 4.17.a: Evolution de l'Acidité (g/100g MF) des dattes stockées à 22°C (Essai I).

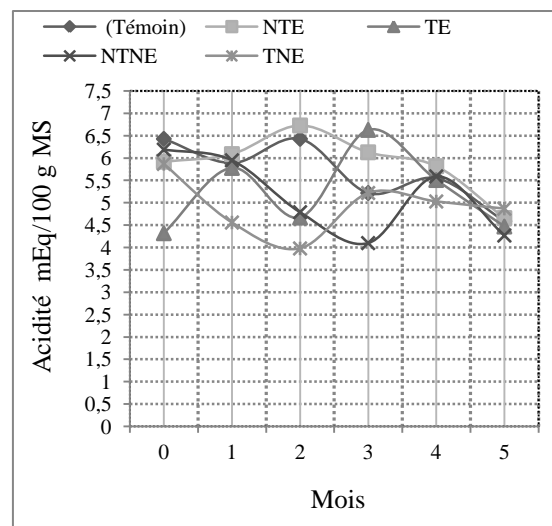


Figure 4.17.b: Evolution de l'Acidité (g/100g MF) des dattes stockées à 10°C (Essai II).

Les lots NTNE et TNE montrent une diminution significative ($p < 0,05$) de l'acidité moyenne jusqu'au 5^{ème} mois de stockage mais qui reste élevée pour les autres mois de stockage notamment au 4^{ème} mois à température ambiante de valeurs respectives de (6,83 mEq/100g MS et 6,85 mEq/100g MS). La comparaison des valeurs moyennes de l'acidité montre une acidité moyenne de 6,32 mEq/100 g MS pour les lots thermisés entreposés à température ambiante contre une acidité moyenne légèrement moins élevée (5,82 mEq/100 g MS) pour leurs homologues non thermisés. Alors qu'elle est nettement moins élevée à 10°C (5,14 mEq/100g MS).

La combinaison thermisation-emballage des dattes en un film en PET a montré une augmentation de l'acidité titrable au cours du stockage, qui atteint 6,34 mEq/100g MS au 3^{ème} mois à température ambiante, confirmant la tendance observée dans les lots non emballés thermisés ou non. La valeur moyenne de l'acidité des lots emballés entreposés à température ambiante était de 5,59 mEq/100 g MS proche de celle des lots témoins non thermisés non emballés (4,39 mEq/100g MS) mais plus élevée que celle des lots emballés entreposés à 10°C (5,23 mEq/100g MS). L'emballage semble avoir un effet positif sur l'acidité notamment dans les lots sont stockés à 10°C).

Cette combinaison semble exercer un effet meilleur sur la préservation de l'acidité de la datte permettant ainsi de conserver la saveur agréable de la Deglet Nour.

Les levures dans les aliments sont facilement détruites par le chauffage, leur présence est donc souvent une indication d'un processus de traitement thermique très inadéquat ou insuffisant ou d'une contamination postérieure [335, 157, 239]. Ce traitement à des températures élevées pour une courte durée paraît d'être efficace contre les levures, mais moins contre les bactéries lactiques [334, 332]. Cette influence positive des emballages pour atmosphères modifiées sur les caractéristiques physico-chimiques (pH et acidité) a été également rapportée par Gomez et Artes, (2005) [336].

4.3.2.2.3. Infestation

Il apparaît clairement que le taux d'infestation des dattes Deglet Nour non thermisées non emballées augmente sans différence significative ($p>0,05$) avec le stockage à température ambiante pour obtenir au 5^{ème} mois des dattes entièrement infestées (97,42%) (figure 4.18.a). Cette même tendance sans différence significative ($p>0,05$) est observée dans les dattes non thermisées non emballées entreposées à 10°C mais à des niveaux nettement moins élevés (90,78% au 5^{ème} mois) (figure 4.18.b).

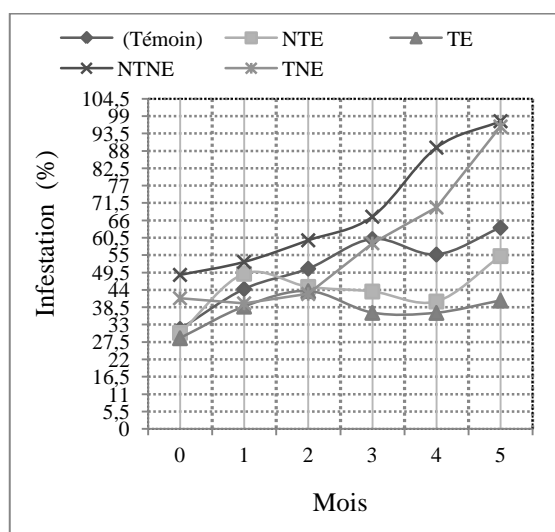


Figure 4.18.a: Evolution du Taux d'infestation (%) des dattes stockées à 22°C (Essai I).

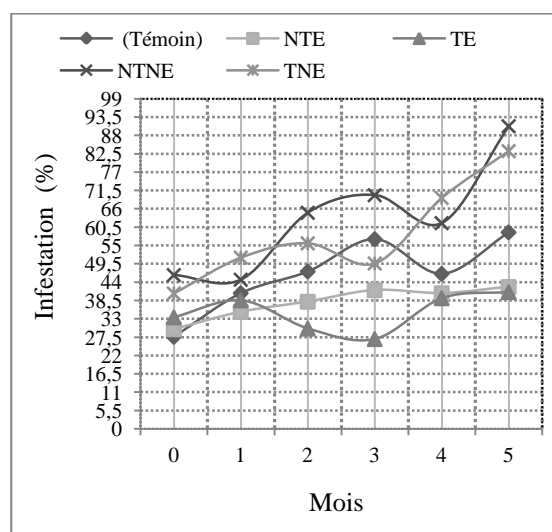


Figure 4.18.b: Evolution du Taux d'infestation (%) des dattes stockées à 10°C (Essai II).

Les lots thermisés continuent d'être infestés au cours du stockage particulièrement à température ambiante (95,74% au 5^{ème} mois) contrairement aux lots entreposés à 10°C, qui malgré la continuité de l'infestation mais à des niveaux nettement moins importants. Celle-ci est plus prononcée aux 4^{ème} et 5^{ème} mois de stockage (69,29% et 83,32% respectivement).

L'emballage des dattes a montré un effet remarquable dans la limitation de l'infestation des stocks de dattes, même non thermisés et ce aussi bien à température ambiante qu'à (10°C). Ainsi, des niveaux d'infestation significativement moins élevés ($p < 0,05$) sont observés (40,65% et 41,03% respectivement au 5^{ème} mois à 22°C et à 10°C).

Les taux d'infestation les plus faibles étaient observés dans les lots thermisés-emballés et à tous les mois de stockage. Ces différences étaient significatives par rapport à tous les lots thermisés emballés à température ambiante. Toutefois, les lots thermisés-emballés-réfrigérés à (10°C) se distinguaient de ceux maintenus à température ambiante, par des niveaux d'infestation remarquablement ($p > 0,05$) plus faibles que tous les autres lots (26,96% au 3^{ème} mois). Ces résultats concordent avec ceux de Hofman et *al.*, (2003) [337] pour qui le conditionnement à basse température seul en association avec un traitement thermique présente un potentiel de désinsectisation.

Munier, (1973), Reynes, (1997) et Donahaye et *al.*, (1991) [116, 120, 338] ont rapporté que les températures basses freinent le développement des infestants. L'emballage constitue une barrière effective contre la réinfestation.

Ces résultats indiquent clairement l'intérêt de la combinaison entre la réfrigération et la thermisation dans la diminution du taux d'infestation. De même, selon Al Azawi, (1985) [339], le traitement thermique associé aux atmosphères modifiées est plus effectif pour obtenir une mortalité totale des insectes. L'effet combiné de la température et des atmosphères modifiées sur la limitation de l'infestation a été signalé par Donahaye et *al.* (1996) [338]. L'atmosphère modifiée limite l'intensité respiratoire à l'intérieur du micro biotope, perturbant ainsi le cycle biologique des insectes [340].

Nos résultats confirment ceux de Jang, (2001) [341] qui ont rapporté qu'un traitement thermique combiné au froid est un très bon moyen de désinsectisation.

4.3.2.2.4. Teneur en eau

La teneur en eau d'une matière première est une donnée importante pour le processus de sa transformation. L'eau, le constituant principal de la plupart des denrées alimentaires est aussi le caractère responsable de l'aptitude à la détérioration; les dattes trop humides sont plus sensibles à la fermentation [114]. Dans le cas des dattes, elle est

sensiblement variable selon le cultivar considéré. Selon les normes [342], l'humidité requise pour la commercialisation des dattes en l'état serait égale à 26 %.

La teneur en eau de la datte Deglet Nour à la réception et 24,54% MF, permettant de classer notre datte dans la norme des variétés demi- molles [190, 116, 343]. Cette teneur marque une diminution au cours du stockage aussi bien à température ambiante (figure 4.20.a) qu'à (10°C) (figure 4.19.b) et atteint les faibles teneurs de 23,34% MF et de 23,41% MF au 5^{ème} mois, montrant une diminution hautement non significative ($p>0,05$). D'une manière générale, la durée et la température de stockage, ont exercé un effet non significatif sur la diminution de la teneur en eau ($p>0,05$).

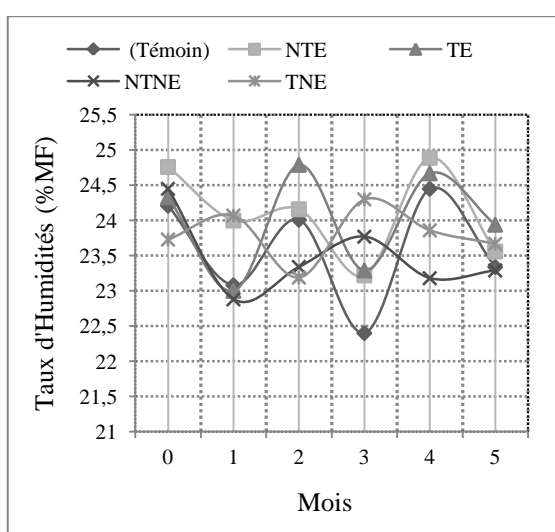


Figure 4.19.a: Evolution du Taux d'Humidité (%MF) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

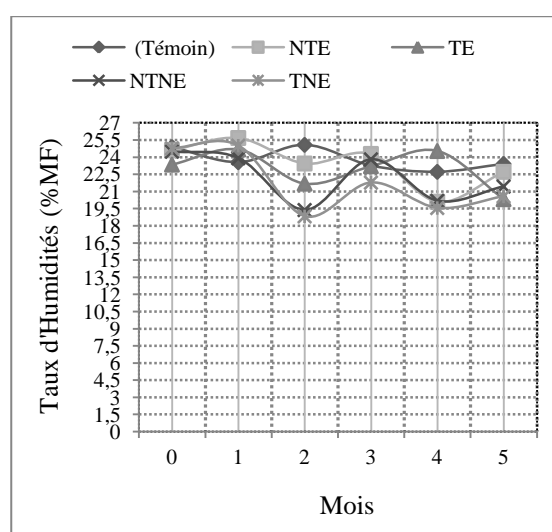


Figure 4.19.b: Evolution du Taux d'Humidité (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

Tout organe végétal en état de vie active est riche en eau, ses cellules sont turgescentes ; il perd une partie de cette eau dans l'atmosphère ambiante, d'autant plus que l'air est plus chaud et plus sec [114]. L'évaporation de l'eau qui entraîne la perte de poids, augmente avec l'augmentation de tension de vapeur, celle-ci étant d'autant plus faible que la température est basse [320]. De même, la désorption de l'eau par les dattes de la variété Deglet Nour représente une hystérésis caractéristique des produits alimentaires [161]. Selon (Mutlak et Mann, 1984) [44], cette diminution est provoquée par une destruction partielle des parois cellulosesiques.

La thermisation a provoqué une diminution non significative ($p>0,05$) de cette teneur en eau. Cette tendance à la baisse se poursuit tout aussi dans les lots non thermisés ($p=0,8093$) de stockage à température ambiante que dans ceux stockés à (10°C) ($p=0,1243$).

Le niveau faible de la teneur en eau observé dans les dattes analysées, est dû à un dessèchement pendant la durée de conservation des dattes. La détermination de la teneur en eau présente deux principaux enjeux : le premier est technologique ; il nous informe sur le comportement des dattes durant le procédé de transformation et la période de stockage. Le second concerne la sécurité sanitaire de la datte, car il est établi que la teneur en eau a un effet sur la croissance microbienne [344]. Il a été rapporté que les dattes possèdent une concentration très élevée en sucre qui leurs donnent un caractère hygroscopique conduisant à réduire la disponibilité de l'eau qui entrainerait une diminution de l'activité microbienne. Cette propriété est largement utilisée dans la préservation de plusieurs denrées alimentaires [344, 345].

Le conditionnement des dattes en film en PET a montré au cours du stockage à température ambiante une légère augmentation non significative de la teneur en eau du 1^{er} mois au 5^{ème} mois (4,85%) confirmant ainsi ce qui a été observé dans les lots non emballés (4,74%). Néanmoins, les teneurs moyennes en eau des lots emballés étaient nettement supérieures à celles des lots témoins non thermisés non emballés ou des lots thermisés non emballés, notamment à température ambiante. L'augmentation du taux d'humidité dans les lots emballés peut être attribuée à la perméabilité du film affectée par l'augmentation de la température ; comparativement aux lots stockés à (10°C) qui montrent une certaine stabilité de valeurs. La teneur en eau moyenne des dattes emballées thermisées (22,96% MF) supérieure à celle des dattes non emballées (22,20% MF) pourrait être due aux propriétés de l'emballage en PET qui présente une faible perméabilité à la vapeur d'eau. De plus, l'emballage réduit les phénomènes de dessèchement de la datte en réglant les échanges hygroscopiques entre la datte et le milieu environnant [161]. Les valeurs relevées semblent moins faibles par rapport à celles rapportées par Munier, (1973) [116], soit 30% et 25% pour la variété Ghars et Deglet Nour respectivement. Elles sont inférieures par rapport à ceux rapportés par Ganbi, (2012) [325], pour une variété Saoudienne soit 13.69%. AL-Gboori et Krepl, (2010) [326], ont cité des valeurs plus faibles par rapport à ceux mentionnées précédemment, variant entre 7.30-9.50 %.

L'association thermisation-emballage a montré une diminution significative de la teneur en eau pour l'ensemble des lots testés aussi bien à température ambiante ou à (10°C) (figure 4.20.b). Les lots thermisés-emballés ont pu conserver des teneurs moyennes en eau moins faibles que celles des autres lots qu'ils soient témoins, ou thermisés emballés ou non mais toutefois inférieures à celles des lots non thermisé emballés notamment à (10°C). D'une manière générale, les fluctuations des valeurs des teneurs en eau des dattes peuvent également être imputées aux variations climatiques qui modifient l'humidité relative de l'atmosphère environnante et par conséquent la teneur en eau [114].

Ainsi, l'humidité relative de l'atmosphère enregistrée relativement élevée pendant la période du stockage serait à l'origine du gain en eau des lots de dattes stockées à température ambiante [114]. En conclusion, l'emballage en film PET seul reste le meilleur mode de conservation contre le dessèchement de la datte en préservant la consistance demi-molle de la datte Deglet Nour.

4.3.2.2.5. Degré Brix

A la réception, les dattes présentaient une teneur en matière sèche soluble « degré Brix » de 19%. Cette concentration a augmenté sans différence significative ($p>0,05$) au cours du stockage à température ambiante (figure 4.20.a) pour atteindre des concentrations très proches de 21% au 5^{ème} mois de stockage.

Au cours de l'entreposage, les lots thermisés-emballés et stockés à température ambiante montraient une augmentation non significative de la teneur en matière sèche soluble (de 16,95% au 1^{er} mois à 17,1% au 5^{ème} mois) avec une valeur proche du témoin thermisé (18%) obtenus au 2^{ème} mois. Les lots thermisés-non emballés aussi bien conservés à température ambiante qu'à température basse montraient la même tendance avec différence significative ($p<0,05$). De même, les lots non thermisés - non emballés et stockés à température ambiante qu'à température basse montraient une augmentation progressive et significative ($p<0,05$) du degré Brix qui devient plus prononcée à partir du 3^{ème} mois à température ambiante et à partir du 2^{ème} mois à température basse et se stabilise durant les derniers mois du stockage (figure 4.20.a) et (figure 4.20.b).

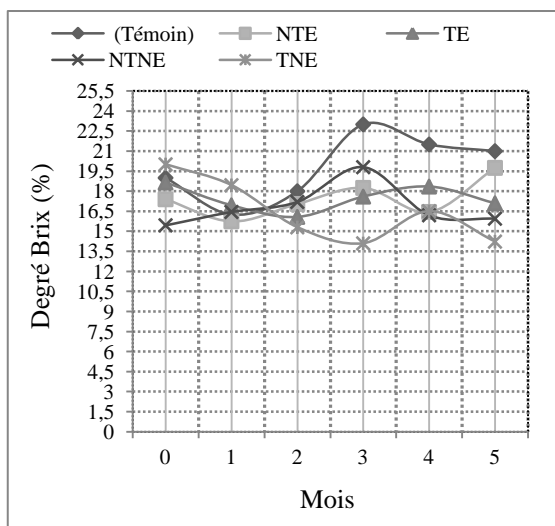


Figure 4.20.a: Evolution du Degré Brix (%) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

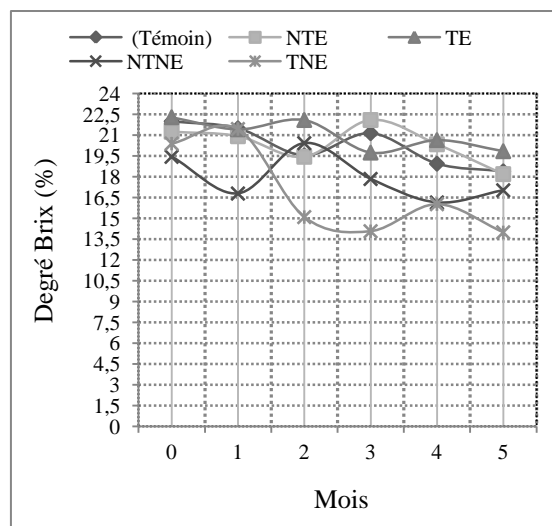


Figure 4.20.b: Evolution du Degré Brix (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

La comparaison des moyennes en teneur en matière sèche soluble montre que les lots thermisés-emballés et stockés à température ambiante présentaient la valeur la plus proche de celle des dattes témoins (19,79%). Les autres lots présentaient des teneurs moyennes en matière sèche soluble supérieures à celle de la datte témoin.

4.3.2.2.6. Sucres totaux et réducteurs

La datte Deglet Nour présente des teneurs en sucres totaux et réducteurs respectivement de 70,41 et 20,58% MF à température ambiante et de 67,51 et 25,18% MF à (10°C). Au cours du stockage, l'échantillon TNE a connu une baisse significative ($p < 0,05$) accentuée aussi bien pour les sucres totaux que les sucres réducteurs et des teneurs des lots de dattes non thermisées non emballées (respectivement de 46,20 et 19,22% MF) enregistrées à (10°C), alors qu'à température ambiante, ces teneurs sont légèrement plus élevées (49,10 et 20,63% MF).

De toute évidence la température et la durée de conservation exercent un effet significatif sur la diminution de la teneur en sucres totaux de lot des TNE à (10°C) ($p = 0,0444$) et de la teneur en sucres réducteurs de lot des dattes NTNE à température ambiante ($p = 0,0307$) (figure 4.21.a et 4.21.b). L'effet de la thermisation se traduit par une diminution non significative de la teneur en sucres totaux et sur les sucres réducteurs des autres lots de dattes étudiées (figure 4.21.a et 4.21.b).

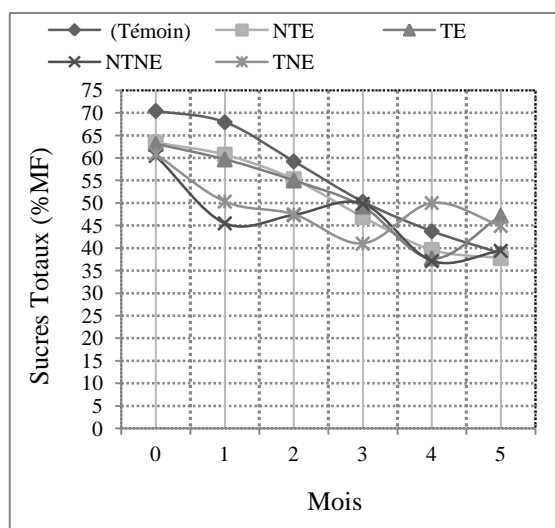


Figure 4.21.a: Evolution des Sucres Totaux (%MF) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

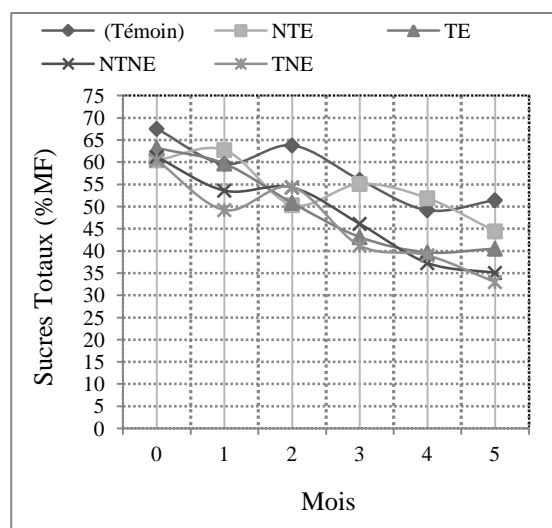


Figure 4.21.b: Evolution des Sucres Totaux (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II)

Dans les de dattes thermisées, la tendance à la baisse en sucres totaux se poursuit bien que les teneurs enregistrées sont un peu plus élevées par rapport aux lots non thermisés. Ainsi, au 5^{ème} mois de stockage à température ambiante, la teneur en sucres totaux était maintenue à 38,81% MF, inférieure de la teneur enregistrée au même mois à température basse pour son homologue non thermisé. Cet effet est notable encore pour les lots thermisés et entreposés au froid de (10°C) où les teneurs en sucres totaux étaient maintenues à des niveaux plus bas et proches de ceux des dattes stockées à température ambiante. L'emballage des lots de dattes non thermisées en films en PET avant leur entreposage a permis de ralentir considérablement la diminution des sucres totaux tout au long du stockage aussi bien à température ambiante que basse et cet effet stabilisant était non significatif ($p>0,05$).

La combinaison de la thermisation à l'emballage a montré au cours du stockage à température ambiante des teneurs en sucres totaux en diminution mais moins brutale que leurs homologues respectifs non thermisées et non emballés. Toutefois, ce sont les lots thermisés-emballés et entreposés à (10°C) qui présentent la meilleure stabilité des teneurs en sucres totaux même jusqu'au 5^{ème} mois de stockage. Sur les sucres réducteurs, la thermisation associée à l'emballage permet de stabiliser considérablement les teneurs de ces sucres à des niveaux proches de ceux de la Deglet fraîche en dépit du stockage que ce soit à température ambiante qu'à (10°C) (figure 4.22.a et 4.22.b).

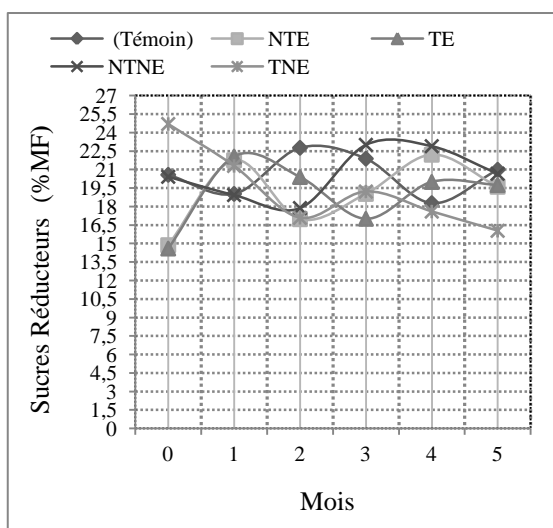


Figure 4.22.a: Evolution des Sucres Réducteurs (%MF) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

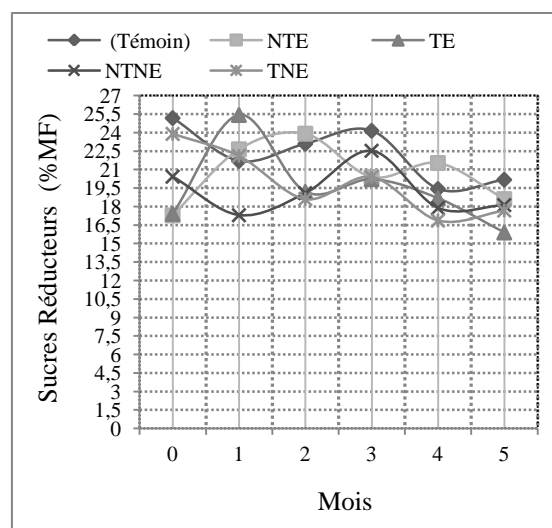


Figure 4.22.b: Evolution des Sucres Réducteurs (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

Le rapport de qualité (r) a considérablement diminué au cours du stockage et de manière plus prononcée à température ambiante qu'à (10°C), pour atteindre des valeurs au 5^{ème} mois (1,66 et 2,20 respectivement) pour l'ensemble des lots témoins non thermisés et non emballés, sauf les lots du 1^{er} mois à température ambiante qui conservent un rapport r de 2,94 supérieur de celui des dattes fraîches (2,53) (figure 4.23.a et 4.23.b).

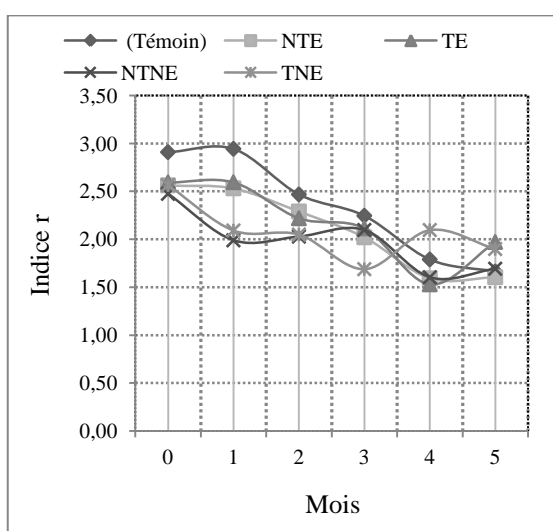


Figure 4.23.a: Evolution de l'Indice r des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

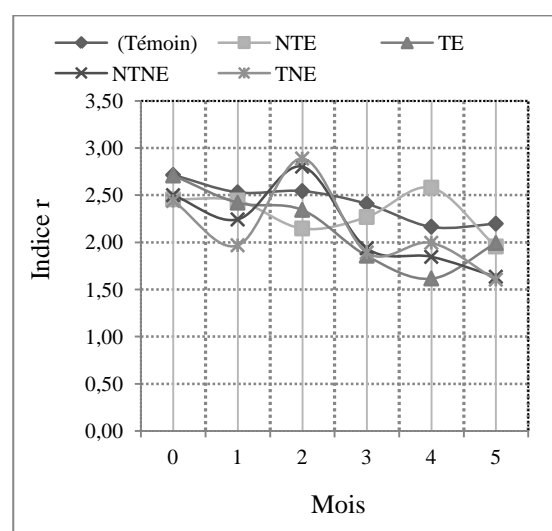


Figure 4.23.b: Evolution de l'Indice r des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

La thermisation n'a provoqué une forte variation du rapport (r) mais ce rapport marque une nette tendance à la diminution non significative ($p > 0,05$) aussi bien à température ambiante qu'à (10°C) et on atteint des niveaux inférieurs à 2 pour l'ensemble

des lots thermisés. Dans les lots emballés, le rapport (r) était nettement stabilisé et la valeur moyenne n'a pas dépassé 2,10 notamment dans les lots emballés entreposés à température ambiante et (10°C). Dans une étude, [337], ont considéré que la teneur et la composition en sucres présentaient une importance dans la tolérance au froid et sont impliqués dans l'acclimatation du fruit aux conditions de stockage à basses températures. Les meilleurs rapports (r) étaient obtenus dans les lots thermisés-emballés et non thermisés-emballés et entreposés à température ambiante où une nette stabilité du rapport (r) était notée contrairement à leurs homologues stockés à température ambiante où les rapports (r) étaient largement plus élevés (2,94 au même 2^{ème} mois de stockage).

4.3.2.2.7. Saccharose

La teneur en saccharose des lots de dattes thermisées non emballés à 10°C , montre une importante et progressive diminution ($p < 0,05$) au cours du stockage et atteint au 5^{ème} mois une teneur de 15,32% MF, très faible par rapport à la teneur initiale de 36,52% MF. La thermisation a induit une diminution significative ($p = 0,0459$) de cette teneur mais qui reste stable avec le stockage tout en gardant des niveaux proches à leurs témoins respectifs non thermisés (figure 4.24.a et 4.24.b).

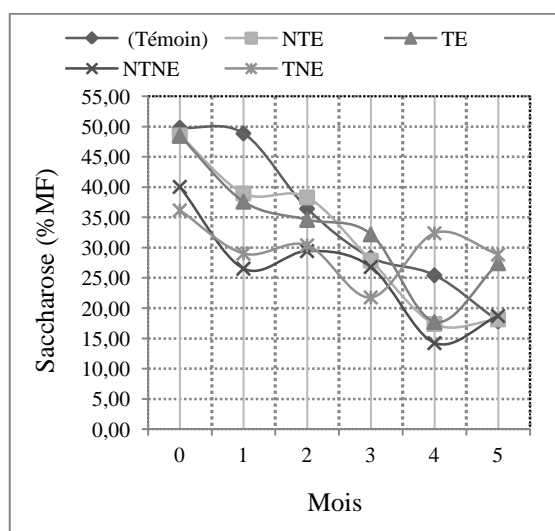


Figure 4.24.a: Evolution de Saccharose (%MF) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

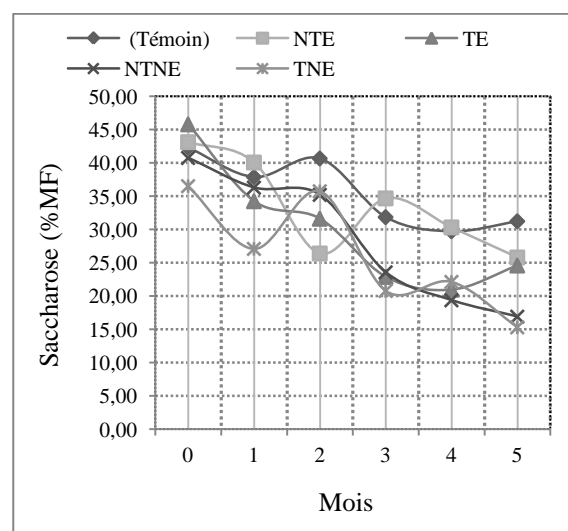


Figure 4.24.b: Evolution de Saccharose (%MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

L'emballage des lots emballés à température ambiante et à (10°C), a montré des teneurs en saccharose meilleures que celles des lots témoins non thermisés non emballés mais inférieures à celles des lots thermisés. Cet effet est plus marqué dans les lots thermisés emballés notamment ceux entreposés à (10°C), où on a enregistré les teneurs en saccharose

moyennement proches de celles des dattes fraîches. L'augmentation de la teneur en saccharose observée, a été également signalée par Perez-Tello et *al.* (2001) [346] durant un stockage à (10°C) pendant 2 mois, et serait pour ces auteurs, considérée comme une réponse physiologique aux altérations du froid (chilling injury). La température de (10°C), serait en mesure de réduire la réponse du fruit au chilling injury. Cette même observation était faite par Holand et *al.* (2002) [347].

4.3.2.2.8. Taux d'inversion

Le taux d'inversion des lots étudiés montre une variation par rapport aux lots témoins. Au cours du stockage, les taux d'inversion des lots de dattes non thermisées à température ambiante, ont montré une augmentation progressive (0,52 au 5^{ème} mois, soit +79,31%). Par contre, les taux d'inversion des lots de dattes emballés à température ambiante et à (10°C), ont montré une stabilité durant les trois premiers mois avec une augmentation non significative au 4^{ème} et 5^{ème} mois du stockage. Cette évolution n'étant pas significative aussi bien à température ambiante que basse (10°C) (figure 4.25.a et 4.25.b).

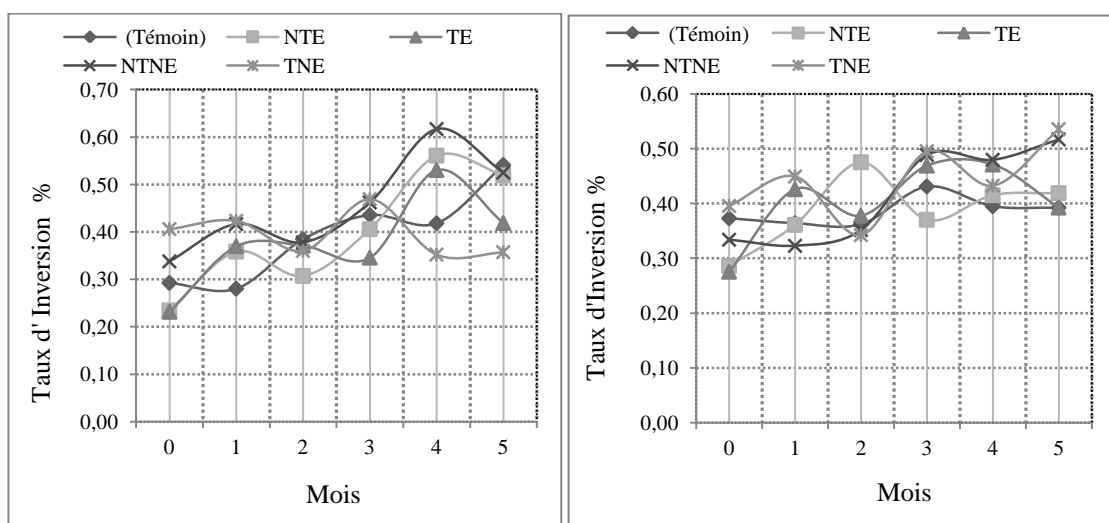


Figure 4.25.a: Evolution du taux d'Inversion des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

Figure 4.25.b: Evolution du taux d'Inversion des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

L'emballage, ne change pas l'évolution de ces taux et les teneurs enregistrées sont assez proches de celles des lots témoins non thermisées non emballés ou thermisés non emballés. La combinaison thermisation-emballage par contre montre une bonne stabilisation des taux d'inversion tout au long du stockage particulièrement à température base (10°).

De nombreux auteurs, dont Munier, (1973) Sawaya et al. (1983), Forouzan et al. 2012. El-Hadrami et Al-Khayr (2012) [116, 195, 327, 288], ayant travaillé sur plusieurs variétés de dattes affirment que les sucres des dattes varieraient en fonction de la variété, du pollen, du stade de maturation et du climat. La nature des sucres varie aussi, en fonction de la consistance de la datte. Les variétés sèches des dattes renferment des teneurs élevées en saccharose. Par contre, les variétés molles sont très riches en sucres réducteurs, les variétés demi molles renferment, autant de saccharose que de sucres réducteurs [207, 19].

Plusieurs auteurs signalent que les dattes renferment des teneurs importantes en sucres totaux. A savoir : Al-Eid, (2006) [348] (81%) ; Mimouni, (2009) [349] (67.33 à 71.79%) ; Al-Gboori et Krepl, (2010) (86.10 – 87.91 %) [326]. En général, les résultats rapportés par différents auteurs dépendent en partie de la méthode d'analyse utilisée. Néanmoins, tous s'accordent à dire que les teneurs en sucres totaux des dattes sont de l'ordre de 60 à 80% de la pulpe. La proportion des sucres réducteurs des dattes varie en fonction de la variété étudiée. Des résultats ont été évoqués par Elleuch et *al.* (2008) [19], d'après leur étude sur deux variétés tunisiennes (Deglet Nour et Allig) de consistance différente (demi-molle et molle). Ils ont enregistré des valeurs variables en sucres réducteurs, à savoir 27% et 59% pour la variété Deglet Nour et Allig respectivement. Cependant, la teneur en sucres réducteurs concernant variétés algériennes Deglet Nour (demi-molle), Degla Beida (sèche) et Ghars (molle) fluctue entre 13 et 70% [349].

En outre, Sawaya et *al.* (1983) [195] ayant travaillé sur des variétés saoudiennes rapportent, des teneurs en sucres réducteurs de dattes, au stade tmar, déterminées par chromatographie comprises entre 37.6 - 58%. Des travaux réalisés par Siboukeur, (1997) [207] sur le dosage des sucres de la variété Ghars au même stade tmar par un auto-analyseur (SKALAR), ont montré que la teneur en sucres réducteurs est égale 62.41%.

Les valeurs évoquées par AL-Gboori et Krepl, (2010) [212] sont de l'ordre de 73.40 – 82.70 %, ce qui montre que leur matériel d'étude est composé des variétés molles. Les dattes sèches contiennent un taux élevé de saccharose par rapport aux dattes molles et demi-molle [19] (53%) ; [349] (44.82%). Ceci peut être dû à la faible teneur en eau qui constitue un milieu défavorable pour l'activité de l'invertase contrairement à la variété molle et demi molle.

4.3.2.2.9. Vitamine C

Les valeurs enregistrées pour la vitamine C de la datte thermisée non emballée stockée à 10°C montrent une diminution progressive et significative ($p < 0,05$) au cours du stockage. La plus faible teneur est obtenue au 5^{ème} mois (1,89 mg/100 g MF) à (10°C) (Figure 4.26.a et 4.26.b).

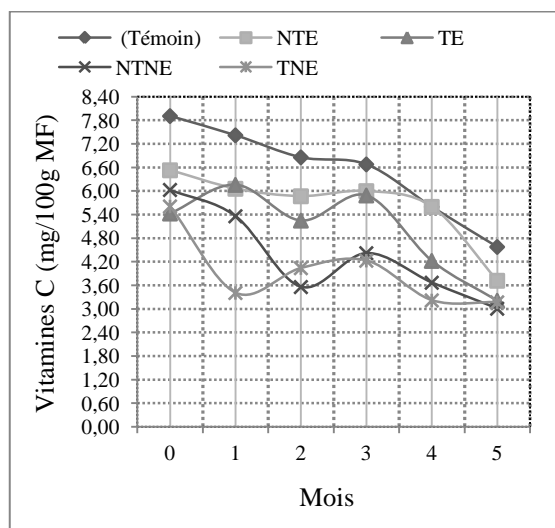


Figure 4.26.a: Evolution de la Vitamines C (mg/100g MF) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

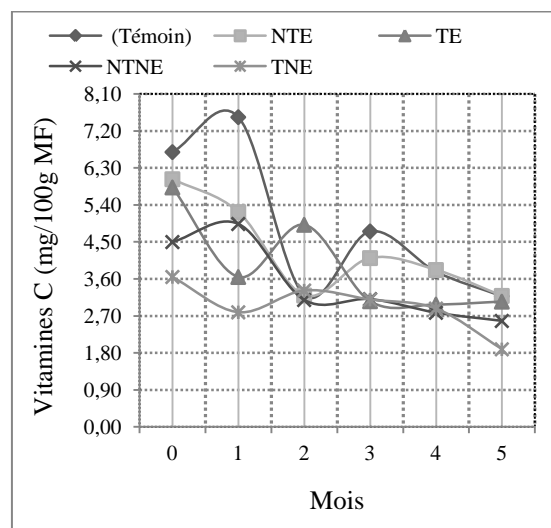


Figure 4.26.b: Evolution de de la Vitamines C (mg/100g MF) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

La thermisation a induit une diminution significative de la teneur en vitamine C des lots thermisés par rapport à la datte témoin non thermisée. Dans ces lots thermisés, la tendance à la baisse se poursuit à des niveaux moyens inférieurs à ceux des lots témoins non thermisés. Dans les lots non emballés à température ambiante, les teneurs en vitamine C enregistrées montrent une diminution avec des valeurs significatives ($p < 0,05$), ces teneurs diminuent faiblement par rapport aux autres lots témoins non thermisés.

Dans les lots emballés à température ambiante ainsi qu'à (10°C), les teneurs en vitamine C enregistrées montrent une stabilité au cours de stockage avec des valeurs non significatives ($p > 0,05$), et les teneurs diminuent faiblement au 4^{ème} mois et au 5^{ème} mois par rapport aux lots témoins non thermisés. Les lots thermisés-emballés à température ambiante montrent des teneurs en vitamine C supérieures à celles de leurs homologues entreposés à (10°C). Ces derniers bien que la teneur en vitamine C diminue graduellement avec le stockage et montrent toutefois une relative meilleure stabilité aux derniers mois de stockage. En effet, Seung et Kader, (2000) [350] rapportent que la teneur en vitamine C des fruits et végétaux est réduite dans des atmosphères pauvres en O₂. Ces mêmes auteurs ;

signalent que le traitement thermique diminue la teneur en vitamine C, mais limite plus tard les pertes de cette vitamine en cours de la conservation au froid.

L'acide ascorbique de la datte, étant une réductone, il semble bien être impliqué dans la dégradation de Strecker [114]. La dégradation de Strecker n'est pas directement impliquée dans la production de pigments colorés, mais elle fournit les substances réductrices nécessaires à leur formation [235]. Il a été prouvé aussi que la réaction de Maillard entraînait la destruction de l'acide ascorbique et une diminution de la valeur nutritive des aliments, du fait de la transformation des sucres et des acides aminés essentiels [114]. En plus, des études récentes ont montré que les Produits de la Réaction de Maillard (PRM) possèdent des propriétés mutagènes et cancérigènes [114]. L'abaissement de la teneur en O₂ limite l'oxydation de l'acide ascorbique, alors que l'augmentation de la teneur en CO₂ au-delà d'un seuil propre à chaque échantillon, provoque sa destruction rapide ainsi que celle de l'acide dehydroascorbique [114]. L'oxydation et la dégradation subséquente de l'acide ascorbique s'écartent de l'optimum physiologique sauf en cas d'anoxie stricte [114]. Ainsi que la teneur en β -carotène reste constante au cours de la conservation des fruits pendant une semaine à 4°C [351].

4.3.2.2.10. Protéines

Les protéines représentent un nutriment important pour le fonctionnement, la structure et l'entretien de l'organisme. La teneur en protéines des dattes non thermisées non emballées et thermisées emballées stockées à température ambiante varie significativement ($p < 0,05$) avec des valeurs respectives au 5^{ème} mois de 0,90% et 0,63 inférieure à celles des dattes témoins à température ambiante et bien aussi qu'à (10°C) soit 2,11% et 1,13% respectivement (figure 4.27.a et 4.27.b). Par contre, les lots des dattes stockées à (10°C) ont montré une stabilité tout au long de la période de conservation avec une légère diminution non significative ($p > 0,05$) au 5^{ème} mois de stockage.

Toutefois, AL-Gboori et Krepl, (2010) [326] rapportent des valeurs de l'ordre de 2.78%. Des travaux réalisés par Alkaabi *et al.* (2011) [240], sur cinq variétés saoudiennes, montrent que les dattes renferment une teneur en protéines oscillant entre 1.16 à 1.62%. Nos résultats se rapprochent de ceux cités ci-dessus. Ces résultats sont comparables à ceux trouvés dans la littérature qui situent le taux de protéines entre 0.90-2% [116, 184, 207, 348, 19, 240]. Ces teneurs, bien que faibles ne sont pas négligeables, car les protéines des dattes sont qualitativement bien équilibrées [352, 164, 353, 118,163]. Elles sont en effet

riches en 6 acides aminés indispensables (lysine, valine, isoleucine, leucine, thréonine et tryptophane) parmi les huit acides aminés [354]. Les besoins en ces acides aminés sont proportionnellement plus élevés chez l'enfant que chez l'adulte, et ils sont particulièrement importants chez le nourrisson, l'absence d'un seul de ces acides aminés essentiels empêche la synthèse protéique et provoque une perturbation métabolique. C'est la raison pour laquelle la consommation des dattes est recommandée aux enfants de bas âge.

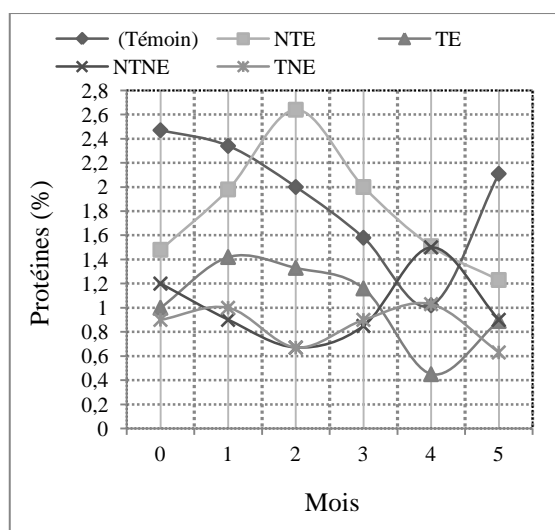


Figure 4.27.a: Evolution des Protéines (%) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

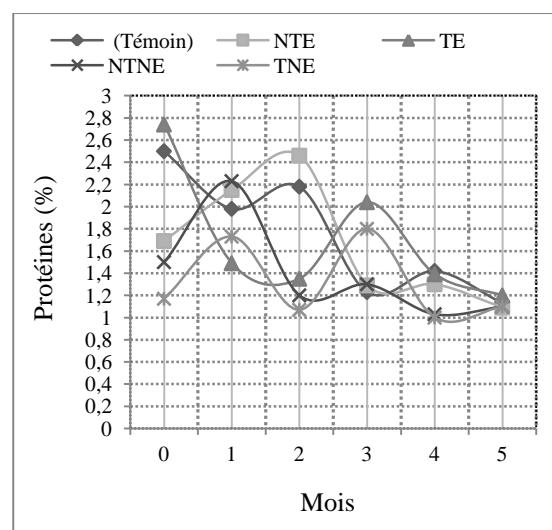


Figure 4.27.b: Evolution des Protéines (%) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

Il en ressort que le taux de protéines des dattes thermisées non emballées stockées à température ambiante est compris entre 0,67 et 1,03%. Selon les figures (figure 4.27.a et 4.27.b), la quantité de protéines dans ce lot est plus faible a connu une baisse hautement significative ($p=0,000937$) (0,63% au 5^{ème} mois) par rapport au lot témoin stocké à température ambiante ainsi qu'à 10°C.

Ces résultats sont comparables aux résultats bibliographiques qui situent le taux de protéines dans la fourchette de 0,9-4% du poids frais de la datte [209,184]. Par contre, nos résultats ne rejoignent pas ceux d'Al-Hooti et *al.*, (1997) [355] qui ont trouvé des valeurs comprises entre 2-2,5%.

Les tables de composition FAO donnent des teneurs très proches de nos résultats, oscillant entre 2,4 et 3%.

En conclusion, on peut dire que lots emballés thermisés ou non thermisés sont plus intéressants du point de vue teneur en protéines et que ces derniers sont également riches en protéines par rapport aux autres lots des dattes non emballées.

4.3.2.2.11. Lipides

Selon nos résultats, les lots de dattes non thermisées non emballées stockées à température ambiante ainsi qu'à (10°C) sont très pauvres en matière grasse de valeurs respectives (0,02-0,06%) et (0,04-0,07%) par rapport aux lots témoins avec une diminution hautement significative ($p=0,00001$) à température ambiante et significative ($p=0,0108$) à (10°C). De même, les lots de dattes thermisés non emballés ont montré une diminution hautement significative à partir de troisième mois de stockage à température ambiante ainsi qu'à (10°C) ($p=0,000571$) et ($p=0,000763$) respectivement (figure 4.28.a et 4.28.b).

L'emballage a provoqué une diminution remarquable dès le premier mois de stockage des lots de dattes thermisées et emballées à température ambiante et à 10°C, cette diminution était significative ($p=0,014142$) et ($p=0,010493$) respectivement.

Les lots de dattes non thermisées emballées stockées à température ambiante et à 10°C sont plus riches en matières grasses par rapport aux autres lots étudiés. Ont connu une diminution non significative ($p>0,05$) tout au long de la période de stockage. Les résultats des lots de dattes emballées thermisées ou non sont en accord avec ceux trouvés par de nombreux auteurs dont [227] qui ont enregistré des valeurs comprises entre 0,19 et 0,2%. [82] ont travaillé sur des variétés qui ont donné des valeurs se situant entre 0,1 et 0,3%.

Youssif *et al.* (1982) [215] qui ont fait des recherches sur les variétés Irakiennes, ont enregistré des teneurs en matière grasse comprises entre 0,3 et 0,5%.

Les figures 4.28.a et 4.28.b montrent que dans l'ensemble des lots étudiés, les dattes non thermisées emballées stockées à température ambiante sont relativement plus riche en matières grasses dont la teneur est 0,81%.

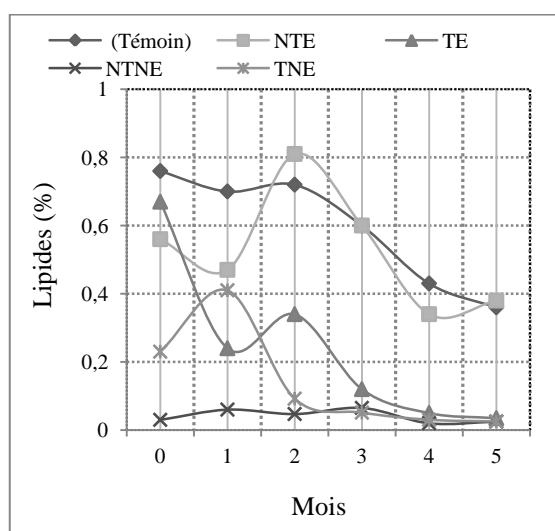


Figure 4.28.a: Evolution des Lipides (%) des dattes stockées à 22°C (Essai I).

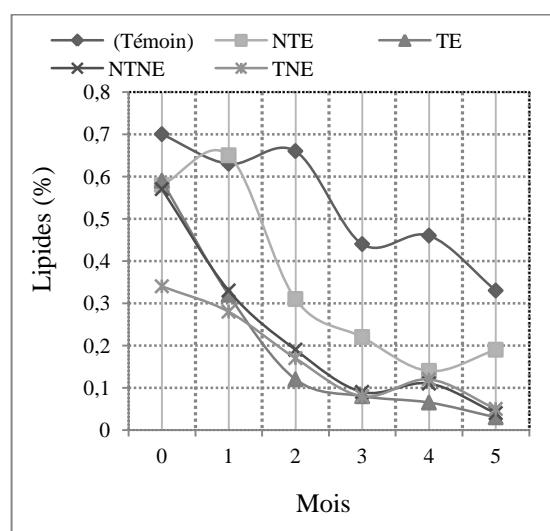


Figure 4.28.b: Evolution des Lipides (%) des dattes stockées à 10°C (Essai II).

4.3.2.2.12. Taux de Cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans le fruit. Nous constatons selon les figures 4.29.a et 4.29.b que les lots de dattes emballées thermisées ou non stockées à (10°C) sont plus riches en sels minéraux comparativement aux autres lots stockées à température ambiante (1,2% et 1,34% respectivement), avec une diminution non significative ($p>0,05$) à partir de 3^{ème} mois de stockage. L'ensemble des lots étudiés ont connu une stabilité remarquable durant la période de conservation à (10°C) ainsi qu'à température ambiante (figure 4.29.a et 4.29.b).

De nombreux auteurs dont [356, 357, 353] affirment que la datte renferme des teneurs en cendres de l'ordre de 2%. Mekki *et al.* [186], ayant travaillé sur des variétés Soudanaises, ont trouvé des teneurs égales à 2.84%.

Les variétés Saoudiennes et Irakiennes renferment selon Sawaya *et al.* (1983) [184] des teneurs en cendres plus élevées, comprises entre 2 et 4%. [247] 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%).

Acourene *et al.* (2001) [140] ont rapporté des valeurs de 1,8 et 2,9%. Al-Hooti *et al.* (1997) [358] ont également trouvé des valeurs qui se situent entre 1,6 et 2% pour certaines variétés Emaratiennes.

Nos résultats concernant les huit lots de dattes analysées semblent moyens. Il est à signaler que dans les dattes non thermisées non emballées, le taux de cendres est plus élevé (1,73%). Dans les autres lots en revanche, les dattes sont plus pauvres en cendres.

Ces valeurs se situent dans la fourchette rapportée par Sawaya, (1983) [184] (2 et 4%) pour des variétés saoudiennes et irakiennes.

De nombreux auteurs, dont Mahtallah, (1970), Munier, (1973), Siboukeur, (1997), Al-Eid (2006), Al-Gboori et Krepl, (2010), Ganbi, (2012) [359, 116, 207, 348, 326, 325], s'accordent sur le fait que la datte renferme des teneurs en cendres de l'ordre de 2%.

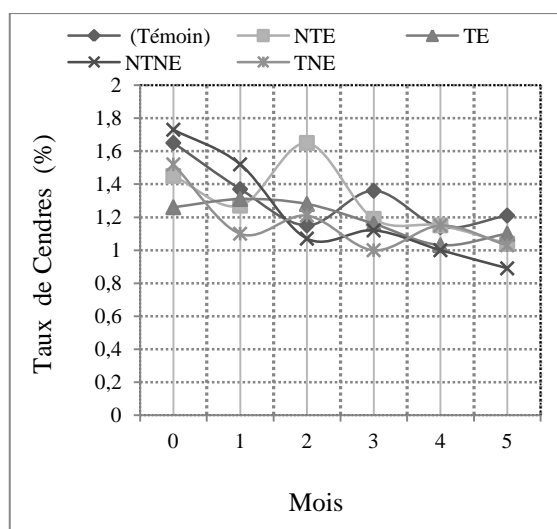


Figure 4.29.a: Evolution du Taux de Cendres (%) des dattes stockées à 22°C (Essai I).

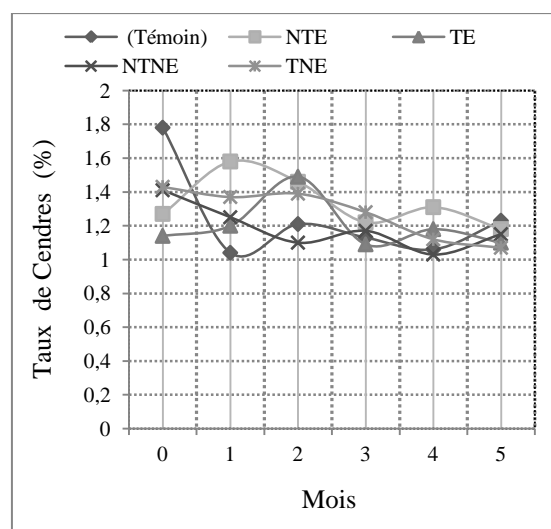


Figure 4.29.b: Evolution du Taux de Cendres (%) des dattes stockées à 10°C (Essai II).

4.3.2.3. Caractéristiques microbiologiques des dattes étudiées

Les risques de contaminations microbiologiques des dattes proviennent surtout de la nature de la phase traitement et stockage car chaque mauvais traitement constitue un milieu favorable au développement microbien au cours de stockage des dattes ; les levures et les moisissures provenant de la phase très humide détériorent la qualité des dattes. Les différents problèmes d'altérations que subit la datte ont été recensés (microbiologique, infestation, dépréciation de la qualité) ; l'altération fongique est majeure. Des solutions technologiques pour la maîtrise du développement fongique ont été illustrées, ainsi que les outils qui peuvent être mis en oeuvre pour optimiser les procédés destinés au traitement de ce fruit :

1) Les traitements thermiques peuvent être utilisés pour lutter contre cette microflore fongique d'altération [360, 361]. Ce traitement a été efficace également pour lutter contre les insectes et les ravageurs en post-récolte des dattes *Deglet-nour* [362, 363].

2) La réfrigération est très efficace pour prolonger la durée de vie des fruits d'une manière générale Cai *et al.* (2006), Cliffe-Byrnes et O'Beirne (2005) [364, 365]. Ce procédé a montré son efficacité dans la préservation de la qualité des dattes (couleur, de saveur, de texture...) [2].

3) L'effet inhibiteur de la croissance des moisissures par le CO₂ Devlieghere *et al.* (2000), Phillips, (1996) [366, 367], donne au conditionnement de type MAP enrichi en CO₂ une grande efficacité pour la réduction de l'altération fongique et la prolongation de la

durée de conservation des fruits [368]. Sachant que la combinaison de ces procédés multiplie leur efficacité, l'utilisation de ces derniers constitue une voie très prometteuse pour préserver la datte *Deglet-Nour*.

Tableau 4.4 : Résultats des analyses microbiologiques des échantillons de dattes.

Lots	Température ambiante (22°C)			Température basse (10°C)			
	Mois	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml
(Témoin)	0	1200	200	1400	1400	8700	700
	1	1750	33. 10 ²	2340	60. 10 ³	950	75. 10 ²
	2	230	45. 10 ³	ABSENCE	< 55	28.10 ²	1650
	3	2340	21. 10 ²	ABSENCE	230. 10 ²	ABSENCE	35.10 ²
	4	1456	11. 10 ²	190	9840	435	9. 10 ²
	5	570	ABSENCE	ABSENCE	< 35	ABSENCE	150
NTE	0	720	ABSENCE	2650	115.10 ²	ABSENCE	3435
	1	340	ABSENCE	1025	25. 10 ²	5.10 ³	285
	2	1360	75. 10 ³	15.10 ³	2.10 ³	1.10 ³	23. 10 ²
	3	2560	3340	55.10 ³	950	155	20.10 ³
	4	270	ABSENCE	ABSENCE	115	ABSENCE	12.10 ²
	5	305	75. 10 ³	35	370	103	3005
TE	0	35	ABSENCE	230	1350	23. 10 ³	135
	1	5450	550	ABSENCE	3. 10 ²	ABSENCE	1450
	2	65	ABSENCE	555	9. 10 ²	750	80
	3	1495	5980	ABSENCE	345	8.10 ³	30.10 ²
	4	130	58.10 ³	10.10 ³	< 65	ABSENCE	18.10 ²
	5	190	ABSENCE	20	605	ABSENCE	940
NTNE	0	1045	ABSENCE	350	8950	850	13.10 ³
	1	450	550	600	25.10 ³	20.10 ³	8050
	2	6830	ABSENCE	150	750	6.10 ²	45.10 ²
	3	5475	5980	55.10 ³	150	65.10 ³	15.10 ³
	4	2440	58.10 ³	ABSENCE	40.10 ³	1950	460
	5	3540	ABSENCE	1080	15.10 ²	ABSENCE	9.10 ²
TNE	0	605	ABSENCE	3650	120	560	3075
	1	930	3635	ABSENCE	1045	6750	32.10 ²
	2	1060	ABSENCE	1050	3.10 ³	23.10 ³	3780
	3	530	25.10 ³	4760	1345	ABSENCE	1050
	4	180	40.10 ³	ABSENCE	10.10 ²	85.10 ²	2.10 ³
	5	290	ABSENCE	3240	15.10 ²	ABSENCE	1.10 ²
Normes		<10 ⁶	<10 ³	<10 ³	<10 ⁶	<10 ³	<10 ³

4.3.2.3.2. Flore aérobie mésophile totaux (FAMT)

Pour apprécier la qualité microbiologique des aliments, les microbiologistes et les organismes de normalisation considèrent que le comptage de la FTAM est le moyen le plus sûr pour indiquer le degré de pollution d'un aliment [63, 369, 370]. Diawara et *al.* (1992) [371] ont signalé que les fruits sont toujours porteurs d'un nombre élevé de microorganismes dans toutes les régions géographiques et les conditions climatiques avant et après récolte.

Le dénombrement de la flore totale a permis d'apprécier la qualité microbiologique globale des aliments. On remarque d'après la figure figure 4.31.a que l'échantillon des dattes non thermisées non emballées stockées à température ambiante a connu une augmentation non significative ($p>0,05$) de la charge des FAMT au 3^{ème} mois de stockage. Par contre, les autres échantillons de dattes emballées thermisées ou non thermisées sont plus stables durant la période de stockage avec des charges de FAMT conformes à la norme internationale $<10^6$ (ISO 4833-1:2013) [372]. La charge microbienne des FAMT du lot des échantillons de dattes non emballées thermisées ou non stockées à (10°C) étant nettement plus grande que les autres échantillons de dattes emballées, cette augmentation est toujours non significative ($p>0,05$) avec des valeurs inférieures à la valeur fixée par la norme internationale (ISO 4833-1:2013) [372]. Dans notre étude, le nombre de germes aérobies obtenu dans les dattes étudiées est inférieur à 3×10^5 qui représente la valeur limite acceptable dans les aliments [373].

Pour l'échantillon de dattes non emballées non thermisées stockées à température ambiante, les bactéries aérobies mésophiles totales représentaient une charge considérable après deux mois de stockage $6,83 \times 10^3$ UFC/ml. Toutefois, la flore totale diminue progressivement sans différence significative ($p>0,05$) et après quatre mois de stockage jusqu'à $2,44 \times 10^3$ UFC/ml à température ambiante puis remonte à $3,54 \times 10^3$ UFC/ml au 5^{ème} mois de stockage (figure 4.30.a). Concernant les lots de dattes stockées à (10°C) ; La concentration la plus élevée est observée dans l'échantillon témoin 6×10^4 UFC/ml. Tandis que les échantillons de dattes stockées à (10°C) ont une charge moins importante que les échantillons de dattes stockées à température ambiante. Cette charge diminue sévèrement sans différence significative ($p>0,05$) et après cinq mois de stockage jusqu'à $3,50 \times 10^1$ UFC/ml à (10°C). La combinaison emballage-thermisation a provoqué une stabilité remarquable de la charge microbienne des FAMT tout au long de la période de stockage à température ambiante ainsi qu'à (10°C) (figure 4.30.a et 4.30.b).

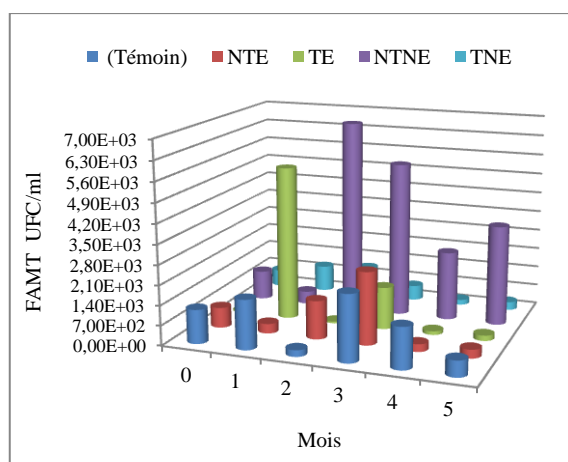


Figure 4.30.a : Evolution du taux FAMT (UFC/ml) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

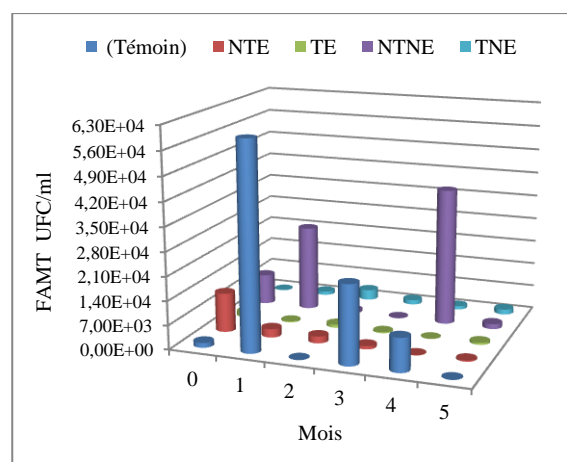


Figure 4.30.b: Evolution du taux de FAMT (UFC/ml) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

4.3.2.3.3. Levures et moisissures

La contamination des dattes a principalement lieu durant le stade de maturation ainsi que les opérations de post-récolte. Le matériel et les récipients utilisés durant les opérations post-récolte, tels que les sacs de stockage et de transport sont aussi une source de contamination de ce fruit [193]. Afin d'améliorer la qualité marchande, il est nécessaire d'améliorer la qualité microbiologique des dattes fraîches en utilisant un matériel propre dans les opérations de récolte, de post-récolte et de transformation éventuelle. La croissance élevée des levures a été remarquable dans les dattes non thermisées emballées au 2^{ème} mois et au 5^{ème} mois de stockage ($7,5 \times 10^4$ UFC/ml) et dans les dattes thermisées emballées au 4^{ème} de stockage à température ambiante ($5,80 \times 10$ UFC/ml), ces échantillons ont connus une stabilité meilleure durant le stockage à (10°C) (figure 4.31.b). L'application de la combinaison thermisation-emballage à (10°C) a permis une diminution non significative ($p > 0,05$) et une élimination plus rapide des microorganismes ce qui affirme l'efficacité du mode de conservation utilisé. Après le troisième et le quatrième mois de stockage des dattes thermisées non emballées, des contaminations de 4×10^4 et $2,5 \times 10^4$ UFC/ml d'échantillons ont observées à température ambiante (figure 4.31.a). A partir du 5^{ème} mois de stockage, une absence de champignons est encore notée. Toutefois, une contamination de l'ordre de $6,50 \times 10^4$ UFC/ml de l'échantillon des dattes non thermisées non emballées est observée à (10°C) au 3^{ème} mois de stockage. Ces valeurs sont plus supérieures ($> 10^3$) à celles fixées par la norme de référence [374].

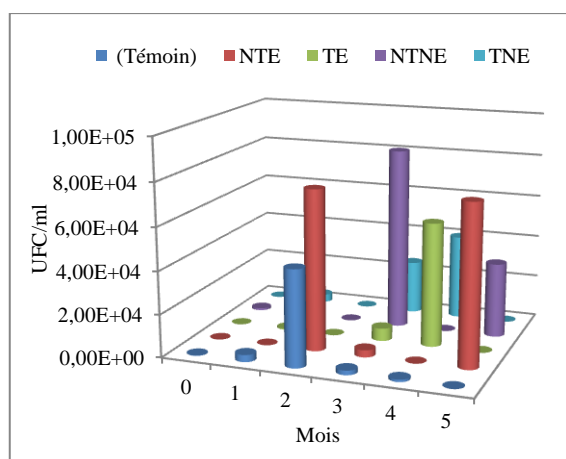


Figure 4.31.a: Evolution du taux de Levures (UFC/ml) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

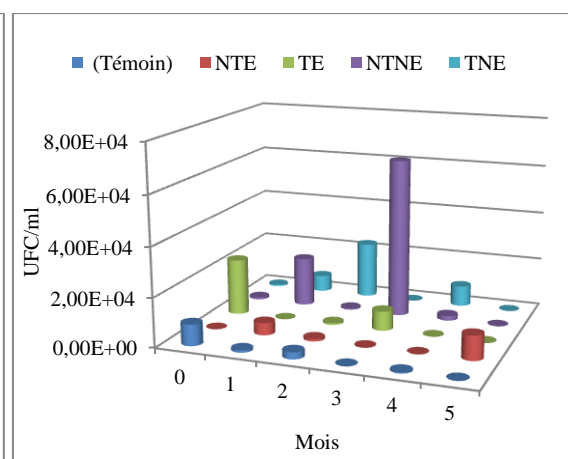


Figure 4.31.b: Evolution du taux de Levures (UFC/ml) des dattes stockées à 10°C (Essai II).

Au 3^{ème} mois de stockage, un nombre élevé ($5,5 \times 10^4$ UFC/ml) de moisissures a été détecté (sans différence significative $p > 0,05$) dans les dattes non thermisées emballées et non emballées à température ambiante, ont dépassé les normes internationales (ISO 4833-1:2013) [372] où la valeur limite acceptable est de 10^3 UFC/ml. Les autres échantillons de dattes stockées à température ambiante ont connus une stabilité durant la période de stockage (figure 4.32.a). A (10°C), une variation importante du taux de moisissures observée essentiellement dans les dattes non thermisées emballées et non emballées (figure 4.32.b), avec une augmentation non significative au 3^{ème} de stockage $2,00 \times 10^4$ et $1,50 \times 10^4$ UFC/ml respectivement.

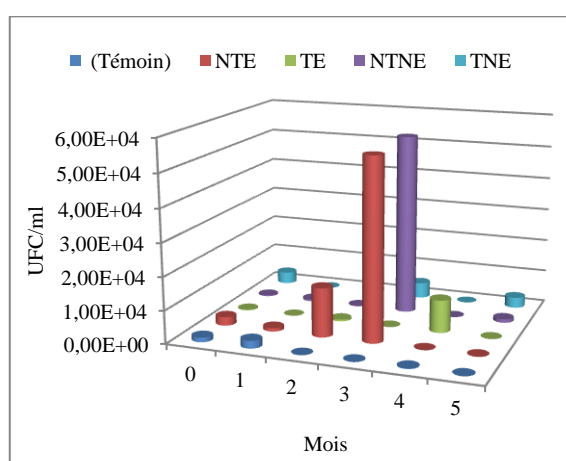


Figure 4.32.a: Evolution du taux de Moisissures (UFC/ml) des dattes stockées à (22°C) (Essai I).

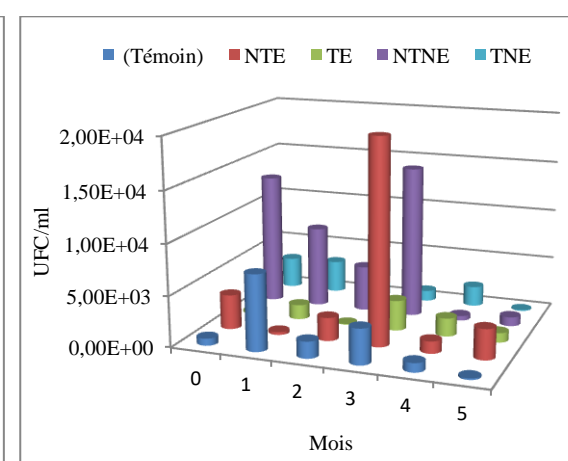


Figure 4.32.b: Evolution du taux de Moisissures (UFC/ml) des dattes stockées à (10°C) (Essai II).

Plusieurs auteurs ont révélé que les levures et moisissures sont des contaminants communs des dattes. Ces champignons incluent *Aspergillus sp.*, *Stemphylium botryosum*, *Phomopsis diopspyri*, *Cladosporium sp.*, *Cytomyces ramosus*, *Macrosporium sp.*, *Alternaria sp.* et *Penicillium*, ces microorganismes attaquent les fruits au stade précoce de maturation mais au stade Tamar leurs nombres diminuent et seulement les champignons xérophiles tels que *Catenularia fuliginia* sont capables de croître sur les dattes sèches [375, 376]. Jusqu'à présent, au sud de l'Algérie, la récolte des dattes sèches est exercée à l'automne, période caractérisée par des vents puissants qui participent à la dissémination des [377]. Malgré l'emballage des dattes, la charge bactérienne des moisissures est élevée dans l'échantillon de dattes non thermisées emballées stockées à température ambiante et à (10°C), cela peut être expliqué par la qualité du matériel utilisé durant la préparation, les ingrédients et le facteur humain. Toutefois, la flore fongique a disparu dans les dattes thermisées emballées stockées à température ambiante. Durant la période de conservation des dattes emballées ou non thermisées ou non, la diminution observée dans la flore microbienne à toutes les températures de stockage, pourrait être due à la diminution graduelle du pH et d'humidité. Dans ces conditions, les microorganismes dépendent de l'énergie pour expulser les protons de leur cytoplasme afin de maintenir le pH interne. A cela s'ajoute le maintien de l'homéostasie naturelle troublée par la forte pression osmotique induite par la teneur en sucre des dattes [378, 379]. Ces deux phénomènes sont accentués dans ces conditions et nécessitent beaucoup d'énergie, ce qui ralentit la croissance microbienne en premier lieu. Avec un prolongement dans le temps, cette situation conduit à la mort cellulaire, puisque les microorganismes ne peuvent pas fournir l'énergie nécessaire pour rétablir la stabilité du pH et d'homéostasie [378]. En outre, la présence d'acides organiques peut contribuer à l'élimination de la flore fongique dans les aliments ayant une humidité et pH proche de nos conditions d'étude. Il est aussi rapporté que l'activité antimicrobienne des acides organiques dépend de leur degré de solubilité dans le milieu [380]. Stopforth et al. (2004) [381] ont démontré que les formes dissociées des acides faibles tels que l'acide sorbique peuvent avoir une activité antimicrobienne particulièrement envers la flore fongique.

De plus, la plupart des microorganismes sont neutrophiles et incapables de croître quand le pH est inférieur à 6,6 ou de proliférer à une activité d'eau au dessous de 0,8 [378]. Cependant, plusieurs auteurs confirment que la combinaison des deux facteurs d'inhibition

assure la sécurité alimentaire, améliore la qualité et prolonge la durée de préservation [382].

La microflore persistante, détectée dans les dattes étudiées après stockage pourrait s'agir des levures osmophiles et bactéries résistantes à ces conditions d'inhibition et seraient capable de croître à une a_w faible [383, 382]. Les résultats de l'analyse microbiologiques des échantillons prélevés en cours de stockage et à différentes températures montrent une bonne qualité hygiénique de la datte. Les raisons principales sont : la teneur en sucre élevée des dattes, la faible teneur en eau et faible pH, qui sont vraisemblablement responsables de l'élimination de la majorité des microorganismes.

4.3.2.4. Résultats de l'analyse sensorielle des échantillons de dattes (*Phoenix Dactylifera* L.) au cours de stockage.

Les résultats de l'analyse sensorielle des échantillons de dattes étudiées sont présentés sur le tableau 4.5. La couleur des dattes et leur consistance constituent un critère esthétique important pour la commercialisation des dattes. Ils font des différences d'appréciation d'un échantillon de datte à l'autre.

Les résultats présentés dans le tableau 4.5, montrent que dans l'ensemble (du 1^{er} mois au 3^{ème} mois de stockage), la couleur des échantillons n'est pas homogène ; néanmoins la couleur marron prédomine. Acourene et *al.* (2013) [138] ont montré que sur 54 variétés algériennes, 50% étaient de couleur marron suivies de 31% de couleur jaune et 16% de couleur noire contre 3% de couleur rouge.

Les consommateurs algériens sont beaucoup plus attirés par la couleur marron avec aspect brillant. La couleur est un critère non négligeable dans l'appréciation des dattes, et dont le choix est différent d'un pays à l'autre, la couleur jaune pour l'Arabie saoudite et les Emirats arabes [384], la couleur rouge pour Oman et Kuwait [385]. L'aspect du péricarpe allant de plissé pour les lots de dattes étudiées à lisse pour l'ensemble des échantillons. Les formes des dattes de l'étude sont peu disparates.

La consistance à la mastication des échantillons de dattes étudiées est liée à leur caractère fibreux (tableau 4.5). Les dattes sont caractérisées par leur goût sucré et non astringent, ces résultats d'analyse sensorielle sont confirmés par leur richesse en glucides et leur faible teneur en tanins. La présence du fructose par son pouvoir sucrant élevé par rapport au glucose, induit la satiété qui par conséquent entraîne une faible prise de poids [176]. La teneur en tanins est très élevée au stade *khalal* (*kimri*) [156,

162] et diminue au fur et à mesure du développement de la datte pour aboutir à la teneur minimale au stade *tmr* [386]. La formation des tanins insolubles explique en partie la diminution de l'astringence du fruit au cours du développement [387, 388].

Tableau 4.5 : Caractères organoleptiques des échantillons de dattes stockées à température ambiante et à (10°C) au 3^{ème} mois de stockage.

Echantillons stockés à température ambiante (au 3^{ème} mois)					
	Témoin	NTE	TE	NTNE	TNE
Couleur	Marron	Marron	Noir à marron foncé	marron foncé	Marron
Aspect du péricarpe	Lisse, brillant	Lisse	Plissé	gauffré	Plissé
Consistance	Demi-molle	Molle	Demi-molle	Demi-molle	Demi-molle
Texture	Fibreuse	Fibreuse	Fibreuse	Fibreuse	Fibreuse
Arome	Peu parfumée	Parfumée	Peu parfumée	Parfumée	Parfumée
Saveur et Goût	Très sucrée	Sucrée	Sucrée	Peu sucrée, astringente	sucrée
Appréciation	Très bonne	Assez bonne	Bonne	Bonne	Très bonne
Echantillons stockés à 10°C (au 3^{ème} mois)					
	Témoin	NTE	TE	NTNE	TNE
Couleur	Marron	Marron	Noir à marron foncé	noire	Marron
Aspect du péricarpe	Lisse, brillant	Lisse	Plissé	gauffré	Plissé
Consistance	molle	Molle	Demi-molle	Demi-molle	Demi-molle
Texture	Fibreuse	Fibreuse	Fibreuse	Fibreuse	Fibreuse
Arome	Peu parfumée	Parfumée	Peu parfumée	Parfumée	Parfumée
Saveur et Goût	Très sucrée	Sucrée	Sucrée	Peu sucrée, astringente	sucrée
Appréciation	Très bonne	Assez bonne	Très bonne	Bonne	Bonne

Néanmoins certaines tendances peuvent être mises en évidence : la relation est très faible entre l'analyse sensorielle du sucré et le taux de sucre et aussi entre le caractère acide et le pH. Ceci montre que les perceptions du sucré ou de l'acidité peuvent se masquer l'une l'autre, rendant leur évaluation difficile par analyse sensorielle. Il ressort de cette analyse la très bonne appréciation est attribuée aux échantillons de dattes thermisées emballées et non emballées à température ambiante et à (10°C). Les résultats du test de

classement de douze échantillons de dattes par les dégustateurs représentés dans l'histogramme de la figure 4.33.a et 4.33.b, montrent que les dattes les moins appréciés par les consommateurs est celui non thermisées non emballées stockées à température ambiante ainsi qu'à (10°C). Les échantillons de dattes non thermisées emballées et thermisées non emballées à température ambiante ainsi que les dattes thermisées emballées à (10°C), étaient appréciées par l'ensemble de la population. La majorité de la population, soient 85%, préfère ces échantillons de dattes (figure 4.33.a et 4.33.b).

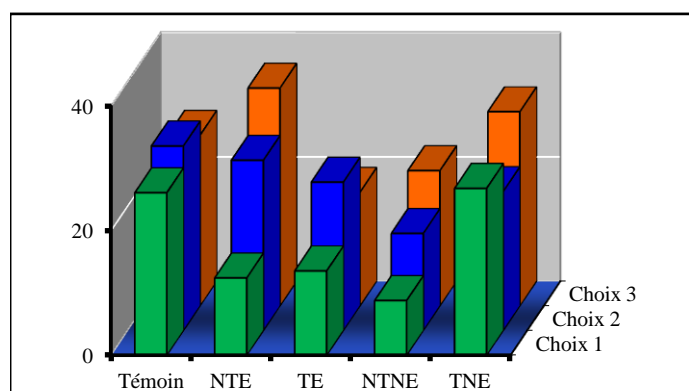


Figure 4.33.a : Préférences des sujets pour les trois échantillons de dattes stockées à (22°C) après trois mois de stockage.

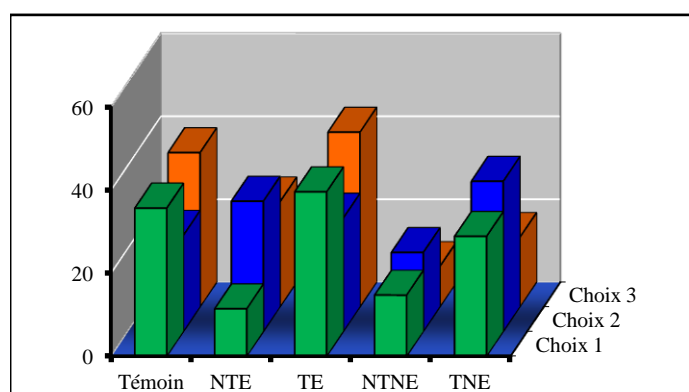


Figure 4.33.b : Préférences des sujets pour les trois échantillons de dattes stockées à (10°C) après trois mois de stockage.

Le test triangulaire consiste à présenter aux dégustateurs trois échantillons de dattes, dont deux sont identiques, son but est de détecter l'échantillon qui est différent, illustrés à la fiche de bulletin (figure 2 en annexe). Dans le but de la réalisation de ce test on a présenté d'une façon anonyme trois échantillons de dattes dont deux sont issus

du lot emballé thermisé ou non et celui qui est différent représente les dattes non thermisées non emballées à température ambiante ainsi qu'à (10°C).

Les dégustateurs ont répondu à la question suivante :

- Quel est l'échantillon que vous percevez différent ?

Les résultats de ce test sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4.6 : Répartition des réponses des sujets pour la perception de l'échantillon différent (dattes stockées à 22°C).

Participants	Témoin		NTE		TE est différent		NTNE est différent		TNE	
Garçons	4	27.56%	2	39.15%	8	36.75%	10	44.22%	9	53.25%
Filles	5	17.13%	7	29.43%	6	16.32%	5	18.37%	6	33.57%
Total	9	22.34%	9	34.29%	14	26.53%	15	31.30%	15	43.41%

Tableau 4.7: Répartition des réponses des sujets pour la perception de l'échantillon différent (dattes stockées à 10°C).

Participants	Témoin		NTE est différent		TE		NTNE est différent		TNE	
Garçons	4	23.96%	2	22.25%	8	36.15%	10	59.35%	9	52.35%
Filles	5	25.40%	8	24.63%	6	34.66%	5	21.47%	6	41.45%
Total	9	24.68%	10	23.44%	14	47.00%	15	28.81%	15	46.90%

D'après les tableaux ci-dessus, on constate que le nombre de réponses incorrectes pour les dattes étudiées à (10°C) (25) est nettement inférieur à celui des réponses correctes (29). Par contre, le nombre de réponses incorrectes pour les dattes étudiées à température ambiante (29) est nettement supérieur à celui des réponses correctes (24). Et parmi ces dernières ceux qui sont due au hasard selon le test statistique sont au nombre de vingt réponses sur vingt quatre, donc on peut conclure qu'il n'y a que quatre personnes parmi les vingt quatre qui ont répondu correctement ayant une capacité de discrimination sensorielle, ce nombre n'étant pas significatif peut être expliqué par une faible fréquence de consommation des dattes en particulier chez les sujets interrogés, donc lors de la dégustation, ils faisaient allusion aux dattes qui ont l'habitude de manger.

4.3.2.5. Les paramètres de la production et étude de la rentabilité économique des dattes (*Phoenix Dactylifera L.*) thermisées et emballées sous MAP (par voie passive) à l'aide d'un film en PET

Maîtriser sa marge est un enjeu crucial du pilotage de l'entreprise. Pouvoir actionner ce levier permet d'améliorer la rentabilité globale de l'entreprise dans une dynamique de croissance. Mais la marge est souvent une masse informe qui regroupe en réalité l'ensemble des marges de l'ensemble des produits ou services commercialisés par l'entreprise. Il convient donc de connaître la rentabilité de chacun des produits ou services.

4.3.2.5.1. Le rôle du seuil de rentabilité

Le seuil de rentabilité représente le niveau minimum de chiffre d'affaires que l'entreprise doit atteindre et maintenir pour couvrir ses charges fixes. En deçà, l'entreprise travaille à perte. Au seuil de rentabilité, elle équilibre tout juste ses comptes : c'est ce que l'on appelle le " point mort ". Au-delà, elle est bénéficiaire.

C'est à partir d'informations tirées du compte de résultat de l'entreprise que l'on est en mesure de calculer son seuil de rentabilité. Connaître son seuil de rentabilité permet au chef d'entreprise de corriger le prix de ses produits ou de revoir ses coûts de production, afin d'atteindre l'équilibre.

Cette estimation peut se faire à partir d'éléments connus, mais une simulation à partir de prévisions peut également être effectuée. En effet, le plus souvent, le seuil de rentabilité est basé sur des informations prévisionnelles, à partir d'hypothèses. Cela en fait un indicateur essentiel pour avoir une approche réaliste d'un projet. Ce ratio permet alors de décider ou non la commercialisation d'une nouvelle gamme par exemple, en fonction de la viabilité du projet.

4.3.2.5.2. Les éléments du calcul du seuil de rentabilité

Les coûts de production représentent l'ensemble des dépenses nécessaires faites par l'entreprise pour réaliser une production donnée. Le calcul du seuil de rentabilité fait intervenir les éléments suivants du compte de résultat, ils peuvent être classés comme suit :

- Le chiffre d'affaires : il correspond au volume des ventes hors taxes réalisées sur une période.

- Les charges fixes (CF) : représentent les charges totales supportées par l'entreprise pour tous les facteurs économiques définis comme fixes, (électricité, loyer, taxes...), pour une unité de conditionnement à petite échelle (où on a passé notre préparation et traitement des dattes). Les charges fixes sont de 80 000,00 Da par mois. Elles restent constantes, quelle que soit l'évolution de l'activité. On les appelle également charges structurelles. Ce sont les dépenses incompressibles pour faire fonctionner l'entreprise.

- Les charges variables (CV) : elles varient en fonction de l'évolution de l'activité. On les appelle également les charges opérationnelles (matériaux, main-d'œuvre utilisée pour la production, stock, maintenance...). Ce sont les dépenses liées directement aux ventes, comme les achats de matières ou marchandises ou le coût de leur transport.

Prix des dattes ; 225,00 Da /500g.

Prix de l'emballage des boites (PET) de dattes (d'un poids environ 450g) ; 405,00 Da.

Le prix de vente d'une boite (500g) de dattes est fixé à 630,00 Da.

Coût de la thermisation des dattes est fixé à 115,00 Da/500g.

Etant donné que le traitement post-récolte pour chaque échantillon de dattes étudiées, (thermisées ou non thermisées) est déterminé auparavant on peut en déduire le coût de revient d'une boite pour chaque échantillon de dattes étudiées :

- Prix d'une boite fabriquée pour les dattes thermisées est de 515,00 Da.
- Prix d'une boite fabriquée pour les dattes non thermisées est de 450,00 Da.

- La marge sur coûts variables : c'est la différence entre le niveau des ventes (chiffre d'affaires) et les charges variables.

4.3.2.5.3. Les formules du calcul du seuil de rentabilité

Savoir calculer le seuil de rentabilité de son entreprise permet de connaître le montant de ses ventes à partir desquelles on commence à dégager un bénéfice. Ce chiffre-clé est stratégique pour le chef d'entreprise, puisqu'il détermine le point de mort de son activité. A partir du seuil de rentabilité, il est possible de revoir les prix de ses produits ou le montant de ses charges, afin de réaliser des bénéfices. Cet indicateur s'obtient à partir d'éléments compris dans le compte de résultat. La méthode suivante permet de déterminer

la rentabilité et la quantité de ventes que doit réaliser une entreprise pour commencer à dégager des bénéfices pour un produit. Elle permet de savoir si le produit en question perd de l'argent afin de décider ou non s'il doit être retiré de la vente. Le calcul du seuil de rentabilité consiste à définir le niveau de chiffre d'affaires qui permet, grâce à la marge réalisée, d'avoir les moyens de payer les charges fixes. Il s'effectue en deux temps :

- Il faut d'abord calculer le taux de marge sur coût variable, en comparant cette marge sur coût variable au chiffre d'affaires.

Formule : Taux de marge sur coût variable = (Marge sur coût variable/Chiffre d'affaires) x 100

- Il faut ensuite diviser les charges fixes par le taux de marge sur coûts variables.

Formule : Seuil de rentabilité = Charges fixes / Taux de marge sur coût variable.

4.3.2.5.4. Calcul du seuil et analyse de la rentabilité économique des productions

A travers les données ci-dessus on établit les trois graphes de seuil de rentabilité de chaque production (dattes thermisées ou non thermisées) comme suit :

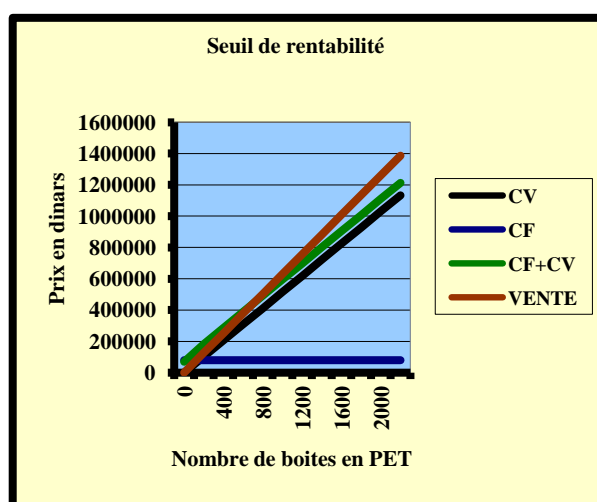


Figure 4.34.a : Graphe de rentabilité des dattes emballées thermisées.

On constate d'après la figure 4.34.a que la valeur sur l'axe des abscisses qui représente le nombre de pièces qui annule la différence entre les dépenses (charge variable + charge fixe) et les ventes est de 800 boîtes par mois ce qui est équivalent à une valeur sur l'axe des ordonnées de 450 000,00 Da.

C'est-à-dire que pour avoir une production rentable et bénéfique, il faut produire un nombre de boîtes des dattes thermisées doit être supérieure à 800 boîtes par mois.

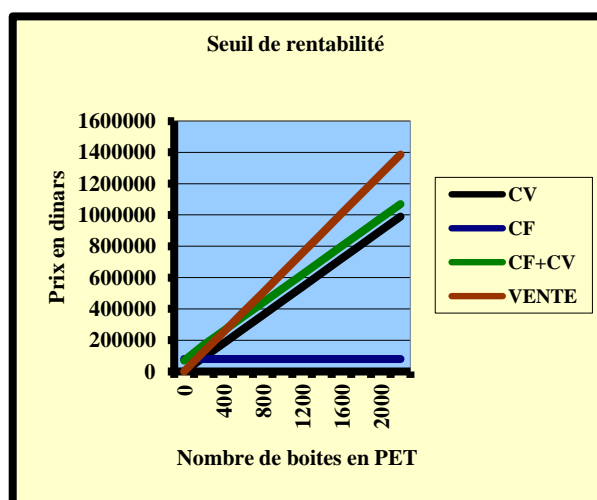


Figure 4.34.b : Graphe de rentabilité des dattes emballées non thermisées.

On constate d'après la figure 4.34.b que la valeur sur l'axe des abscisses qui représente le nombre de pièces qui annule la différence entre les dépenses (charge variable + charge fixe) et les ventes est de 400 boîtes par mois ce qui correspond à une valeur sur l'axe des ordonnées de 250 000,00 Da.

Ceci est équivalent à dire que pour avoir une production bénéfique et rentable il faut vendre au minimum une quantité de 400 pièces par mois.

On peut conclure en faisant la comparaison entre les deux seuils de rentabilité obtenus, que les dattes emballées non thermisées en donnant un nombre de boîtes (PET) à produire le moins important (seuil de rentabilité le plus bas) sur le graphe est de loin le plus lucratif.

4.4. Conclusion

Le premier objectif majeur de notre étude était de démontrer la faisabilité et les avantages de cette alternative technologique en combinaison avec les emballages passifs en MAP (film PET).

Durant l'étude, Nous avons constaté que les emballages en PET limitaient l'intensité respiratoire pendant le stockage. La concentration en oxygène et en CO₂ des échantillons stockés sous PET (à 22°C ±1°C) après la récolte au stade Tamar a connu une

forte diminution de l'oxygène (de 20,25% à 12,86%). De même, les emballages en film PET ont limité la concentration en CO₂ dégazé après sept heures de stockage par rapport à l'échantillon témoin. Après la récolte, les dattes montraient une respiration typique des fruits non climatériques (moins de 5 mmol O₂ kg⁻¹.h⁻¹) et une faible production d'éthylène, donc avec une activité métabolique très faible. La combinaison de la thermisation-conditionnement et de la conservation au froid (10°C ±2°C), est une méthode de conservation qui assure un critère physiologique optimal pour les dattes en limitant leur activité respiratoire. Les dattes Deglet-Nour, conditionnées dans un emballage en PET, offrent une excellente capacité de stockage au-delà des cinq mois testés.

L'étude a montré que la combinaison thermisation-emballage PET est plus efficace sur la variation de la longueur et la largeur des fruits de la datte étudiée. En effet, après 2 mois de stockage à température ambiante, elle a conduit à une diminution de la longueur de -6% des échantillons NTE, NTNE et TNE avec des différences significatives. Par contre, il n'y a pas eu de différence significative entre l'échantillon TE et le témoin.

La combinaison thermisation-emballage a permis de stabiliser la perte de poids total des dattes étudiées. L'entreposage des dattes à (10°C) n'a pas changé la tendance à la perte de poids total et des pertes sont enregistrées au cours des différents mois de stockage en comparaison aux lots entreposés à température ambiante.

La thermisation seule ou combinée à l'emballage aussi bien à température ambiante qu'à (10°C) n'a pas modifié le rapport R de manière significative ($p>0,05$). Les lots emballés enregistrent les rapports R les plus stables permettant de maintenir une bonne qualité des dattes et un bon critère commercial.

La combinaison thermisation-emballage a montré une diminution tout aussi non significative ($p>0,05$) pour les lots thermisés-emballés stockés que ce soit à température ambiante ou à (10°C).

L'emballage semble avoir un effet positif sur l'acidité notamment dans les lots stockés à (10°C). Cette combinaison semble exercer un effet meilleur sur la préservation de l'acidité de la datte permettant ainsi de conserver la saveur agréable de la Deglet Nour. L'emballage des dattes a montré un effet remarquable dans la limitation de l'infestation des stocks de dattes, même non thermisés et ce aussi bien à température ambiante qu'à (10°C).

L'association thermisation-emballage a montré une diminution significative de la teneur en eau pour l'ensemble des lots testés aussi bien à température ambiante ou à

(10°C). L'emballage en film PET seul reste le meilleur mode de conservation contre le dessèchement de la datte en préservant la consistance demi-molle de la datte Deglet Nour.

L'emballage des lots de dattes non thermisées en films en PET avant leur entreposage a permis de ralentir considérablement la diminution des sucres totaux tout au long du stockage aussi bien à température ambiante que basse et cet effet stabilisant était non significatif ($p>0,05$). Sur les sucres réducteurs, la thermisation associée à l'emballage permet de stabiliser considérablement les teneurs de ces sucres à des niveaux proches de ceux de la Deglet fraîche en dépit du stockage que ce soit à température ambiante qu'à (10°C). Le rapport de qualité (r) a considérablement diminué au cours du stockage et de manière plus prononcée à température ambiante qu'à (10°C). La combinaison thermisation-emballage par contre montre une bonne stabilisation des taux d'inversion tout au long du stockage particulièrement à température base.

La thermisation a induit une diminution significative de la teneur en vitamine C des lots thermisés par rapport à la datte témoin non thermisée. Dans ces lots thermisés, la tendance à la baisse se poursuit à des niveaux moyens inférieurs à ceux des lots témoins non thermisés.

Les lots emballés thermisés ou non thermisés sont plus intéressants du point de vue teneur en protéines et que ces derniers sont également riches en protéines par rapport aux autres lots des dattes non emballées.

L'emballage a provoqué une diminution des lipides remarquable dès le premier mois de stockage des lots de dattes thermisées et emballées à température ambiante et à (10°C).

La charge microbienne des FAMT du lot des échantillons de dattes non emballées thermisées ou non stockées à (10°C) étant nettement plus grande que les autres échantillons de dattes emballées, cette augmentation est toujours non significative ($p>0,05$).

L'augmentation du taux de levures a été remarquablement dans les dattes non thermisées emballées au 2^{ème} mois et au 5^{ème} mois de stockage ($7,5 \times 10^4$ UFC/ml) et dans les dattes thermisées emballées au 4^{ème} de stockage à température ambiante ($5,80 \times 10^4$ UFC/ml), ces échantillons ont connus une stabilité meilleure durant le stockage à (10°C).

Une variation importante du taux de moisissures à (10°C), a été observée essentiellement dans les dattes non thermisées emballées et non emballées, avec une augmentation non significative au 3^{ème} de stockage $2,00 \times 10^4$ et $1,50 \times 10^4$ UFC/ml

respectivement. Un nombre élevé ($5,5 \times 10^4$ UFC/ml) de moisissures a été détecté dans les dattes non thermisées emballées et non emballées à température ambiante. Les autres échantillons de dattes stockées à température ambiante ont connus une stabilité durant la période de stockage

L'application de la combinaison thermisation-emballage à (10°C) a permis une diminution non significative ($p > 0,05$) et une élimination plus rapide des microorganismes ce qui affirme l'efficacité du mode de conservation utilisé.

Il ressort de l'analyse sensorielle, la très bonne appréciation est attribuée aux échantillons de dattes thermisées emballées et non emballées à température ambiante et à (10°C).

La comparaison entre les deux seuils de l'étude de rentabilité économique obtenus, que les dattes emballées non thermisées en donnant un nombre de boites (PET) à produire le moins important (seuil de rentabilité le plus bas) sur le graphe est de loin le plus lucratif.

CONCLUSION GENERALE

Nous avons montré que la période de récolte qui se situe au stade Tamar est un facteur important, car la datte est un fruit non climactérique. Pour réduire l'hétérogénéité des lots de fruits utilisés dans nos études, nous avons eu recours à un contrôle du taux de maturité. Au niveau industriel, une maturation artificielle, qui reste à étudier (apport de chaleur, humidification etc..), serait judicieuse pour accroître l'homogénéité des fruits.

Certains constituants biochimiques (acides aminés, acides organiques, sucres,...), ont été étudiés. En particulier, nous avons comparé les effets d'une désinfestation par thermisation ou par utilisation d'un traitement combiné thermisation-emballage MAP (PET). L'objectif principal de l'étude que nous avons menée était en effet de montrer la faisabilité et les avantages de cette alternative technologique. En effet, cette étude a mis le point sur les avantages et les inconvénients de l'introduction de la technique MAP dans l'emballage des dattes qui permet d'améliorer sa commercialisation en Algérie.

Cette étude nous a conduit à penser à l'utilisation des emballages MAP qui restent inapplicable en Algérie, malgré ses vertus technologiques qu'on vient de montrer dans notre étude et qui le classe parmi les emballages ayant une grande importance dans l'industrie alimentaire liée à sa capacité de prolonger et améliorer la durée de vie des dattes étudiées, qui répondent à tout moment aux attentes du consommateur en termes de qualité et de cohérence de la marque ainsi que de fraîcheur et de disponibilité de stock.

L'étude de la qualité des dattes étudiées sur la base des analyses physicochimiques, nutritionnelle et microbiologique a permis de vérifier la stabilité des paramètres de qualité tout au long la durée de stockage, lié à l'ajout de l'emballage sous atmosphère modifiée, de plus grâce à cette analyse on a pu détecter les avantages et les inconvénients de cette technique utilisée.

Pour compléter notre étude nous avons jugé nécessaire d'effectuer une analyse sensorielle qui a révélé l'aptitude des dégustateurs à classer les échantillons de dattes étudiées, ce résultat affirme les données bibliographiques qui relient les caractéristiques de dattes à sa richesse en sucres.

Pour mieux valoriser les dattes emballées sous MAP on a vu nécessaire de compléter notre étude par une analyse économique qui a mis l'accent sur la rentabilité qu'a provoqué l'utilisation de cette technique dans l'emballage des dattes. Cette

confirmation peut encourager les industriels à opter pour l'introduction des MAP dans l'emballage des dattes ;

- Pour une meilleure valorisation il faut opter pour utiliser de l'emballage MAP et CAP dans le conditionnement des dattes en Algérie.
- Opter pour d'autres techniques de l'emballage MAP et CAP en utilisant le mode de la 2^{ème} technique par voie active.
- Effectuer une approche socio-économique qui vise à la sensibilisation des agriculteurs ainsi que les industriels envers les vertus technologiques et économiques des emballages MAP et CAP afin qu'ils organisent la filière des dattes en Algérie.
- Etude d'effets de l'emballage MAP et CAP sur l'activité antioxydante et enzymatique des dattes après la récolte et durant le stockage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ashraf, Z., and Hamidi-Esfahani, Z. (2011). Date and Date Processing: A Review. *Food Reviews International* 27, 101-133.
2. Yahia, E. M., and Kader, A. A. (2011). Date (*Phoenix dactylifera* L.). In "Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits." (E. M. Yahia, ed.), Vol. Volume 3: cocona to mango, pp. 41-79. Woodhead Publishing Series in Food Science, Mexico.
3. Anonyme (2015). Filère dattes: En attendant la labellisation. In "Le Soir d'Algérie", Vol. 074, pp. 6, Sidi M'Hamed, Alger.
4. Chebbi, H. E., and Gil, J. M. (2002). Position compétitive des exportations tunisiennes de dattes sur le marché européen: une analyse shift-share. *A Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment* 1, 40-47.
5. Mohsen, A. E. M. (2012). Nonchemical Methyl Bromide Alternatives in Dates' Processing Sector. In "Dates: production, processing, food, and medicinal values" (A. Manickavasagan, M. Mohamed Essa and E. Sukumar, eds.), pp. 227-253. CRC Press, Boca Raton.
6. Giorni, P., Battilani, P., Pietri, A., and Magan, N. (2008). Effect of aw and CO₂ level on *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production in high moisture maize postharvest. *International Journal of Food Microbiology* 122, 109-113.
7. Taniwaki, M. H., Hocking, A. D., Pitt, J. I., and Fleet, G. H. (2010). Growth and mycotoxin production by fungi in atmospheres containing 80% carbon dioxide and 20% oxygen. *International Journal of Food Microbiology* 143, 218-225.
8. Sayed Ali M., Nakano K. and Maezawa S. (2004). *Postharvest Biol. and Techn*, 34, pp: 113-116.
9. Sidhu, J. S., Date fruits production and processing. In "Handbook of fruits and fruit processing" (Y. H. Hui, ed.), Blackwell Publishing, Ames, (2006), 391p.
10. Belbahi., (2015). Étude et modélisation d'un traitement thermique suivi d'un conditionnement (température, aw et CO₂) pour la maîtrise de la flore fongique d'altération des dattes à humidité intermédiaire. Thèse de doctorat préparée au sein de l'École supérieure des sciences des procédés - Sciences de l'alimentation et de l'Unité de recherche UMR-Qualisud, Cirad Montpellier, 27p.
11. Afshari-Jouybari, H., Farahnaky, A., and Moosavi-Nasab, S. (2013). The Use of Acetic Acid, Sodium Chloride Solutions, and Incubation to Accelerate the Ripening of 'Mazafati' Date. *International Journal of Fruit Science* 14, 95-106.
12. Farahnaky, A., and Afshari-Jouybari, H. (2011). Physicochemical changes in Mazafati date fruits incubated in hot acetic acid for accelerated ripening to prevent diseases and decay. *Scientia Horticulturae* 127, 313-317.
13. Kader, A. A., and Hussein, A. M. (2009). Harvesting and postharvest handling of dates. In "Project on the Development of Sustainable Date Palm Production Systems in the GCC countries of the Arabian Peninsula" (ICARDA, ed.), pp. 15, Aleppo, Syria.
14. Baliga, M. S., Baliga, B. R. V., Kandathil, S. M., Bhat, H. P., and Vayalil, P. K. (2011). A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International* 44, 1812-1822.
15. Saafi, E. B., El Arem, A., Issaoui, M., Hammami, M., and Achour, L. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of four date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit varieties grown in Tunisia. *International Journal of Food Science & Technology* 44, 2314-2319.
16. Ait-Oubahou, A., and Yahia, E. (1999). Postharvest handling of dates. *Postharvest News and Information* 10, 67N-74N.
17. Zaid, A., and Arias Jiménez, E. (1999). Date palm cultivation. In "FAO Plant Production and Protection Paper", Vol. 156-Rev. 1, pp. 309. FAO, Rome.
18. Al-Farsi, M. A., and Lee, C. Y. (2008). Nutritional and Functional Properties of Dates: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48, 877-887.

19. Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N.-E., and Attia, H. (2008). Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. *Food Chemistry* 111, 676-682.
20. Ahmed, J., Almusallam, A., and Al-Hooti, S. N. (2013). Isolation and characterization of insoluble date (*Phoenix dactylifera* L.) fibers. *LWT - Food Science and Technology* 50, 414-419.
21. Besbes, S., Drira, L., Blecker, C., Deroanne, C., and Attia, H. (2009). Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): Compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food Chemistry* 112, 406-411.
22. Biglari, F., AlKarkhi, A. F. M., and Easa, A. M. (2009). Cluster analysis of antioxidant compounds in dates (*Phoenix dactylifera*): Effect of long-term cold storage. *Food Chemistry* 112, 998-1001.
23. Achour, M., and Bagga, N. (2005). Effet des conditions d'entreposage sur la dégradation de la couleur des dattes tunisiennes de type Deglet Nour. *Fruits* 60, 41-46.
24. Hazbavi, E., Khoshtaghaza, M. H., Mostaan, A., and Banakar, A. (2013). Effect of storage duration on some physical properties of date palm (cv. Stamaran). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 14, 140-146.
25. Ben-Lalli, A. (2010). Étude et modélisation de la désinfestation de la datte : analyse du couplage entre transferts thermiques et mortalité des insectes. Thèse de doctorat, Université des sciences et techniques de Montpellier 2., Montpellier, France.
26. Idder, M. A., Idder-Ighili, H., Saggou, H., and Pintureau, B. (2009). Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) sur différentes variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera* (L.). *Cahiers Agricultures* 18, 63-71.
27. Yahiaoui K., (1999). Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger ,103 p.
28. Bourgeois C. (2003). Les vitamines dans l'industrie agroalimentaires. Ed. Tcha et Doc Lavoisier, Paris :PP 126-136.
29. Messar E. M., (1996). Le secteur phoénicicole algérien : situation et perspectives à l'horizon 2010. Options méditerranéens. Série A numéro 28. Ed., Ciheam. Montpellier-France, pp 23-44
30. Jarrah A. Z., Benjamin N. D., (1982). Activity of polyphenoloxidase and pectin esterase during different stages of growth and développement. *Date Palm. Journal.* vol 1, n°2.
31. Jarrah A. Z., Benjamin N. D., (1982). Activity of polyphenoloxidase and pectin esterase during different stages of growth and développement. *Date Palm. Journal.* vol 1, n°2.
32. Matallah M.A.A., (2004). Contribution à l'étude de la conservation des dattes variété Deglet Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur agronome. Institut National d'Agronomie. El-Harrach, 79 p.
33. Al-azawi, (1984).The effect of high temperatures on the dried fruit beetle *Carpophilus hemprus* L. pest stored dates in Iraq. *Date palm, j.3, vol. 1, Pp 327-336.*
34. Ferry M., Bouguedoura N., El Hadrami I., (1998). Patrimoine génétique et techniques de propagation in vitro pour le développement de la culture de palmier dattier. *Cahiers sécheresse* N°2. PP.139-146.
35. Alain B., et al, (2007). Alimentation, sécurité et contrôle microbiologique.203p.
36. Frenot M., Vierling E., (2001). Biochimie des aliments diététique du sujet bien portant. 2éme Edition. Biosciences et techniques, DOIN, Aquitaine, 301p.
37. Tirilly Y. et Bourgeois C.L. (1999). Technologie des légumes.Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. pp 216-293.
38. Albagnac G.,Varoquaux P. et Montigaud J.C., (2002). Technologie de transformation des fruits. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 498p.
39. Mayer A.A. and Harel E. (1991). Phenoloxidases and their significance in fruits and vegetables. *Food Enzymology*, Edited by P.F. Fox (Elsevier Publisher), pp: 373-397.
40. Mayer A.M. and Harel E.H. (1979). Polyphenol oxidase in plants. *Phytochemistry* 18, pp:193-215.
41. Chavéron H., (1999). Introduction à la toxicologie nutritionnelle. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. pp 149-175.

42. Hasegawa S. and Maier V.P. (1980). Polyphenol oxidase of dates. *J. Agric. Food Chem.* 28, pp: 891-893.
43. Benjamin N.D.; Tonelli Peres K.C.; Ali M.N. and Al-Drobi N.A. (1979). Date polyphenoloxidase: partial purification and characterization. *Technical Bulletin, Palm and Date Palm Research Center.* 9, pp : 1-25.
44. Mutlak H.H and Mann J. (1984). Darkening of dates: Control by microwave heating. *Date Palm J.* 3 (1), pp: 303-316.
45. Cheftel J.C. et Cheftel H., (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Volume 1-Tome I. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 381p.
46. Ben Sayah F., (2014). Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptique dans la région des Zibans (Cas des dattes -variété Deglet Nour).Mémoire de Magister. Université Kasdi Merbah-Ouargla, 34 p.
47. Cheftel J.C., Cheftel H. et Besançon P., (1979). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Volume 1 et 2. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 419p.
48. Bouras A.D., (1994). Biochimie alimentaire .Office des publications universitaires. Alger, pp 77-89.
49. Mohammed et Nezam deldin, (1985). A study on browning reaction in the major stages maturity of Zahidi date. *Dep. Date and palm. Agric. Water. Reso. Res. Cent. Sci. Res.Council, Baghdad,* P 13.
50. Kader, Awad, M.H., (2009). Harvesting and postharvest handling of dates. *ICARDA, Aleppo, Syria* 4, 15.
51. Yahia, E.M., Lobo, M.G., kader, A.A., (2014). Harvesting and Postharvest Technology of Dates, In: Siddiq, M., Aleid, S.M., Kader, A.A. (Eds.), *Dates: Postharvest science, processing technology and health benefits.* John Wiley & Sons Ltd, pp. 105-135.
52. Atia, M., (2011). Efficiency of physical treatments and essential oils in controlling fungi associated with some stored date palm fruits. *Aust J Basic Appl Sci* 5, 1572–1580.
53. Al-Bulushi, I.M., Bani-Uraba, M.S., Guizani, N.S., Al-Khusaibi, M.K., Al-Sadi, A.M., (2017). Illumina MiSeq sequencing analysis of fungal diversity in stored dates. *BMC microbiology* 17, 72.
54. Al-Mutarrافی, M., Elsharawy, N.T., Al-Ayafi, A., Almatrafi, A., Abdelkader, H., (2019). Molecular identification of some fungi associated with soft dates (*Phoenix dactylifera* L.) in Saudi Arabia. *Advancement in Medicinal Plant Research* 7, 97– 106.
55. Al Ghamdi, F.L., Bokhari, F.M., Aly, M.M., (2019). Toxigenic fungi associated with dried Fruits and fruit-based products collected from Jeddah province. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences* 14, 10–20.
56. Nasser, L., (2017). Fungal Contamination and Invertase Activity in Dates and Date Products in Saudi Arabia. *American Journal of Food Technology* 12, 295–300.
57. Palou, L., Rosales, R., Taberner, V., Vilella-Espla, J., (2016). Incidence and etiology of postharvest diseases of fresh fruit of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in the grove of Elx (Spain). *Phytopathologia Mediterranea*, 391–400.
58. Quaglia, M., Santinelli, M., Sulyok, M., Onofri, A., Covarelli, L., Beccari, G., (2020). Aspergillus, Penicillium and Cladosporium species associated with dried date fruits collected in the Perugia (Umbria, Central Italy) market. *International journal of food microbiology* 322, 108585.
59. Colman, S., Spencer, T., Ghamba, P., Colman, E., (2012). Isolation and identification of fungal species from dried date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits sold in Maiduguri metropolis. *African Journal of Biotechnology* 11, 12063–12066.
60. Al-Sheikh, H. (2009). Date-palm fruit spoilage and seed-borne fungi of Saudi Arabia. *Research Journal of Microbiology* 4, 208-213.
61. Patriarca, A., Azcarate, M. P., Terminiello, L., and Fernández Pinto, V. (2007). Mycotoxin production by *Alternaria* strains isolated from Argentinean wheat. *International Journal of Food Microbiology* 119, 219-222.

62. Schrader, T. J., Cherry, W., Soper, K., and Langlois, I. (2006). Further examination of the effects of nitrosylation on *Alternaria alternata* mycotoxin mutagenicity in vitro. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 606, 61-71.
63. Shenasi, M., Aidoo, K. E., and Candlish, A. A. G. (2002a). Microflora of date fruits and production of aflatoxins at various stages of maturation. *International Journal of Food Microbiology* 79, 113-119.
64. Lallouche, A., Kolodyaznaya, V., Boulkrane, M.S., Baranenko, D., (2017). Low Temperature Refrigeration as an Alternative Anti-Pest Treatment of Dates. *Environmental & Climate Technologies* 20.
65. Ramirez, M. L., Chulze, S., and Magan, N. (2006). Temperature and water activity effects on growth and temporal deoxynivalenol production by two Argentinean strains of *Fusarium graminearum* on irradiated wheat grain. *International Journal of Food Microbiology* 106, 291-296.
66. Rouhani I. and Bassiri A. (1977). Effect of ethephon on ripening and physiology of date fruits at different stages of maturity. *J Hort. Sci.* 52, pp: 289-297.
67. Taniwaki, M. H., Hocking, A. D., Pitt, J. I., and Fleet, G. H. (2009). Growth and mycotoxin production by food spoilage fungi under high carbon dioxide and low oxygen atmospheres. *International Journal of Food Microbiology* 132, 100-108.
68. Taniwaki, M. H. (1995). Growth and mycotoxin production by fungi under modified atmospheres. Ph.D. Thesis, University of New South Wales, Kensington.
69. Baloch, M. K., Saleem, S. A., Baloch, A. K., and Baloch, W. A. (2006). Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. *LWT - Food Science and Technology* 39, 671-676.
70. El-Rayes, D. (2009). Effect of Carbon Dioxide-Enriched Atmosphere during Cold Storage on Limiting Antioxidant Losses and Maintaining Quality of 'Barhy' Date Fruits. *King Abdulaziz Univ. Meteorol. Environ. Arid Land Agric. Sci* 20, 3-22.
71. Khali, M., Selselet-Attou, G., and Guetarni, D. (2007). Influence de La thermisation et d'un emballage pour atmosphères modifiées sur la composition chimique de la datte *Deglet-Nour* au cours du stockage au froid. *Sci. Technol.*, C-26, 9-16.
72. Navarro, S., Donahaye, J., Rindner, M., and Azrieli, A. (2001). Storage of dates under carbon dioxide atmosphere for quality preservation. In "Proc. Int. Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products", pp. 231-239. Executive Printing Services, Clovis, CA, U.S.A.
73. Barth, M., Hankinson, T., Zhuang, H., and Breidt, F. (2010). Microbiological Spoilage of Fruits and Vegetables. In "Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages" (W. H. Sperber and M. P. Doyle, eds.), pp. 135-183. Springer New York.
74. Babic, I., Hilbert, G., Nguyen-The, C., and Guiraud, J. (1992). The yeast flora of stored ready-to-use carrots and their role in spoilage. *International Journal of Food Science & Technology* 27, 473-484.
75. Glasner, B., Botes, A., Zaid, A., and Emmens, J. (1999). Date harvesting, packing house management, and marketing aspects. In "Date palm cultivation" (A. Zaid and E. J. Arias, eds.), Vol. FAO Plant Production and Protection Paper, No. 156, pp. 177-198. FAO, Rome, Italy.
76. Hamad, S. H. (2008). Microbial Spoilage of Date Rutab Collected from the Markets of Al-Hofuf City in the Kingdom of Saudi Arabia. *Journal of Food Protection* 71, 1406-1411.
77. Dehghan-Shoar, Z., Hamidi-Esfahani, Z., and Abbasi, S. (2010). Effect of temperature and modified atmosphere on quality preservation of sayer date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Food Processing and Preservation* 34, 323-334.
78. Achour, M., Ben Amara, S., Ben Salem, N., Jebali, A., and Hamdi, M. (2003). Effet de différents conditionnements sous vide ou sous atmosphère modifiée sur la conservation de dattes *Deglet Nour* en Tunisie. *Fruits* 58, 205-212.
79. Yahia EM. (2004). Date. In: Gross K, Wang CY Saltveit M, editors. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Crops. Agriculture Handbook* 66. Beltsville, MD: USDA. 3p.
80. Barrevelde W.H., (1993). Date Palm Products. FAO. Agricultural Bulletin, n°101. 216p.
81. Hussain AA. (1974). Date palms and dates with their pests in Iraq. Ministry of Higher education and scientific research, University of Baghdad, Baghdad, Iraq.

82. Sawaya WN, Khatchadourian HA, Khalil JK, Safi WM, Shalha TA. (1982). Growth and compositional changes during the various development stages of some Saudi Arabian date cultivars. *J Food Sci* 47: 1489–92.
83. M. Reyne. (1991). *Les plastiques: polymères, transformations et applications*. Hermes, Paris.
84. Rosen, J.C. and Kader. A.A. (1989). Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *J. Food Sci.* 54 (3):656-659.
85. Aguayo, E., Escalona, V. and Artès, F. (2004). Quality of fresh-cut tomato as affected by type of cut, packaging, temperature and storage time. *European Food Research and Technology*, 219, 492-499.
86. Palmer-Wright, K. and Kader, A.A. (1997). Effect of controlled atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. *Postharvest Biology and Technology*, 10, 89-97.
87. Navarro S. (2006). Postharvest treatment of dates. *Stewart Postharvest Rev* 2: 1–10.
88. Al-Azab AM. (2007). Alternative approaches to methyl bromide for controlling *Ephesia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). MSc Thesis, Arid Land Agriculture Department. King Faisal University, Alahsa, Saudi Arabia. pp 1–23.
89. El-Mohandes, M. (2009). Modified atmospheres and/or phosphine fumigation for controlling postharvest dates pests. Report, regional experts group meeting on applications of methyl bromide alternatives in dates sector. United Nations Environment Program, Regional Office for West Asia. 13–16 December, Al-Khobar, Saudi Arabia. pp 18–9.
90. Elhadi M. Yahia, Maria Gloria Lobo, and Adel A. Kader. (2014). Harvesting and Postharvest Technology of Dates. Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits, Edited by Muhammad Siddiq, edition wiley Blackwell, 120 p.
91. Paull RE, Armstrong JW (editors). (1994). *Insect Pests and Fresh Horticultural Products: Treatments and Responses*. Wallingford, UK: CAB Intl. 368p.
92. Yahia EM. (1998). Modified and controlled atmospheres for tropical fruits. *Hort Rev* 22: 123–83.
93. Ahmed MSH, Al-Hakkak ZS, Ali SR, Kadhum AA, Hassan IA, Al-Maliky SK, Hameed AA. (1982). Disinfestation of commercially packed dates, Zahdi variety, by ionizing radiation. *Date Palm J* 1: 249–73.
94. Jacobi, K.K., MacRae, E.A., Hetherington, S.E. (2001). Postharvest heat disinfection treatments of mango fruit. *Scientia Horticulturae*, 89 (3), 171-193.
95. Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments of horticultural crops. *Horticultural Reviews*, 22, 91–121.
- Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology*, 14, 257-269.
96. Jacobsson A., Nielsen T., Sjöholm I. and Wendin K. (2004). Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. *Food Quality and preference*, 15, pp: 301-310.
97. Wang S., Yin X., Tang J. and Hansen J.D. (2004). Thermal resistance of different life stages of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Stored Products Research*, 40, pp : 565-574.
98. Al Taweel A.A., Ahmed M.S., Naher F.H., Kelewi S.A. and Nasser M.J. (1997). Effect of pupal exposure to various temperatures on certain biological parameters of *Ephesia cautella*. *Iraqi Agric.J.*2:98-107.
99. Wang S, Tang J, Cavalieri RP. (2001a). Modeling fruit internal heating rates for hot air and hot water treatments. *Postharv Biol Technol* 22: 257–70.
100. Klein, J.D. (1989). Ethylene biosynthesis in heat treated apples. In: Clijsters, H., de Proft, M., Marcelle, R., van Pouche, M. (Eds.). *Biochemical and Physiological Aspects of Ethylene Production in Lower and Higher Plants*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, 184-259.
101. Yu, Y.B., Adams, D.O., Yang, S.F. (1980). Inhibition of ethylene production by 2,4 dinitrophenol and high temperature. *Plant Physiol*, 66, 286-290.
102. Paull, R. E. Jung Chen, N. (2000). Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 21, 21-37.
103. Lurie, S., and Sabehat, A. (1997). Prestorage temperature manipulations to reduce chilling injury in tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 11, 57-62.
104. Eaks, I.L. (1978). Ripening, respiration and ethylene production of ‘Hass’ avocado fruits at 20°C to 40°C. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 103, 576-578.

105. Klein, J.D. and Lurie, S. (1990). Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115, 255-259.
106. Lurie, S., Klein, J.D. (1991). Acquisition of low temperature tolerance in tomatoes by exposure to high temperature stress. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 116, 1007-1012.
107. Inaba, M. and Chachin, K. (1989). Electrolyte leakage as an indicator of high temperature injury to harvest mature green tomatoes. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 113, 96-99.
108. Rafaeli A, Kostukovsky M, Carmeli D. (2006). Successful disinfections of sap-beetle contaminations from organically grown dates using heat treatment: A case study. *Phytoparasitica* 34: 204-12.
109. Hussein F, Souial GF, Khalifa AS, Gaefar SI, Mousa IA. 1989. Nutritional value of some Egyptian soft date cultivars (protein and amino acids), Proc Second Symp Date Palm, Alahsa, Saudi Arabia, 3-6 March 1986.
110. Fallik E., (2004). Review. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology*, 32, 125-134.
111. Gowen A.A., Abu-Ghannam N., Frias J., Oliveira J., (2008). Modeling dehydration and rehydration of cooked soybeans subjected to combined microwave-hot-air drying. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*; 9 : 129-137.
112. Bonazzi C., Bimbenet I. I., (2008). Séchage des produits alimentaires- matériels et applications. in techniques de l'ingénieur. Traiter agroalimentaire F3, Ed TI., paris, France. 3002
113. Zaid A.E.O., DE Wet P.F., Djerbi M. and Oihabi A., (2002). Chapter XII: Diseases and pests of date palm, in Date Palm Cultivation. FAO plant production and protection paper 156, rev.1. Edited and compiled by : A.E.O. ZAID, Coordinated by : E.J. ARIAS-JIMENEZ. 291p.
114. Khali, M. (2008). Effects of simple and combined treatments on the biology and biochemistry of the date being conserved; Ph.D. thesis in Food Science and Nutrition, Higher National Agronomic School, El Harrach, Algiers, Algeria, 5p.
115. Acourene S., Tama M., (1997). Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. Recherche Agronomique, N° 1. Ed. INRAA, pp 59-66.
116. Munier P. (1973). La date. In : Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris.
117. Rodier, J. (1992). Analyse de l'eau naturelle. Eaux résiduelles. Eau de mer. Tome 1. Ed. Dunod, 7ème Ed., Paris : 23 - 47.S
118. AOAC., (1985). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Ed Washington DC, 15th Edn.
119. Reynes M., Bouabidi H., Piombo G. and Risterucci A.M. (1994). Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans une région du Djérid Tunisie. *Fruits*, Vol. 49(4), pp : 289-298.
120. Reynes M., (1997). Influence d'une technique de désinfection par micro-ondes sur les critères de qualité physico-chimiques et biochimiques de la datte. Thèse de doctorat d'institut national polytechnique de Lorraine. 182p.
121. Belarbi Abla. (2001). Stabilisation par séchage et qualité de la datte Deglet Nour. Thèse de Doctorat de l'ENSIA, Massy.
122. Audigié C.L., Figarella J. et Zonszain F., (1984). Manipulations d'analyses biochimiques. Ed Doin éditeurs, Paris, 3ème tirage. pp 88-97.
123. AFNOR. (1977a). Dosage de l'azote en vue du calcul de la teneur en protéines brutes. NF V 18-100. Association Française de Normalisation, Paris-La Défense. 4 p. 7.
- AFNOR. (1977b). Dosage des cendres brutes. NF V 18-101. Association Française de Normalisation, Paris-La Défense. 2p.
124. Institut technique des céréales et des fourrages., (2001). contrôle de la qualité des céréales et protéagineux guide pratique, pp 211.
125. NF EN ISO 734-1., Décembre (2000). Afnor., (1988). Recueil de normes françaises des Corps gras, oléagineuses. Ed, AFNOR .
126. Loschner J., Kroh L. and Yogel J. (1990). Ascorbic acid, ascorbonyl component of non enzymatic browning reactions. *Z. Leben untners. Forsh.*, 191, pp: 302-305.
127. Jeantet, R., T. Croguennec, et al. (2008). Sciences des Aliments 1- Stabilisation biologique et physico-chimique. Tec & Doc (Editions).

128. Leyral Guy, et Vierling Elisabeth. (2007). Microbiologie et toxicologie des aliments, Hygiène et sécurité alimentaires, Sciences des aliments, 4e édition. Rueil-Malmaison Bordeaux: Doin éditeurs ScérÉn-CRDP Aquitaine. Print.
129. Bourgeois C. F. (2003). Utilisation technologique des vitamines comme antioxygènes. In : Bourgeois C. F. Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Collection Sciences et techniques agroalimentaires. Tec & Doc, Paris, 411-417.
130. Guiraud J.P. et Rosec J.P. (2004). Pratiques des normes en microbiologie alimentaire. AFNOR. 300 p.
131. Lightfoot N.F. et Maier E.A. (2002). Analyse microbiologique des aliments et de l'eau. GB science publisher, 78 p.
132. Awad, M-A. (2006). Water Spray as a potential thinning agent for date palm flowers (*Phoenix Dactylifera* L.) c.v."Lulu". *Scientia Horticulturæ*, vol. 111, pp. 44-48.
133. B.M. Watts, G.L. Ylimaki, L.E. Jeffery, L.G. Elias. (1991). Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Ottawa, Ont., CRDI. 67-74p.
134. Clement B., (2004). Initiation à Statistica version 6 française. Copyright Génistat Conseils Inc., Montréal, 68 p.
135. Pavlinov J.A.I., (2000). The contribution to craniometric variation and taxonomy of jirds from the group "Shawi-grandis" of the genus *Meriones* (Gerbillidae). *Bull. Moscou Soc. natur.*, 79, p.p. 201 – 209.
136. Nour G.M., Khalifa A.S., Hussein A.A.M. & Moustafa A.A., (1986). Studies on the evaluation of fruit characteristics on nine dry date palm cultivars grown at Aswan. *Proc. 2nd. sym. On the date palm. Saudi Arabia.* 163-170.
137. Ismail M.M, AL-Dirbak B.A. & AL-Ogaili F., (1986). Morphological and chemical properties of date palm cultivars grown in Tripoli. *Proc. 2nd Sym. On date palm. Saudi Arabia.* 305-310.
138. Acourene S., Djafri K., Benchabane A., Tama M. and Taleb B., (2013). Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria, *Annual Research & Review in Biology.* 4 (3): 487-499.
139. El Arem A., Flamini G.E., Saafi B., Issaoui M., Zayene N., Ali F., Mohamed H., Helal A.N. & Achour L., (2011). Chemical and aroma volatile compositions of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits at three maturation stages. *Food Chem.* 127:1744–1754.
140. Acourene S., Buelguedj M., Tama M. & Taleb B., (2001). Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. *Revue Recherche Agronomique.* Ed. INRA. 8: 19-39.
141. Abdel Moneim E., Sulieman I., Itimad A., Abd Elhafise., Awad M., Abdelrahim (2012). Comparative Study on Five Sudanese Date (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit Cultivars. *Food and Nutrition Science.* 3: 1245-1251.
142. Meligi M. A., 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. 212-220.
143. Khenfar B., (2004). Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la région de droh (Wilaya de Biskra). Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 87 p.
144. Acourene S., Tama M., (1997). Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, N° 1. Ed. INRAA, pp 59-66.
145. Reynes M., Lebrun M., et Shaw P. (1996). Identification of volatils components and use of multivariate analysis to distinguish date varieties. *J.Food Quality*, Vol. 19, pp. 505-514.
146. Messaid H., (2007). Optimisation du processus D'immersion- Réhydratation du système dattes sèches-jus d'Orange. Mémoire du diplôme de Magister. Université M'Hamed BOUGUERA-Boumerdes. 96p.
147. Mohammed S., Shabana H.R., and Mawlod K.A. (1983). Evaluation and identification of Iraqi date cultivars: Fruits characteristics of fifty cultivars. *Date Palm J.*, Vol. 21(1), pp: 27-55.
148. Meligi M. A., 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. 212-220.

149. Giddey, C. (1982). Les produits à humidité intermédiaire. Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. APRIA, 21-28.
150. Gatel, R. (1982). L'aliment à humidité intermédiaire concept fondamental et fiction scientifique, APRIA, 39-50.
151. Brissonnet, F., Bouix, M., Loiseau, G., Russel, A., Leveau, Y. (1994). Le stress bactérien et ses conséquences en génie de l'hygiène IAA n°3, 106-114.
152. Adamou A. (2006). Contribution à l'étude de l'avifaune de la région de Ouargla, phénologie de la reproduction de l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*) dans le chott Ain El Beida. Mémoire magistère. Agr. Univ. KASDI MERBAH Ouargla. Pp 1-35.
153. Rastegar S., Rahemi M., Baghizadeh A., Gholami M., (2012). Enzyme activity and biochemical changes of three date palm cultivars with different softening pattern during ripening. Food Chem. 134: 1279–1286.
154. Ben Ismail H.D., Jendoubi N., Kodia A., Ben Hassine D. & Ben Slama M., (2013). Sensory profile of principal Tunisian dates' cultivars. Emir. J. Food Agric. 25(5): 331- 341.
155. Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S., Hafiz N.E., Ahmed E.Y., (2002). Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Dibis). Egyptian Journal of Food Science. 30: 179–203.
156. Tafti G.A., 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: 28–32.
157. Bourgeois C. F., (2003). Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Collection Sciences et techniques agroalimentaires. Tec & Doc, Paris, pp 411-417.
158. Khatchadourian W.N., (1987). Processing date varieties into pickles", Int. J. Food Science and Technology, Vol. 2, pp: 243-247.
159. Maier V.P. and Schiller F.H. (1961). Studies on domestic dates. II-Some chemical changes associated with deterioration of dates. J. Food Sci. 26(3), pp : 529-533.
160. Ben Salah M., Hellali R., (2003). Phenopomologic description of 15 Tunisian cultivars of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Bulletin of the Phytogetic Resources PGRI.
161. Hamdi H., (1996). "Absorption de la vapeur d'eau par les dattes tunisiennes", Fruits, Vol.51, N°3, (1996), pp. 179-184
162. Chaira N., Ferchichi A., Mradet A., Sghairoun M., (2007). Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10(13): 2202-2207. ISSN. 1028-8880.
163. Ahmed A. I., Ahmed A. W. K. & Robinson R. K., (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chem.* 54:305–309.
164. Booji I, Piombo G, Risterucci AM, Coupm DT, Ferry M. (1992). Study of chemical composition of dates at various stages of maturity for the varietal characterization various cultivars of palm trees (*Phoenix dactylifera* L.). Fruits 47: 667–78.
165. Myhara. R.M., Taylor M.S., Smolinski B.A. and Al Bulushi I. (1998). Moisture sorption isotherms and chemical composition of omani dates. J. Food Engineering, 37, pp: 471-479.
166. Falade K.O. and Abbo E.S. (2007). Air drying rehydration characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruits. J. Food Engineering, 79, pp: 724-730.
167. Hussein A.S., Alhadrami G.A., (2003). Effect of Enzyme Supplementation and Diets Containing Date Pits on Growth and Feed Utilization of Broiler Chicks., Agricultural and Marine Sciences, 8(2):67-71.
168. Devshony S., Eteshola A. and Shani A. (1992). Caracterisation and some potential application of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seeds and seeds oil. JAOCS, 69, pp : 595-597.
169. Abdul A et Allaith A. (2008). Antioxidant activity of Bahraini date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit of various cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(6):1033–1040.
170. Al Hooti S., Sidhu J.S. and Qabarzad H. (1998). Chemical composition of seeds date fruit cultivars of United Arab Emirates. Journal of Food Science and Technology, 35, pp: 44-46.
171. Chenost M., Grenet N., Morel d'Arleux F et Zwaenepoel., (1991). Synthèse sur les pailles de céréales. Comité des sous produits- RNED Bovins. P 49.

172. Chabaca R., Larwence A., Paynot M., Tisserand J.L., (2000). Effet de diverses conditions de traitement à l'ammoniac d'une paille de blé sur les teneurs en acide p-coumarique et férulique et sur la dégradabilité de l'azote mesurée « in situ ». *Annales de zootechnie*, 49: 29-38.
173. Arbouche F., Arbouche H.S., (2008). Pédicelles de dattes du sud est Algérien: effets du traitement à l'urée et du mode de stockage sur leur composition chimique et leur digestibilité. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article : 97.
174. Anonyme., (1999). Valeur alimentaire des grains. L'enseignement de bromatologie à l'école nationale vétérinaire de Lyon.
175. Kanner, J., Elmaleh, H., Reuveni, O., et Ben-Gera, I., (1978). Invertase (beta. fructofuranosidase) activity in three date cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(5), 1238-1240.
176. Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M. & Shahidi F., (2005). Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *J. Agric. Food Chem.* 53(19): 7586–7591. DOI: 10.1021/jf050578y.
177. Acourene S., Tama M., (1997). Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, N° 1. Ed. INRAA, pp 59-66.
178. Youssef, M.K.E., El-Geddawy, M.N. El-Rify et B.R. Ramadan., (1992). Study of amino acid, organic acid and free sugar composition of new valleydates and certain date products. *Acta Alimentaria*, 21, 3 p: 325-335.
179. Pérez A.G., Olías R., Espada J., Olías J.M., Sanz C., (1997). Rapad determination of sugar, nonvolatile acids, and ascorbic acid in strawberry and other fruits. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 45, pp 3545-3549.
180. Rodríguez M.A.R., Oderiz M.L.V., Hernandez J.L., Lozano J. S., (1992). Determination of vitamin C and organic acid in various fruits by HPLC. *Journal of Chromatographie Science*, 30, pp 433-437.
181. 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, pp 129-137.
182. Azelmat K., ElGarrouj D., Mouhib M. et Sayah F. (2006). Irradiation of 'Boufeggous' dates: Effects on chemical composition during storage. *Post harvest Biology and Technology*. Vol. 39 (2) : 217-222.
183. Boutaida N., (2004). Etude de la composition biochimique de la datte variété sèche " Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur agronome. Département d'agronomie. Batna, 30 p.
184. Sawaya W-N., Khalil J-K., Safi W-M., Al-Shalat A., (1983). Physical and chemical characterization of three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* 16(2): 87-93.
185. Mekki M.S., Al-Tai W.F. et Hamoudi Z.S. (1983). Industrialization of Dates and Development of New Products Comming of Date Pulp and Khalal Dates. *Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm"*, King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 520-532.
186. Khatab A.G.H., El-Tinaya h. et Nour A..A.M. (1983). The Chemical Composition of Some Date Palm Cultivars Grown in Sudan. *Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm"*, King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 706-710.
187. Reynes, M., Bouabidi H, et Rouissi M B., (1995). Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Fruit*, vol 49, n°4.
188. Bouabidi, H., Reynes, M., Rouissi, M. B., (1996). Critères de caractérisation des fruits de quelques cultivars de palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud Tunisien. *Ann. INRAT* 69, 73–87.
189. Cook J.A. and Furr J. (1952). Sugar in the fruit of soft, semidry and dry commercial date varieties. *Date Growers Inst. Rept.* 29, pp: 3-4.
190. Dowson V.W.H. et Aten B., (1963). Composition et maturation, récolte et conditionnement des dattes, collection F.A.O. Rome, p 397.
191. Sawaya W.N., Safi W.M., Khalil J.K. et Mashadi A.S. (1983). Physical Measurements, Proximate Analysis and Nutrient Elements Content of Twenty-five Date Cultivars Grown in Saudi Arabia at the Khalal (mature color) and Tamer (ripe) stages. *Actes du Colloque "The First*

- Symposium on The Date Palm", King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 454-467.
192. Lambiote B. (1981). Some aspects of the role of dates in human nutrition. Ed. Saudi Arabia, pp: 572- 573.
 193. Hasnaoui A., Elhoumaizi A., Asehraou A., Sindic M., Deroanne C., Hakkou A., (2010). Chemical Composition and Microbial Quality of Dates Grown in Figuig Oasis of Morocco. *Int. J. Agric. Biol.* 12 (1): 311-314.
 194. Al-Shahib W, Marshall RJ. (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *Int J Food Sci Nutr* 54: 247–59.
 195. Sawaya W-N., Khalil J-K., Safi W-M., Al-Shalat A., (1983). Physical and chemical characterization of three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* 16(2): 87-93.
 196. Al Hooti S.N., Sidhu J.S. and Qabarzad H. (1997). Physicochemical characteristics of five date cultivars grown in United Arab Emirates. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50, pp: 101-113.
 197. Al-Maiman S.A et Amed D., (2002). Changes in physical and chemical propriete during pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit maturation. *Food.Chem.* 76: 437-441.
 198. Grizotto R. K., Bruns R.E., Aguirre J.M., & Menezes, H. C., (2007). Technological aspects for restructuring concentrated pineapple pulp. *Lebensmittel-Wissenschaftund Technologie*, 40: 759-765.
 199. Kafkas E., Kosar M., Turemis N., Baser K.H.C., (2006). Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents blackberry genotypes from Turkey. *Food Chem.* 9: 732-736.
 200. Cheftel J.C. et Cheftel H., (1977). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Volume 1-Tome I. Ed Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 381p.
 201. Dubost D. (1991). Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse de doctorat d'université de tours, France, 131 p.
 202. Belguedj M., (2002). Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *Revue : Les Ressources Génétiques du Palmier Dattier* : 245–251.
 203. Coggins C.W.J. and Knapp J.F.C. (1969). Growth development and softening of the Deglet Nour. *Our date Fruit. Date Growers inst. Ann. Rept.*, 45p.
 204. 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.
 205. Ahmed I.A., Ahmed A.K. and Robinson R.K. (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, 53(3), pp: 305-309.
 206. Boudrar C., Bouzid L., Nait Larbi H., (1997). Etude des fractions minérale et glucidique de ladatte Deglet-Nour au cours de la maturation. *Mémoire d'Ingénieur agronome INA El-Harrach*, 60 p
 207. Siboukeur O., (1997). Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106 p.
 208. Favier J.C., Ireland R.J., Toque C., Feinberg M., (1995). Répertoire général des aliments. Ed. Tec et Doc-Lavoisier, INRA, p 897.
 209. Nixon R.W. and Carpenter J.B. (1978). Growing dates in the United states. U.S. Dpt. of Agric., *Agricultural Information Bulletin*. N°207, 85 p.
 210. Pech J.C., Balague C., Latche A., Bouzayen M. (1994). Postharvest physiology of climacteric fruits: recent development in the biosynthesis and action of ethylene. *Sciences des Aliments*, 14, 3-15p.
 211. Faqir M.A., Iqbal Bukhat S., El-Ghorab A H. Issa Khan Muhammad M., Shahzad H., Sajid Arshad M., (2012). Phytochemical characteristics of Date Palm (*Phoenix dactylifera L.*) extracts fruit *Pak. J. Food Sci.* 22(3): 117-120.
 212. Yahiaoui K., (1998). Caractérisation physico-chimique et évolution du brunissement de la datte « D-N » au cours de la maturation. *Mémoire de Magister. I.N.A. El -Harrach. Alger.* 66p.
 213. Amellal, H., (2008). Aptitude technologiques de quelques variétés communes de dates formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat. Département de technologie alimentaire. Université de Boumerdes, 131p.

214. Boudrâa S., (2004). La production de biomasse "Saccharomyces cerevisiae" cultivée sur un milieu à base de datte variété sèche "Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur agronome. Département d'Agronomie. Batna, 60p.
215. Youssif A.K., Benjamin N.D., Kado A., Alddin S.M., Ali S.M., (1982). Chemical composition of four iraqi date cultivars. *Date Palm Journal*, 1, (2), pp 285-294.
216. Al-Hooti S., Sidhu J.S., Al-Saqer J.M., Al-Othman A., (2002). Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food Chemistry*, 79, pp 215-220p.
217. Al-Rawi N., Markakis P. and Bauer D.H. (1967). Amino acid dates composition of iraki dates. *J. SCI. Food Agric.*, 18, pp:1-2p.
218. Salem S.A. and Hegazi S.M. (1971). Chemical composition of some the Egyptian dry dates. *J. of Food. Agric.*, Vol. 22, pp. 632-633p.
219. Nour A.A.M. and. Magboul B.I. (1985). Amino acid composition of Sudanese dates cultivars. *Date Palm J.*, Vol. 4, N° 1, pp. 51-54p.
220. Souci S.W. Fachmann W., Krant H. (1994). *Food composition and nutrition tables*. Ed. CRC Press, London, 1091.
221. Ulrich, R., et Masson (Firma), (1952). *La vie des fruits: origine, développement, structure, physiologie, composition chimique, maturation, senescence, chute, champignons nuisibles*. Masson.
222. Benchabane, A., (2007). *Composition biochimique de la datte (Deglet-nour)*. Thèse de Doctorat d'état en sciences Agronomiques. INA El-Harrach-Alger. 27-29p.
223. Rhodes M.J.C. (1980). Respiration and senescence of plant organs. In: Stumpf P.K., Conn E.E. (Eds), *The biochemistry of plants: a comprehensive treatise*, 2, Academic Press, New York, 419-462p.
224. Grierson D. (1987). Senescence in fruits. *Hort. Science*, 22, 859-862.
225. Heller R., Esnault R., Lance C. (1995). *Physiologie végétale 2 Développement*. Ed. Masson, Paris, 315p.
226. Brownleader M.D., Jackson P., Mobasheri A., Pantelides A.T., Sumar S., TREVAN M. DEY P.M. (1999). Molecular aspects of cell wall modifications during fruit ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39, 149-164p.
227. Imad A., Abdul Wahab K., A., Robinson R. K., (1995). Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chem.*, (54), 305-309p.
228. Sawaya WN, (1986). *Date of Saudi Arabia*. Riyadh: KSA Safer Press. pp 75-87.
229. Belitz, H.-D.; Grosch, W. ; Schieberle P., (2009). *Fruits and fruit products*. in: *Journal of Food Chemistry* (chapter 18), pp. 807-861.
230. Sawaya W.N., Khalil J.K., Khatchadourian H.A., Safi W.M., Mashadi A.S. (1983b). Sugars, tannins and some vitamin contents of twenty-five date cultivars grown in Saudi Arabia at the Khalaal (mature colour) and Tamr (ripe) stages. *Proceedings of the First Symposium on the Date Palm, Saudi Arabia*.
231. Fritsch C. (1994). Lipid oxydation. The other dimensions. *Inform.*, 5, 423-436 Garssen G.J., Vliegenthart J.F.G., Boldingh J. 1971. An anaerobic reaction between lipoxygenase, linoleic acid and its hydroperoxydes. *Biochem. J.*, 122, 327-332p.
232. Duff, S.M.G.; sarath, G.; Plaxton, W.C. (1994). The role of acid phosphatases in plant phosphorus metabolism. *Physiologia Plantarum*, v.90, p.791-800.
233. Clayton T. A., Morrison W. R. (1972). Changes of flour lipids during the storage or wheat flour. *J. Sci. Food Agric.*, 23, 721-736
234. Reyes L.F., Villarreal J.E. and Zevallos L.C. (2007). The increase in antioxydant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue. *Food Chem.*, 101, pp: 1254-1262.
235. Miche J.C., (1974). *Conservation des aliments : composition, qualité, biodégradation*. Pp. 52, 90, 103-120.
236. Abdelmoneim I.M., Hamad A.M., Wahdan A.N. et Al-Kahtani m.S. (1983). Extraction of Date Syrup «Dibs» and its Utilization in Bakery Products and Juice. *Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm"*, King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia. 534-543p.

237. Maatallah S. (1970). Contribution à la valorisation de la datte algérienne .Thèse d'ingénieur INA El Harrach, 72p.
238. Guiraud J.P. (2003). Microbiologie alimentaire. Édition DUNOD Paris France. pp 270-652.
239. Oteng-Gyang K. (1984). Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chauds. Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 260 p.
240. Alkaabi J. M., Al-Dabbaghl B., Ahmad S., Saadi H. F., Gariballa S. and Al Ghazali M. (2011). Glycemic indices of five varieties of dates in healthy and diabetic subjects. *J. Nutr.*, 59, 1-10p.
241. Jadhav S. J., Andrew W.T. (1977). Effets of cultivars and fertilizers on non-volatile organic acids in potato tubers. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*. 10, 13-21.
242. Unece Standard DDP-11. (2004). Concerning the marketing and commercial quality control of dried grapes, United Nations, New York and Geneva, 1-11p.
243. WC. Frasier, DC. Westhoff. *Food Microbiology*. (1988). 4th edition. McGraw-Hill Publication Company. New York. USA.
244. Rygg, G.L. (1975). Date development, handling, and packing in United States, USDA Agricultural Handbook No. 482, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington DC, 56p.
245. G. Al Askari et al., (2012). Caractérisation physicochimique et microbiologique de la figue sèche.
246. Raso J., Calderon M.L., Gongora M., Barbosa-Canovas G.V. and Swanson B.G. (1998). Inactivation of *Zygosaccharomyces bailii* in fruit juices by heat, high hydrostatic pressure and pulsed electric fields. *Journal of food science* 63: 1042-1044.
247. Marquenie D., Lammertyn J., Geeraerd A., Soontjens C., Van Impe J., Nicolai B. and Michiels C. (2002). Inactivation of conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructigena* using UV-C and heat treatment. *International Journal of Food Microbiology* 74: 27-35.
248. King A. D. (1997). Heat resistance of *Talaromyces flavus* ascospores as determined by a two phase slug flow heat exchanger. *International Journal of Food Microbiology* 35: 147- 151.
249. P.M., Martínez G.A., Chaves A.R., and Añón M.C. (1997). Heat treatments delay ripening and postharvest decay of strawberry fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:4589-4594.
250. Fallik E., and Lurie S. (2007). Thermal control of fungi in the reduction of postharvest decay. In "Heat treatments for postharvest pest control: theory and practice" (T. Juming, M. Elizabeth, W. Shaojin and L. Susan, eds.), pp. 162. CABI UK.
251. Salomão, B., Slongo, A., and Aragão, G. (2007). Heat resistance of *Neosartorya fischeri* in various juices. *LWT-Food Science and Technology* 40, 676-680.
252. Kotzekidou, P. (1997). Heat resistance of *Byssochlamys nivea*, *Byssochlamys fulva* and *Neosartorya fischeri* isolated from canned tomato paste. *Journal of food science* 62, 410-412.
253. Gervais P., and De Marañon, I.M. (1995). Effect of the kinetics of temperature variation on *Saccharomyces cerevisiae* viability and permeability. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes* 1235:52-56.
254. Gervais P. and Marechal P. (1994). Yeast resistance to high levels of osmotic pressure: Influence of kinetics. *Journal of Food Engineering* 22: 399-407.
255. Achour M. et Bagga N. (2005). Effet des conditions d'entreposage sur la dégradation de la couleur des dattes tunisiennes de type Deglet Nour. *Fruits* 60: 41-46.
256. Oubahou A. and Yahia M. (1999). Postharvest handling of dates. *Postharvest News and Information* 10:67-74.
257. Fellows P. J. (2000). Chilling. In "Food processing technology: principles and practice", pp. 397-403. CRC Press, Boca Raton.
258. Gougouli, M., and Koutsoumanis, K. P. (2010). Modelling growth of *Penicillium expansum* and *Aspergillus niger* at constant and fluctuating temperature conditions. *International Journal of Food Microbiology* 140, 254-262.
259. Ramirez, M. L., Chulze, S., and Magan, N. (2006). Temperature and water activity effects on growth and temporal deoxynivalenol production by two Argentinean strains of *Fusarium graminearum* on irradiated wheat grain. *International Journal of Food Microbiology* 106, 291-296.

260. Garcia, D., Ramos, A. J., Sanchis, V., and Marín, S. (2011). Modelling the effect of temperature and water activity in the growth boundaries of *Aspergillus ochraceus* and *Aspergillus parasiticus*. *Food Microbiology* 28, 406-417.
261. FAOSTAT, F., (2018). Crop statistics.
262. Drummond, L., and Sun, D.-W. (2010). Effects of Chilling and Freezing on Safety and Quality of Food Products. In "Processing Effects on Safety and Quality of Foods" (E. Ortega-Rivas, ed.), pp. 295. CRC Press, Boca Raton.
263. Duarte, O., and Molina, L. (2011). Cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). In "Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Fundamental Issues" (E.M. Yahia, ed.), Vol. 3, pp. 1-8. Woodhead Publishing, Philadelphia, USA.
264. George, S., Cenkowski, S., and Muir, W. (2004). A review of drying technologies for the preservation of nutritional compounds in waxy skinned fruit. In "North Central ASAE/CSAE Conf, Winnipeg, Manitoba, Canada", Vol. 2425.
265. Kocabıyık, H., Bhat, R., Alias, A., and Paliyath, G. (2012). Biological Materials and Food-Drying Innovations. In "Progress in Food Preservation" (R. Bhat, A. K. Alias and G.Paliyath, eds.), pp. 131-142. Wiley-Blackwell, UK.
266. Varoquaux P. et Nguyen-The C. (1993). Les atmosphères modifiées de la quatrième gamme : technologie alimentaire, les hautes pressions. Ed IFN Dossier. 90p.
267. O'Beirne, D. (2010). Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Food Products. In "Innovation in food engineering: new techniques and products" (M. L. Passos and C.P. Ribeiro, eds.), 467-479. CRC Press, Boca Raton.
268. Hasegawa S. and Maier V.P. (1980). Polyphenol oxidase of dates. *J. Agric. Food Chem.* 28, pp: 891-893.
269. Lee D.S., Haggar P.E., Lee J, and Yam K.M. (1991). Model for fresh produce respiration in modified atmosphere based on principles of enzyme kinetics. *J. of Food Science*, 56(6), pp: 1580-1585.
270. Fonseca, S.C., F.A.R. Oliveira, and J.K. Brecht. (2002). Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: A review. *J. Food Eng.* 52(2):99-119.
271. Murray R., Lucangeli C., Polenta G. and Budde C. (2007). Combined pre-storage heat treatment and controlled atmosphere storage reduced internal breakdown of Flavorcrest peach. *Postharvest Biol. Technol.*, 44, pp: 116-121.
272. Thai Thi. (2000). Effect of different coatings on the characteristics of the fresh storage of mango. Master of Science Thesis, 34-35.
273. Khali, M. (2008). Effects of simple and combined treatments on the biology and biochemistry of the date being conserved; Ph.D. thesis in Food Science and Nutrition, Higher National Agronomic School, El Harrach, Algiers, Algeria, 103p.
274. Goodfellow© - product information. Films ; (2008-2019). <https://www.goodfellow.com/fr/>.
275. Witt-OXYBABY® 6.0 product information. Gas analyzer; (2019). <https://www.wittgas.com/fr/recherche.html?q+++++OXYBABY%C2%AE+6.0+&id=133&L=2>
276. Esplà J.V., Del Rio M.A; and Ferry M. (1999). Production d'éthylène et respiration de la datte de palmiers d'Elche en Espagne. *Fruits*, 54, 183-190p.
277. AOAC., (1985). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Ed Washington DC, 15th Edn.
278. Dhoubi M.H. et Jemmazy A. (1996). Lutte biologique en entrepôt contre la pyrale *E. ceratoniae*, ravageur des dattes. Ed. Elsevier, pp : 39- 40. Paris.
279. Dahia J., and Passat F., (1979). "Production de sirop de dattes", Projet régional de recherche sur les palmiers dattiers et les dattes dans le proche orient et l'Afrique du nord, FAO-Iraq, 28 p.
280. Franck M., (2008). Analyse sensorielle : miser sur le gout. La revue de L'industrie Agroalimentaire, n° 688, p.28. (troisième édition).
281. CIDIL, (1995). Centre interprofessionnel de documentation et d'information laitières, France. Le goût : décrire et analyser arômes, textures, saveurs. Les Cahiers CIDIL de la qualité, ISSN 1275-045X.
282. ACTIA, (1999). Evaluation sensorielle; Guide des bonnes pratiques.-Paris : 1-118p.

283. Kader A.A. (1992). Postharvest biology and technology : an over view, in : KaderA.A. Postharvest technology of horticultural crops (2nd ed. Universty of California division of agriculture and natural resources, Oakland, California, Etats Unis, pp: 15-20.
284. Abbas M.F. and Ibrahim M.A. (1996). The rate of ethylene in the regulation of fruit ripening in the Hilawi date palm. *J. Sci. Food Agr.*, 72, pp : 306-308.
285. Esplà J.V., Del Rio M.A; and Ferry M. (1999). Production d'éthylène et respiration de la datte de palmiers d'Elche en Espagne. *Fruits*, 54, pp : 183-190.
286. Serrano M, Pretel M T, Botella MA, Amoros A. (2001). Physicochemical changes during date ripening related to ethylene production. *Food Sci Technol Int* 7:31–6.
287. Hasegawa S., Smolensky D.C. and Maier V.P. (1972). Hydrolytic enzymes in dates and their application in the softening of tough dates and sugar wall dates. *Date Grower's Institute*, 29, pp: 6-8.
288. Paull RE, Duarte O (editors). (2011). Postharvest Technology. In: *Tropical Fruits*, Vol 1. Wallingford, UK: CAB Intl. 101-22.
289. Gross K, Wang CY Saltveit M. (2002). *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Crops*. Agriculture Handbook 66. Beltsville, MD: USDA. 672p.
290. Banks N. H. (1984a). Some effects of Tal-prolong coating on ripening bananas. *J. Exp. Botany*, 35(150), 127-137p.
291. Olorunda. A. O. and AWORH O. C. (1984). Effects of Tal-prolong, a surface-coating agent, on the shelf life and quality attributes of plantain. *J. Sci. Food Agrie.*, 325 : 573-578p.
292. Drake S. R , Fellmann J. K. and Nelson J. W. (1987). Postharvest use of sucrose polyesters for extending the shelf-life of stored 'Golden Delicious' apples. *J. Food Sci.*, 52(5), 1283-1285p.
293. Mannheim C. H. and Soffer T. (1996). Permeability of different wax coatings and their effect on citrus fruit quality. *J. Agri. Food Chem.*, 44 : 919-923p.
294. Dhalla R and Hanson S. W. (1988). Effect of permeable coating on the storage life of fruits. II. Pro-long treatment of mangoes (*Mangifera indica* L. cv. Julie). *Inter. J. Food Technol.*, 23(1), 107-112p.
295. Ketsa S. and Prabhasavat T. (1992). Effect of skin coating on shelf life and quality of 'Nang Klangwan' mangoes. *Acta Horticulturae*, 321(2), 764-770.
296. Xuan, H., Streif, J., Saquet, A., Romheld, V., Bangerth, F. (2005). Application of boron with calcium affects respiration and the ATP/ADP ratio in 'Conference' pears during controlled atmosphere storage. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 80, 633-637p.
297. Caleb JO, Mahajan VP, Al-Said AF, Opara LU (2013). Modified atmosphere packaging technology of fresh and fresh-cut produce and the microbial consequences-a review. *Food Bioprocess Technol* 6, 303–329p.
298. Ioannis Arvanitoyannis, Achilleas Bouletis, Dimitrios Ntionias. (2014). Application of Modified Atmosphere Packaging on Quality of Selected Vegetables, *Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits*, Edited by Muhammad Siddiq, edition wiley Blackwell, 2- 4p.
299. N. A. Michael Eskin, Ernst Hoehn. (2013). *Fruits and Vegetables. Biochemistry of Foods*, Third Edition 2013, Edited by N. A. Michael Eskin and Fereidoon Shahidi, 50p.
300. Saquet, A.A., Streif, J., Bangerth, F. (2000). Changes in ATP, ADP and pyridine nucleotide levels related to the incidence of physiological disorders in 'Conference' pears and 'Jonagold' apples during controlled atmosphere storage. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75, 243-249p.
301. Saquet, A.A., Sttreif, J., Bangerth, F. (2003a). Energy metabolism and membrane lipid alterations in relation to brown heart development in 'Conference' pears during delayed controlled atmosphere storage. *Postharvest Biol. Technol.* 30, 123-132p.
302. Song, L.L., Jiang, Y.M., Gao, H.Y., Li, C.T., Liu, H., You, Y.L., Sun, J. (2006). Effects of adenosine triphosphate on browning and quality of harvested litchi fruit. *Am. J. Food Technol.* 1, 173-178p.
303. Jiang, Y., Jiang, Y., Qu, H., Duan, X., Luo, Y., Jang, W. (2007). Energy aspects in ripening and senescence of harvested horticultural crops. *Stewart Postharvest Rev.* 2, 1-5p.
304. Rygg GL. (1975). *Date development, handling and packing in the United States*. Washington, DC: Agricultural Research Service, USDA Agriculture Handbook No. 482.56p.

305. Mohsen, A., S.B. Amara, N.B. Salem, A. Jebali, and M. Hamdi. 2003. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on Deglet Nour date storage in Tunisia. *Fruits (Paris)* 58: 205–212.
306. Judy A. Johnson, Elhadi M. Yahia, and David G. Brandl (2009). *Dried Fruits and Tree Nuts. Modified and Controlled Atmospheres for the Storage, Transportation, and Packaging of Horticultural Commodities*, Edited by Elhadi M. Yahia, 2009, 520p.
307. Aleid SM, Barber AR, Rettke M, Leo A, Alsenaien WA, Sallam AA. (2012). Utilization of modified atmosphere packaging to extend the shelf life of Khalas fresh dates. *Int J Food Sci Technol* 47, 1518–25p.
308. Al-Redhaiman KN. (2004). Modified atmosphere improves storage ability, controls decay, and maintains quality and antioxidant contents of Barhi date fruits. *J Food Agric Env* 2, 25–32p.
309. Vaneer Chonhenchob, Koushik Saha, Sher Paul Singh, and Muhammad Siddiq. (2014). *Packaging Technologies for Dates and Date Products. Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits*, Edited by Muhammad Siddiq, edition wiley Blackwell, 144, 145-148-149 P.
310. Muhammad Siddiq, Ibrahim Greiby (2014). Overview of Date Fruit Production, Postharvest handling, Processing, and Nutrition. *Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits*, Edited by Muhammad Siddiq, edition wiley Blackwell, 13-14p.
311. Awad MA. (2007). Increasing the rate of ripening of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Helali by preharvest and postharvest treatments. *Postharv Biol Technol* 43: 121–7.
312. Kader AA. (2003). A perspective on postharvest horticulture (1978–2003). *HortSci* 38: 1004–08p.
313. Maria Gloria Lobo, Elhadi M. Yahia, and Adel A. Kader. (2014). Biology and Postharvest Physiology of Date Fruit. *Postharvest Science, Processing Technology and Health Benefits*, Edited by Muhammad Siddiq, Edition wiley Blackwell, 58, 74-75.
314. Abdi GH, Hedayat M. (2010). Yield and fruit physiochemical characteristics of ‘Kabkab’ date palm as affected by methods of potassium fertilization. *Adv Env Biol* 4: 437–42.
315. Navarro S, Donahaye E, Rindner M, Aziriel A. (1998a). Disinfestations of nitidulid beetles from dried fruits by modified atmospheres. *Proc Annual Int Res Conf Methyl Bromide Alternatives and Emission Reductions*. December, Orlando, FL. 681–3p.
316. Guizani, N., Al-Saidi, G.S., Rahman, M.S., Bornaz, S. and Al-Alawi, A.A. (2010). State diagram of dates: glass transition, freezing curve and maximal-freezeconcentration condition. *Journal of Food Engineering* 99: 92-97p.
317. Rahman, M. S., and Labuza, P. T. (2007). Water Activity and Food Preservation. In "Handbook of food preservation" (M. S. Rahman, ed.), Vol. Second Edition, pp. 448-471p. CRC press, Boca Raton.
318. Jacobsson A., Nielsen T., Sjöholm I. and Wendin K. (2004). Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. *Food Quality and preference*, 15, pp: 301-310p.
319. Perez-Tello GO, Silva-Espinoza BA, Vargas-Arispuro T. (2001). Effect of temperature on enzymatic and physiological factors related to chilling injury in Carambola fruit (*Averrhoa carambola* L.). *Biochemical and Biophysical Research Communications* 287(4):846-851. [https://doi: 10.1006/bbrc.2001.5670](https://doi.org/10.1006/bbrc.2001.5670).
320. Côme D. (1992). *les Végétaux et le froid*. Ed. Hermann, Paris, France.
321. Anonyme, (2001). Normes CEE–ONU DF 08 concernant les dattes entières. Normes Bruxelles.
322. Kulkarni SG, Vijayanand P, Aksha M, Reena P, Ramana KV R. (2008). Effect of dehydration on the quality and storage stability of immature dates (*Phoenix dactylifera*). *Food Sci Technol* 41: 278–83.
323. IqbalM., Niamatullah & Munir M., (2012). Effect of various dactylifera males pollinizer on pomological traits and economical yield index of cv's shakri, zahidi and dhakkidate palm (*Phoenix dactylifera* L.). *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 22(2): 376-38p.
324. Zagory, D. 1998. An update on modified atmosphere packaging of fresh produce. *Packaging International* 117, April.

325. Ganbi H. (2012). Production of Nutritious High Quality Date (*Phoenix dactylifera*) Fruits Syrup (Dibs) by using some Novel Technological Approaches. *Journal of Applied Sciences Research* 8(3):1524-1538. <http://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2012/1524-1538.pdf>.
326. Al-Gboori B, Krepl V. (2010). Importance of date palms as a source of nutrition. *Journal.Agricultura.Tropicaet.Subtropica*43(4):341-347. https://www.agriculturaitz.czu.cz/pdf_files/vol_43_4_pdf/badir.pdf.
327. Forouzan S, Rahimirad A, Banafshechin E. (2012). Survey of Iranian Date Palm Concentrate Chemical Characteristics. *Middle-East Journal of Scientific Research* 12(7):1009-1011. <https://doi: 10.5829/idosi.mejsr.2012.12.7.66194>
328. Bourgeois C. M., Mescle J. F., Zucca J., (1988). *Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire. Tome 1*, Ed. Lavoisier, Paris, 9 p.
329. Guiraud J.P. (2003). *Microbiologie alimentaire. Édition DUNOD Paris France*. pp 431,652.
330. Acourene, S., Ammouche, A. et Djaafri, K. (2008). Valorisation des rebuts de dattes par la production de la levure boulangère, de l'alcool et du vinaigre. *Revue Sciences et Technologies (université de Constantine)*, 28, 38-45p.
331. Fu B. et Labuza T.P. (1993). Shelf-life prediction: theory and application. *Food Control* 4, 125-133.
332. Nussinovitch. A., Rosen. B., Salik. H and Kopelman. I. J. (1988). Effect of heating media on the microbiology and self life of heat pasteurized soft dates.
333. Decosta P. (1989). *Les matières plastiques dans les emballages d'industries alimentaires et agricoles*. APRIA.
334. Salik H., Rosen B., Kopelman I. J. (1978). Microbial aspects and the deterioration process of soft dates. Ed. Israel Institute of Technology.
335. Al-Shaickly M.A., Al Rubaic I.A. et Al Duhaimi A.A., (1986). Type and extend of microbial contamination of fresh Iraq, date of the science, of food and agriculture. pp 915-917p.
336. Gomez P.A. and Artés F. (2005). Improved keeping quality of minimally fresh processed celery sticks by modified atmosphere packaging. *LWT*, 38, pp: 323-329.
337. Hofman P.J., Stubbings B.A., Adkins M.A., Corcoran R.J., White A. and Woolf A.B. (2003). Low temperature conditioning before cold disinfestation improves Hass avocado fruit quality., *Postharvest Biol. Techn.*, 28, p: 123-133p.
338. Donahaye E.J., Navarro S. and Rindner M. (1991). The influence of low temperatures on two species of *Carpophilus* (Col., Nitidulidae). *J.Applied Entom.*, 111, pp: 297- 302.
339. Al Azawi F. (1985). The effect of high temperatures on the dried beetle *Carpophilus hemipterus* L. A pest of stored dates in Iraq. *Date Palm J.* 3(1), 327-336p.
340. Ali A.A., Aziz F.M. and Ahmed A.M. (1987). Influence of lethal high temperature with vaccum on *Brocon hebetor*, of the fig moth *Ephestia cautella* Walk. *Date Palm J.*, 5(1), pp: 172-187.
341. Jang E.B., Chan H.T., Nishijima K.A., Nagata J.T., Mc Kenny M.P., Carvalho L.A. and Schneider E.L. (2001). Effect of heat shock and quarantine cold treatment with a warm temperature spike on survival of Mediterranean fruit fly eggs quality in Hawaii grown Sharwil avocado. *Postharvest Biol. And Techn.*, 21, pp: 311-320p.
342. FAO., (2007). *La production des dattes dans le monde. Statistiques Agricoles*. www.FAO.com.
343. Albano P.O., (2002). *La connaissance des palmiers. Cultures et utilisations*. Edition SUD. 145 p.
344. Beuchat LR, Scouten AJ. (2002). Combined effects of water activity. Temperature and chemical treatments on the survival of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157: H7 on alfalfa seeds. *Journal of Applied Microbiology* 92(3):382-395. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01532.x>
345. Kang J, Tang S, Liu RH, Wiedmann M, Boor KJ, Bergholz TM, Wang SJ. (2012). Effect of curing method and freeze thawing on subsequent growth of *Listeria monocytogenes* on cold smoked salmon. *Journal of food protection* 75(9):1619-1626. <https://doi: 10.4315/0362-028X.JFP-11-561>.
346. Perez-Tello GO, Silva-Espinoza BA, Vargas-Arispuro T. (2001). Effect of temperature on enzymatic and physiological factors related to chilling injury in *Carambola* fruit (*Averrhoa carambola* L.). *Biochemical and Biophysical Research Communications* 287(4):846-851. <https://doi: 10.1006/bbrc.2001.5670>.

347. Holand N., Menezes H.C. and Lafuente M.T. (2002). Carbohydrates as related to the heat induced chilling tolerance and respiratory rate of fortune mandarin fruit harvested at different maturity stages. *Postharvest Biol. And techn.*, 25, pp: 181-191.
348. Al-Eid S. M. (2006). Chromatographic separation of fructose from date syrup. *Int. J. Food. Sci. Nutr.*, 57, 83-96p.
349. Mimouni Y. (2009). Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. Mémoire de Magister.
350. Seung K. Lee and Adel A. Kader. (2000). Pre harvest and post harvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, Volume 20, Issue 3, P 207- 220.
351. Besson F. (1993). Dossier Scientifique de l'IFN. Ed. Colloques. 40 p.
352. El-Ogaidi A. K. H. (1987). Dates and Confectionery Product. F.A.O, Rome : 1–25.
353. Favier, J.C., Ireland R.J., Laussusq, C. and Feinberg, M., (1993). Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome 3. Ed. Orstom Editions, Lavoisier, INRA Editions, 27-28p.
354. Ibrahim M. A. et Khallil H. N. M. (1997). Le palmier dattier protection et production. Ed Iskandaria : 432 – 627p.
355. Al-Hooti S., Sidhu J.S., Qabazard H., (1997). Physiochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Food for Human Nutrition*. 50:101–113.
356. Fethi H.A., El Kohtani M.N., (1979). Production de dates dans le monde arabe et islamique, Université Ain Chems.P : 533-541.
357. Lambiote B., (1983). Some aspect of the role of dates in humain nutrition. The first symposium on date palm, King faysal Univesity. Al Hassa Kingdom of Saudi Arabia. P :577-579.
358. Al Hooti S.N., Sidhu J.S. and Qabarzad H. (1997). Physicochemical characteristics of five date cultivars grown in United Arab Emirates. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50, pp: 101-113p.
359. Maatallah S., (1970). Contribution à la valorisation de la datte Algérienne. Thèse d'ingénieur. INA. El-Harach. 121p.
360. Barkai-Golan, R. (2001). Physical means. In "Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control", pp. 418. Elsevier, Netherlands.
361. Vicente, A. R., Martínez, G. A., Civello, P. M., and Chaves, A. R. (2002). Quality of heattreated strawberry fruit during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology* 25, 59-71p.
362. Ben-Lalli, A., Méot, J.-M., Collignan, A., and Bohuon, P. (2011). Modelling heatdisinfestation of dried fruits on "biological model"larvae *Ephestia kuehniella* (Zeller).*Food Research International* 44, 156-166p.
363. Hallman, G. J. (2000). Factors affecting quarantine heat treatment efficacy. *Postharvest Biology and Technology* 21, 95-101p.
364. Cai, C., Xu, C., Shan, L., Li, X., Zhou, C., Zhang, W., Ferguson, I., and Chen, K. (2006). Low temperature conditioning reduces postharvest chilling injury in loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology* 41, 252-259p.
365. Cliffe-Byrnes, V., and O'Beirne, D. (2005). Effects of chlorine treatment and packaging on the quality and shelf-life of modified atmosphere (MA) packaged coleslaw mix. *Food Control* 16, 707-716p.
366. Devlieghere, F., Geeraerd, A. H., Versyck, K. J., Bernaert, H., Van Impe, J. F., and Debevere, J. (2000). Shelf life of modified atmosphere packed cooked meat products: addition of Na-lactate as a fourth shelf life determinative factor in a model and product validation. *International Journal of Food Microbiology* 58, 93-106p.
367. Phillips, C. A. (1996). Review: Modified Atmosphere Packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *International Journal of Food Science & Technology* 31, 463-479p.
368. Beaudry, R. M. (1999). Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biology and Technology* 15, 293- 303.
369. Serdengecti, N., Yildirimi, I. etGokoglu, N., (2006). Effects of sodium lactate, sodium acetate and sodium diacetate on microbiological quality of vacuum-packed beef during refrigerated storage.*J. Food Safety*,26: 62-71p

370. Siriken, B., Cadirci, O., Inat, G. et Pamuk, S., (2009). Microbiological examination of meatball, cream cake and Turkish delight (Lokum). *J. Anim Vet Adv*, 8(00): 2049-2054.
371. Diawara, B., Sawadogo, L., et Kabore, I.Z., (1992). Contribution a l'étude des procédés traditionnels de fabrication du soumbala au Burkina Faso. Aspects biochimiques, microbiologiques et technologiques. *Sci. Tech.* (20) : 5-14 (CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso).
372. ISO 4833-1: (2013). Microbiologie de la chaîne alimentaire-Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes-Partie 1: Comptage des colonies à 30°C par la technique d'ensemencement en profondeur, 13 p.
373. Mrabet, A., Rejili, M., Lachiheb, B., Toivonen, P., Chaira, N. et Ferchichi, A., (2008). Microbiological and chemical characterisations of organic and conventional date pastes (*Phoenix dactylifera* L.) from Tunisia. *Ann. Microbiol.* 58 (3) 453-459p.
374. Norme XP V 08-059. novembre (2002). AFNOR. Microbiologie des aliments-Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25°C-Méthode de routine (Indice de classement : V08-059).
375. AL-Shaickly, M.A.S., Al-Rubaie, I.A. et Al-Dulami, A.A., (1980). Microbial pollution of date during stages of maturation. Paper presented at the first Arab conference of biological sciences, 21-24, Baghdd, 118p.
376. Al Jawally, E.A.K., (2010). Microbiological analysis of date palm fruit sold in Abu Dhabi Emirate. *Acta Hort*, 882:1209-1212P.
377. Abekhti A., Zarour K., Boulal A., Benmechernene Z., Kihal M., (2013). Evaluation of Microbiological Quality of the Date Fruit Product "Btana" Produced in Adrar South Algeria. *Journal of Microbiology Research*, 3(5):163-170.
378. Nannen, N., et Hutkins, R.W., (1991). Proton-translocating adenosine triphosphatase activity in lactic acid bacteria. *J. Dairy Sci*, 74(3): 747-751p.
379. Taheri-Araghi, S., Bradde, S., Sauls, J. T., Hill, N.S., Levin, P.A., Vergassola, J.P.M. et Jun S., (2015). Cell-Size Control and Homeostasis in Bacteria. Department of Physics, University of California San Diego, La Jolla, CA 92093, USA. *Current Biology* 25, 1-7p.
380. Huang, X., Weijun, X., Gong, Z.Z., (2000). Characteristics and antifungal activity of a chitin binding protein *Ginkgo biloba*. *FEBS Lett*, 478:123-126p.
381. Stopforth, J.D., Yoon, Y., Belk, K.E., Scanga, J.A., Kendall, P.A., Smith, G.C., et Sofos, J.N., (2004). Effect of Simulated Spray Chilling with Chemical Solutions on Acid-Habituated and Non-Acid-Habituated *Escherichia coli* O157:H7 Cells Attached to Beef Carcass Tissue. *J. Food. Protect*, 67(10): 2099-2106.
382. Scott, P.M., Merrien, M.A., et Polonsky, J., (1976). Roquefortine and isofumigaclavine A, metabolites from *Penicillium roqueforti*. *Experientia*, 32: 140-142p.
383. Leon, G., et Eddy, S., (2007). Natural Antimicrobials for Food Preservation. *Handbook of Food Preservation*, Second Edition, CRC Press: 237-258p.
384. Al-Abdoulhadi A., Al-Ali S., Khurshid K., Al-Shryda F., Al-Jabr A.M. & Ben Abdallah A., (2011). Assessing fruit characteristics to standardize quality norms in date cultivars of Saudi Arabia. *Indian Journal of Science and Technology*. 4 (10): 2-10p.
385. Jaradat A.A. & Zaid A., (2004). Quality traits of date palm fruits in a centre of origin and centre of diversity. *Food, Agri. & Environ.* 2(1): 208-217p.
386. Bacha M.A., Nasr T.A. & Shaheen M.A. (1987). Changes in Physical and Chemical Characteristics of the Fruits of Four Date Palm Cultivars. *Proc. Saudi BioI. Soc.* 10:285-295p.
387. Biglari F, AlKarkhi AFM, Azhar ME. (2008). Cluster analysis of antioxidant compounds in dates (*Phoenix dactylifera* L.): Effect of long-term cold storage. *Food Chem* 112: 998-1001.
388. Hashempoor M., (1991). Treasure of date palm. Amozesh keshavarzi Publisher. Karaj, Tehran: 35-70p.

Annexe 1

Tableaux des résultats statistiques de la 1^{ère} partie d'étude (dattes stockées à 22°C et à 10°C).

Synthèse (Moyennes estimées) - Longueur (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, diffèrent par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
NT	44,667 a	44,778 a	45,667 a	44,111 a	44,222 a	44,111 a
C	44,889 a	43,444 a	43,667 ab	45,000 a	43,556 a	42,889 a
T	44,444 a	44,222 a	42,222 b	43,556 a	42,778 a	43,222 a
Pr >						
F(Modèle)	0,868	0,227	0,048	0,202	0,244	0,208
Significatif	Non	Non	Oui	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Longueur (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, diffèrent par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
T	45,667 a	44,222 a	44,111 a	45,778 a	43,111 a	42,778 a
NT	44,222 ab	43,889 a	43,556 a	44,222 a	43,667 a	44,111 a
C	43,333 b	43,778 a	44,222 a	44,000 a	43,778 a	37,779 b
Pr >						
F(Modèle)	0,013	0,875	0,767	0,224	0,823	0,000
Significatif	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui

Synthèse (Moyennes) - Largeur (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	22,111 a	22,222 a	23,333 a	21,889 ab	22,556 a	21,889 a
NT	23,125 a	20,875 ab	22,375 ab	22,625 a	20,375 b	21,625 a
T	22,000 a	19,889 b	20,667 b	20,556 b	19,889 b	20,556 a
Pr >						
F(Modèle)	0,365	0,033	0,045	0,094	0,006	0,178
Significatif	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non

Synthèse (Moyennes estimées) – Largeur - (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	22,444 a	23,333 a	21,556 a	22,111 a	20,672 a	20,621 b
NT	21,333 a	20,778 a	20,778 a	21,333 a	21,222 a	22,778 a
T	22,000 a	21,444 a	22,333 a	20,778 a	20,556 a	21,000 ab
Pr >						
F(Modèle)	0,602	0,143	0,253	0,190	0,777	0,059
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids total (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	11,543 a	11,363 a	12,213 a	11,387 ab	11,651 a	11,104 a
NT	11,327 a	10,811 a	11,060 b	11,639 a	11,173 a	11,766 a
T	11,451 a	10,192 a	10,594 b	10,882 b	11,528 a	10,994 a
Pr >						
F(Modèle)	0,899	0,172	0,003	0,082	0,697	0,168
Significatif	Non	Non	Oui	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids total (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	11,824 a	11,851 a	11,809 a	11,321 a	11,542 a	11,552 a
T	11,876 a	11,199 ab	11,453 a	11,429 a	12,152 a	10,942 a
NT	11,477 a	10,489 b	10,933 a	11,192 a	11,509 a	11,318 a
Pr >						
F(Modèle)	0,623	0,057	0,308	0,909	0,557	0,627
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids du noyau (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
T	0,889 a	0,967 a	0,878 a	0,922 a	0,878 ab	0,667 b
NT	0,878 a	0,978 a	0,878 a	0,822 a	0,800 b	0,867 a
C	0,878 a	0,878 a	0,856 a	0,811 a	0,956 a	0,733 ab
Pr >						
F(Modèle)	0,974	0,656	0,905	0,436	0,055	0,017
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids du noyau (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	0,878 a	0,911 a	0,944 a	0,878 a	0,889 a	0,822 a
NT	0,911 a	0,756 a	0,911 a	0,889 a	0,844 a	0,878 a
T	0,878 a	0,856 a	0,856 a	0,844 a	0,833 a	0,744 a
Pr >						
F(Modèle)	0,901	0,182	0,620	0,798	0,698	0,129
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Rapport de qualité R% : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	R% (22°C)	R% (10°C)
NT	7,720 a	7,752 a
T	7,947 a	7,258 b
C	7,377 a	7,614 ab
Pr > F(Modèle)	0,090	0,069
Significatif	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques physicochimiques et biochimiques (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%

	PH	Taux d'Humidités (%MF)	Acidité mEq/100g MS	Sucres Totaux (%MF)	Indice r	Sucres Réducteurs (%MF)	Taux Inversion	Saccharose (%MF)	Protéines (%)	Lipides (%)	Vitamines C (mg/100g MF)	Taux de Cendres (%)
NT	5,813 a	21,230 b	6,568 a	55,412 ab	2,617 a	25,592 ab	0,464 a	29,820 a	2,559 a	0,528 a	7,026 a	1,330 a
C	5,750 a	24,160 a	5,063 a	57,513 a	2,379 b	27,843 a	0,495 a	29,670 a	2,733 a	0,595 a	6,671 a	1,230 a
T	5,670 a	22,402 b	5,943 a	54,430 b	2,440 b	23,497 b	0,433 a	30,933 a	1,872 b	0,318 a	7,417 a	1,385 a
Pr > F(Modèle)	0,004	0,006	0,307	0,000	0,000	0,072	0,067	0,022	0,000	0,275	0,013	0,518
Significatif	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques physicochimiques et biochimiques (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%

	pH	Taux d'Humidités (%MF)	Acidité mEq/100g MS	Sucres Totaux (%MF)	Indice r	Sucres Réducteurs (%MF)	Taux Inversion	Saccharose (%MF)	Protéines (%)	Lipides (%)	Vitamines C (mg/100g MF)	Taux de Cendres (%)
C	5,557 a	24,112 a	5,138 a	64,595 a	2,680 ab	27,190 a	0,422 a	37,405 a	2,447 b	0,588 a	6,897 a	1,205 b
NT	5,725 a	21,900 b	4,408 a	60,180 b	2,772 a	22,910 a	0,382 a	37,270 a	2,683 a	0,577 a	6,973 a	1,342 ab
T	5,827 a	23,932 a	4,174 a	58,597 c	2,458 b	24,913 a	0,424 a	33,683 a	1,977 c	0,250 a	7,210 a	1,528 a
Pr >												
F(Modèle)	0,032	0,066	0,416	<0,0001	0,047	0,494	0,659	0,437	0,001	0,111	0,151	0,357
Significatif	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques microbiologiques (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml
NT	15100 a	5668 a	376 a
C	705 a	2875 a	60 a
T	549 a	10 a	42 a
Pr >			
F(Modèle)	0,367	0,441	0,459
Significatif	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques microbiologiques (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml
C	1128 a	2085 a	220 a
NT	604 a	6333 a	190 a
T	691 a	40 a	93 a
Pr >			
F(Modèle)	0,774	0,318	0,760
Significatif	Non	Non	Non

Annexe 2

Tableaux des résultats statistiques de la concentration en CO₂/O₂ au cours du stockage (dattes stockées à 22°C et à 10°C).

Synthèse (Moyennes estimées) - Treatment :

	O ₂ % (22°C)	O ₂ % (10°C)
C	22,526 a	22,268 a
TP	17,720 b	17,920 b
NTP	17,260 b	17,580 b
Pr >		
F(Modèle)	0,000	0,004
Significatif	Oui	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Treatment :

	CO ₂ % (22°C)	CO ₂ % (10°C)
NTP	3,420 a	1,520 a
TP	1,600 ab	0,920 a
C	0,240 b	0,236 a
Pr >		
F(Modèle)	0,109	0,165
Significatif	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) – Durée de stockage :

	O ₂ % (22°C)	O ₂ % (10°C)
1	20,267 a	19,953 ab
2	20,167 a	20,650 a
5	18,427 ab	19,300 ab
4	19,267 ab	17,377 b
3	17,717 b	19,000 ab
Pr >		
F(Modèle)	0,000	0,004
Significatif	Oui	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) – Durée de stockage :

	CO ₂ % (22°C)	CO ₂ % (10°C)
4	3,167 a	2,617 a
5	1,267 a	0,630 ab
3	2,733 a	0,287 b
1	1,000 a	0,437 ab
2	0,600 a	0,490 ab
Pr >		
F(Modèle)	0,109	0,165
Significatif	Non	Non

Tableaux des résultats statistiques de l'intensité respiratoire au cours du stockage (dattes stockées à 22°C et à 10°C).

Synthèse (Moyennes estimées) - Treatment :

	IR O ₂ (22°C)	IR O ₂ (10°C)
C	0,004 a	0,003 a
TP	0,003 b	0,003 b
NTP	0,003 b	0,003 b
Pr >		
F(Modèle)	<0,0001	<0,0001
Significatif	Oui	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Durée de stockage :

	IR O ₂ (22°C)	IR O ₂ (10°C)
1	0,007 a	0,007 a
2	0,003 b	0,003 b
3	0,002 c	0,002 c
4	0,002 c	0,001 d
5	0,001 c	0,001 d
Pr >		
F(Modèle)	<0,0001	<0,0001
Significatif	Oui	Oui

**Synthèse (Moyennes estimées) -
Treatment :**

	IR CO ₂ (22°C)	IR CO ₂ (10°C)
NTP	0,000 a	0,000 a
TP	0,000 ab	0,000 a
C	0,000 b	0,000 a
Pr >		
F(Modèle)	0,087	0,139
Significatif	Non	Non

**Synthèse (Moyennes estimées) - Durée
de stockage :**

	IR CO ₂ (22°C)	IR CO ₂ (10°C)
1	0,000 a	0,000 ab
4	0,000 a	0,000 a
2	0,000 a	0,000 ab
3	0,000 a	0,000 b
5	0,000 a	0,000 ab
Pr >		
F(Modèle)	0,087	0,139
Significatif	Non	Non

Tableaux des résultats statistiques de la 2^{ème} partie d'étude (dattes stockées à 22°C et à 10°C).

Synthèse (Moyennes estimées) - Longueur (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	44,778 a	41,667 a	42,778 a	43,222 a	42,444 a	42,778 ab
TE	41,889 b	41,333 a	42,778 a	42,667 ab	43,444 a	44,000 a
TNE	42,778 b	41,667 a	40,778 b	41,556 ab	40,333 bc	39,889 c
NTNE	41,778 b	42,556 a	41,778 ab	40,667 b	40,000 c	42,556 ab
NTE	42,111 b	41,333 a	40,222 b	41,000 b	42,111 ab	41,667 bc
Pr >						
F(Modèle)	0,009	0,714	0,019	0,039	0,003	0,004
Significatif	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Longueur (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	43,556 a	43,111 a	41,667 ab	41,556 ab	41,556 a	40,889 a
NTNE	43,556 a	43,000 a	41,778 ab	41,222 b	40,333 a	42,111 a
NTE	43,333 a	41,667 b	40,444 bc	42,333 ab	41,556 a	41,222 a
TE	41,444 b	41,556 b	42,667 a	43,444 a	41,333 a	40,111 a
TNE	43,778 a	41,111 b	39,667 c	41,111 b	40,667 a	41,444 a
Pr >						
F(Modèle)	0,047	0,004	0,015	0,123	0,512	0,282
Significatif	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Largeur (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
TNE	22,778 a	21,222 a	21,667 a	19,778 ab	21,556 a	19,333 c
C	20,556 b	20,333 a	22,222 a	20,889 a	21,889 a	20,333 bc
NTNE	22,111 ab	20,444 a	21,444 a	20,333 ab	19,889 a	20,778 ab
NTE	21,444 ab	20,778 a	19,556 b	20,222 ab	19,778 a	21,778 a
TE	21,111 b	20,778 a	19,778 b	19,222 b	20,556 a	19,889 bc
Pr >						
F(Modèle)	0,044	0,791	0,002	0,209	0,133	0,007
Significatif	Oui	Non	Oui	Non	Non	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Largeur (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, diffèrent par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	21,333 a	20,889 a	21,222 ab	21,667 a	21,444 a	21,667 a
NTE	21,444 a	20,778 a	21,556 a	21,111 a	19,889 a	20,333 ab
NTNE	22,222 a	21,111 a	20,333 ab	21,000 a	20,667 a	19,556 b
TNE	22,333 a	19,444 a	20,778 ab	20,333 a	21,111 a	20,889 ab
TE	20,556 a	20,333 a	19,667 b	20,667 a	21,222 a	19,333 b
Pr >						
F(Modèle)	0,280	0,329	0,137	0,716	0,552	0,064
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids total (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, diffèrent par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	10,723 a	11,363 a	11,880 a	11,617 a	10,762 b	11,258 a
NTNE	11,249 a	10,877 ab	10,564 b	11,496 a	10,764 b	10,147 ab
TNE	11,368 a	10,444 ab	10,261 b	10,986 a	11,037 b	11,108 ab
TE	11,327 a	11,062 ab	10,607 b	11,026 a	10,694 b	9,927 b
NTE	10,513 a	10,273 b	10,329 b	11,110 a	12,074 a	10,960 ab
Pr >						
F(Modèle)	0,179	0,170	0,015	0,407	0,030	0,080
Significatif	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids total (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	10,069 b	11,851 a	11,266 a	10,672 a	10,977 ab	11,279 a
TNE	10,313 b	10,100 b	11,002 a	11,168 a	11,633 a	10,578 a
TE	10,488 b	10,356 b	11,034 a	10,516 a	10,137 bc	10,701 a
NTNE	11,536 a	10,360 b	10,181 a	10,556 a	9,913 c	9,984 a
NTE	10,832 ab	10,244 b	10,427 a	10,052 a	10,858 abc	10,368 a
Pr >						
F(Modèle)	0,002	0,003	0,197	0,355	0,007	0,277
Significatif	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids du noyau (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
NTE	0,944 a	0,933 a	0,833 a	0,878 a	0,778 ab	0,722 a
TNE	0,956 a	0,889 ab	0,744 a	0,822 ab	0,811 ab	0,844 a
TE	0,900 a	0,867 ab	0,933 a	0,844 ab	0,744 b	0,867 a
NTNE	0,922 a	0,822 ab	0,811 a	0,656 b	0,967 a	0,844 a
C	0,944 a	0,756 b	0,756 a	0,733 ab	0,833 ab	0,733 a
Pr >						
F(Modèle)	0,928	0,078	0,277	0,104	0,207	0,306
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Poids du noyau (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	M0	M1	M2	M3	M4	M5
C	0,833 b	0,944 a	0,844 a	0,944 a	0,778 a	0,878 a
TNE	0,922 ab	0,933 a	0,978 a	0,867 a	0,778 a	0,722 a
NTE	0,911 ab	0,889 a	0,867 a	0,811 a	0,844 a	0,756 a
TE	0,922 ab	0,789 a	0,822 a	0,856 a	0,800 a	0,744 a
NTNE	1,000 a	0,922 a	0,811 a	0,756 a	0,744 a	0,767 a
Pr >						
F(Modèle)	0,263	0,300	0,605	0,341	0,882	0,674
Significatif	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Rapport de qualité R% : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	R% (22°C)	R% (10°C)
NTE	7,845 a	8,089 a
TNE	7,768 a	8,057 a
TE	7,988 a	7,808 a
NTNE	7,740 a	7,981 a
C	7,064 a	7,910 a
Pr >		
F(Modèle)	0,312	0,035
Significatif	Non	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques physicochimiques et biochimiques (22°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	pH	Taux d'Humidités (%MF)	Acidité mEq/100g MS	Sucres Totaux (%MF)	Indice r	Sucres Réducteurs (%MF)	Taux Inversion	Saccharose (%MF)	Protéines (%)	Lipides (%)	Vitamines C (mg/100g MF)	Taux de Cendres (%)
C	5,740 ab	23,582 a	5,342 c	55,063 a	2,336 a	20,590 a	0,392 a	34,473 a	1,920 a	0,595 a	6,508 a	1,313 a
NTE	5,892 a	24,098 a	5,825 bc	50,627 ab	2,099 ab	19,077 a	0,398 a	31,550 ab	1,807 a	0,527 a	5,630 b	1,292 a
TE	5,525 abc	24,003 a	5,590 bc	51,982 ab	2,170 ab	18,970 a	0,378 a	33,012 ab	1,042 b	0,243 b	5,028 b	1,190 a
NTNE	5,405 bc	23,485 a	6,328 a	46,610 b	1,980 b	20,637 a	0,456 a	25,973 b	1,003 b	0,041 c	4,342 c	1,222 a
TNE	5,182 c	23,803 a	6,065 ab	49,100 ab	2,064 ab	19,325 a	0,394 a	29,775 ab	0,855 b	0,140 bc	3,947 c	1,168 a
Pr >												
F(Modèle)	0,021	0,086	0,003	<0,0001	<0,0001	0,921	0,009	<0,0001	0,002	<0,0001	<0,0001	0,006
Significatif	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques physicochimiques et biochimiques (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différaient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	pH	Taux d'Humidités (%MF)	Acidité mEq/100g MS	Sucres Totaux (%MF)	Indice r	Sucres Réducteurs (%MF)	Taux Inversion	Saccharose (%MF)	Protéines (%)	Lipides (%)	Vitamines C (mg/100g MF)	Taux de Cendres (%)
C	5,235 b	23,818 a	5,685 ab	57,918 a	2,426 a	22,288 a	0,386 a	35,630 a	1,740 a	0,537 a	4,860 a	1,242 a
NTE	5,292 b	23,477 ab	5,892 a	54,145 ab	2,308 a	20,735 a	0,388 a	33,410 ab	1,663 a	0,348 b	4,263 ab	1,337 a
TE	5,467 ab	22,965 ab	5,230 ab	49,500 bc	2,156 a	19,473 a	0,402 a	30,027 bc	1,702 a	0,201 c	3,915 abc	1,200 a
NTNE	6,092 a	22,203 ab	5,148 ab	47,917 c	2,160 a	19,225 a	0,416 a	28,692 bc	1,393 a	0,222 c	3,500 bc	1,185 a
TNE	5,978 ab	21,757 b	4,922 b	46,200 c	2,130 a	19,928 a	0,442 a	26,272 c	1,312 a	0,173 c	2,938 c	1,277 a
Pr >												
F(Modèle)	0,164	0,009	0,141	<0,0001	0,004	0,114	0,027	<0,0001	0,053	<0,0001	0,000	0,148
Significatif	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Infestation : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	Infestation % (22°C)	Infestation % (10°C)
NTNE	69,183 a	63,065 a
TNE	58,090 ab	58,332 a
C	50,968 bc	46,330 b
NTE	43,858 cd	38,015 bc
TE	37,552 d	34,890 c
Pr >		
F(Modèle)	<0,0001	<0,0001
Significatif	Oui	Oui

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques microbiologiques (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml
NTNE	3296 a	20371 a	9530 a
NTE	925 b	25556 a	12285 a
C	1257 b	13566 a	655 a
TE	1227 b	10755 a	1800 a
TNE	599 b	11439 a	1508 a
Pr > F(Modèle)	0,141	0,887	0,107
Significatif	Non	Non	Non

Synthèse (Moyennes estimées) - Caractéristiques microbiologiques (10°C) : Sur la même ligne, les moyennes suivies des mêmes lettres ne sont pas statistiquement différentes, différeraient par le test de plage multiple de Duncan au niveau de 5%.

	FAMT UFC/ml	LEVURES UFC/ml	MOISSURES UFC/ml
NTNE	12725 a	15633 a	6985 a
C	15721 a	2147 a	2400 ab
NTE	2905 a	2692 a	5037 ab
TNE	1335 a	6468 a	2200 ab
TE	2394 a	5291 a	1234 b
Pr > F(Modèle)	0,239	0,657	0,067
Significatif	Non	Non	Non

Tableaux des résultats statistiques de l'analyse sensorielle de la 2^{ème} partie d'étude.

Données du test de classement¹ par rang d'acceptation

Echantillons de dattes stockées à 22°C					
Dégustateur	Témoin (A)	NTE (B)	TE (C)	NTNE (D)	TNE (E)
S1	1	1	1	1	1
S2	1	1	1	1	1
S3	1	2	1	1	1
S4	2	2	1	1	1
S5	1	1	1	1	1
S6	1	2	1	1	1
S7	2	1	1	1	1
S8	1	1	1	3	1
S9	1	1	1	2	1
S10			1	1	3
S11			3	2	2
S12			2	1	1
S13			2	3	3
S14			2	1	2
S15			1	1	2
Total des cotes	11	12	20	21	22

¹ Cote la plus élevée = 1 = plus acceptable, 2 = moins acceptable, 3 = inacceptable.

Les différences entre les paires de totaux étaient les suivantes :

Interprétation des résultats ;

La valeur critique calculée pour $p = 0,05$, pour 15 dégustateurs et cinq échantillons est 24 d'après le Tableau. L'échantillon A et C était donc sensiblement différente et les autres échantillons A et B était aussi sensiblement différente. Les dégustateurs ont trouvé que l'échantillon B et A était moins acceptable que les autres échantillons.

E-D = 22-21=1
 E-C=22-20=2
 E-B=22-12=10
 E-A=22-11=11
 D-C=21-20=1
 D-B=21-12=9
 D-A=21-11=10
 C-B=20-12=8
 C-A=20-11=9
 B-A= 12-11=1

Données du test de classement¹ par rang d'acceptation

Echantillons de dattes stockées à 10°C					
Dégustateur	Témoin (A)	NTE (B)	TE (C)	NTNE (D)	TNE (E)
S1	3	1	1	2	2
S2	2	3	1	2	2
S3	2	3	1	1	1
S4	1	2	2	2	3
S5	1	2	1	1	3
S6	1	1	3	2	3
S7	1	2	1	1	3
S8	1	1	1	1	3
S9	1	2	1	1	1
S10			1	3	2
S11			1	3	3
S12			1	3	2
S13			1	2	2
S14			3	2	1
S15			1	2	1
Total des cotes	13	17	20	28	32

1 Cote la plus élevée = 1 = plus acceptable, 2 = moins acceptable, 3 = inacceptable.

Les différences entre les paires de totaux étaient les suivantes :

Interprétation des résultats ;

La valeur critique calculée pour $p = 0,05$, pour 15 dégustateurs et cinq échantillons est 24 d'après le Tableau. L'échantillon E et D était donc sensiblement différente et les autres échantillons C et B était aussi sensiblement différente. Les dégustateurs ont trouvé que l'échantillon B et A était moins acceptable que les autres échantillons.

$$\begin{aligned} E-D &= 32-28=4 \\ E-C &= 32-20=12 \\ E-B &= 32-17=15 \\ E-A &= 32-13=19 \\ D-C &= 28-20=8 \\ D-B &= 28-17=11 \\ D-A &= 28-13=15 \\ C-B &= 20-17=11 \\ C-A &= 20-13=7 \\ B-A &= 17-13=4 \end{aligned}$$

Plan pour le test triangulaire

Echantillons de dattes stockées à 22°C						Réponse du sujet	Réponse correcte	Correct/incorrect
Dégustateur	Témoin	NTE	TE	NTNE	TNE			
S1	B	A	C	A	A	A	A	(+)
S2	B	A	A	B	C	B	B	(+)
S3	A	B	A	A	B	B	B	(+)
S4	B	A	A	B	B	C	C	(+)
S5	A	C	B	A	B	A	B	(-)
S6	B	A	B	B	B	B	A	(-)
S7	C	A	C	A	B	A	A	(+)
S8	A	B	A	B	A	A	A	(+)
S9	A	A	B	A	A	B	B	(+)
S10	B	C	A	B	C	A	A	(+)
S11	A	B	B	A	A	C	C	(+)
S12	A	B	C	B	B	C	C	(+)
S13	C	A	A	B	B	B	C	(-)
S14	A	C	A	A	C	A	A	(+)
S15	B	B	C	B	A	A	B	(-)

Au moyen du tableau statistique, on a comparé le nombre total de dégustateurs ayant de bonnes réponses (X) au nombre total de dégustateurs (n) et déterminé le niveau de signification. Le Tableau indique que pour un ensemble de 15 dégustateurs et 11 bonnes réponses, le niveau de signification est de 0,02. On en a conclu que la différence entre les échantillons était significative au niveau de probabilité de 0,02, puisque 11 des 15 dégustateurs avaient bien choisi l'échantillon différent. Après cinq mois d'entreposage, les dattes qui avaient reçu un traitement de combinaison étaient donc bien différentes des autres échantillons qui n'en avaient pas reçu un traitement de combinaison.

Plan pour le test triangulaire

Echantillons de dattes stockées à 10°C						Réponse du sujet	Réponse correcte	Correct/incorrect
Dégustateur	Témoin	NTE	TE	NTNE	TNE			
S1	A	E	A	E	D	B	B	(+)
S2	A	A	D	D	D	C	C	(+)
S3	A	B	A	C	A	A	A	(+)
S4	B	B	A	D	A	E	E	(+)
S5	C	D	D	A	D	B	D	(-)
S6	B	E	D	B	D	D	C	(-)
S7	D	A	C	C	B	E	A	(-)
S8	E	D	A	A	A	E	E	(+)
S9	A	A	B	E	D	A	B	(+)
S10	D	C	D	B	C	D	B	(-)
S11	D	B	D	D	A	E	E	(+)
S12	C	D	C	E	E	A	A	(+)
S13	A	E	A	E	D	D	B	(-)
S14	B	D	A	A	C	D	D	(+)
S15	D	C	C	B	A	A	C	(-)

Au moyen du tableau statistique, on a comparé le nombre total de dégustateurs ayant de bonnes réponses (X) au nombre total de dégustateurs (n) et déterminé le niveau de signification. Le Tableau indique que pour un ensemble de 15 dégustateurs et 9 bonnes réponses, le niveau de signification est de 0,03. On en a conclu que la différence entre les échantillons était significative au niveau de probabilité de 0,03, puisque 9 des 15 dégustateurs avaient bien choisi l'échantillon différent. Après cinq mois d'entreposage, les dattes qui avaient reçu un traitement de combinaison étaient donc bien différentes des autres échantillons qui n'en avaient pas reçu un traitement de combinaison.

Tableau 1. Différences des sommes de classement par rang absolu critiques pour les comparaisons de «tous les traitements, à un seuil de signification de 5 %

Dégustateurs	Nombre d'échantillons									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	44
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	66
16	14	19	25	31	37	42	49	55	61	67
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71
19	15	21	27	33	40	46	53	60	66	73
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	79
23	16	23	30	37	44	51	58	65	73	80
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	82
25	17	24	31	38	46	53	61	68	76	84
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87
28	18	25	33	40	48	56	64	72	80	89
29	18	26	33	41	49	57	65	73	82	90
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92
31	19	27	34	42	51	59	67	76	85	93
32	19	27	35	43	51	60	68	77	86	95
33	20	27	36	44	52	61	70	78	87	96
34	20	28	36	44	53	62	71	79	89	98
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102
38	21	29	38	47	56	65	75	84	94	103
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	105
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109
43	22	31	41	50	60	69	79	89	99	110
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111
45	23	32	41	51	61	71	81	91	102	112
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	114
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	115
48	23	33	43	53	63	73	84	94	105	116
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117
50	24	34	44	54	64	75	85	96	107	118
55	25	35	46	56	67	78	90	101	112	124
60	26	37	48	59	70	82	94	105	117	130
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135
70	28	40	52	64	76	88	101	114	127	140
75	29	41	53	66	79	91	105	118	131	145
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150
85	31	44	57	70	84	97	111	125	140	154
90	32	45	58	72	86	100	114	129	144	159
95	33	46	60	74	88	103	118	133	148	163
100	34	47	61	76	91	105	121	136	151	167

On se sert des valeurs exactes adaptées de Hollander et Wolfe (1973) jusqu'à 15 dégustateurs.

On peut se servir d'interpolation pour les valeurs de tableau non spécifiées faisant appel à plus de 50 dégustateurs.

Tableau 2. Test binomial à une queue

Probabilité de jugements corrects égale ou supérieure à X avec n essais (p=1/3)

n \ X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
5		868	539	210	045	004																							
6		912	649	320	100	018	001																						
7		941	737	429	173	045	007																						
8		961	805	532	259	088	020	003																					
9		974	857	623	350	145	042	008	001																				
10		983	896	701	441	213	077	020	003																				
11		988	925	766	527	289	122	039	009	001																			
12		992	946	819	607	368	178	066	019	004	001																		
13		995	961	861	678	448	241	104	035	009	002																		
14		997	973	895	739	524	310	149	058	017	004	001																	
15		998	981	921	791	596	382	203	088	031	008	002																	
16		998	986	941	834	661	453	263	126	050	016	004	001																
17		999	990	956	870	719	522	326	172	075	027	008	002																
18		999	993	967	898	769	588	391	223	108	043	014	004	001															
19			995	976	921	812	648	457	279	146	065	024	007	002															
20			997	982	940	848	703	521	339	191	092	038	013	004	001														
21			998	987	954	879	751	581	399	240	125	056	021	007	002														
22			998	991	965	904	794	638	460	293	163	079	033	012	003	001													
23			999	993	974	924	831	690	519	349	206	107	048	019	036	002													
24			999	995	980	941	862	737	576	406	254	140	068	028	010	003	001												
25			999	996	985	954	888	778	630	462	304	178	092	042	016	006	002												
26				997	989	964	910	815	679	518	357	220	121	058	025	009	003	001											
27				998	992	972	928	847	725	572	411	266	154	079	036	014	005	002											
28				999	994	979	943	874	765	623	464	314	191	104	050	022	008	003	001										
29				999	996	984	955	897	801	670	517	364	232	133	068	031	013	005	001										
30				999	997	988	965	916	833	714	568	415	276	166	090	043	019	007	002	001									
31					998	991	972	932	861	754	617	466	322	203	115	059	027	011	004	001									
32					998	993	978	946	885	789	662	516	370	243	144	078	038	016	006	002	001								
33					999	995	983	957	905	821	705	565	419	285	177	100	051	023	010	004	001								
34					999	996	987	965	922	849	744	612	468	330	213	126	067	033	014	006	002	001							
35					999	997	990	973	937	873	779	656	516	376	252	155	087	044	020	009	003	001							
36						998	992	978	949	895	810	697	562	422	293	187	109	058	028	012	005	002	001						
37						998	994	963	959	913	838	735	607	469	336	223	135	075	038	018	007	003	001						
38						999	996	987	967	928	863	769	650	515	381	261	164	095	051	025	011	004	002	001					
39						999	997	990	973	941	885	800	689	560	425	301	196	118	066	033	016	007	003	001					
40						999	997	992	979	952	903	829	726	603	470	342	231	144	083	044	021	010	004	001					
41							998	994	983	961	920	854	761	644	515	385	268	173	104	057	029	014	006	002	001				
42							999	995	987	968	933	876	791	683	558	428	307	205	127	073	038	019	008	003	001				
43							999	996	990	974	945	895	820	719	600	471	347	239	153	091	050	025	012	005	002	001			
44							999	997	992	980	955	912	845	753	639	514	389	275	182	111	063	033	016	007	003	001			
45							999	998	994	984	963	926	867	783	677	556	430	313	213	135	079	043	022	010	004	002	001		
46								998	995	987	970	938	887	811	713	596	472	352	246	161	098	055	029	014	006	003	001		
47								999	996	990	976	949	904	836	745	635	514	392	282	189	119	070	038	019	009	004	002	001	
48								999	997	992	980	958	919	859	776	672	554	433	318	220	142	086	048	025	012	006	002	001	
49								999	998	994	984	965	932	879	803	706	593	473	356	253	168	105	061	033	017	008	003	001	
50								999	998	995	987	972	943	896	829	739	631	513	395	287	196	126	076	042	022	011	005	002	001

Note : Il faut rajouter devant chaque chiffre «0,».

Tableau 3. Distribution de F à un seuil de signification de 5%.

$\nu_1 \backslash \nu_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8868	8.8452	8.8123
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3883	6.2560	6.1631	6.0942	6.0410	5.9988
5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725
6	5.9874	5.1433	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2066	4.1468	4.0990
7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870	3.7257	3.6767
8	5.3177	4.4590	4.0662	3.8378	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881
9	5.1174	4.2565	3.8626	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.9480	2.8962
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876
16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143	2.5480	2.4943
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227
20	4.3513	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.5990	2.5140	2.4471	2.3928
21	4.3248	3.4668	3.0726	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3661
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419
23	4.2793	3.4221	3.0280	2.7955	2.6400	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002
25	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.6030	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821
26	4.2252	3.3690	2.9751	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655
27	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501
28	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360
29	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2782	2.2229
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107
40	4.0848	3.2317	2.8387	2.6060	2.4495	2.3359	2.2490	2.1802	2.1240
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2540	2.1665	2.0970	2.0401
120	3.9201	3.0718	2.6802	2.4472	2.2900	2.1750	2.0867	2.0164	1.9588
∞	3.8415	2.9957	2.6049	2.3719	2.2141	2.0986	2.0096	1.9384	1.8799

Note : Dans ce tableau, il faut remplacer le point décimal par la virgule décimale.
Ce tableau donne les valeurs de F pour lesquelles $I_F(\nu_1, \nu_2) = 0,05$.

Tableau 3. (Suite) Distribution de F à un seuil de signification de 5%.

$\nu_1 \backslash \nu_2$	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.09	251.14	252.20	253.25	254.32
2	19.396	19.413	19.429	19.446	19.454	19.462	19.471	19.479	19.487	19.496
3	8.7855	8.7446	8.7029	8.6602	8.6385	8.6166	8.5944	8.5720	8.5494	8.5265
4	5.9644	5.9117	5.8578	5.8025	5.7744	5.7459	5.7170	5.6878	5.6581	5.6281
5	4.7351	4.6777	4.6188	4.5581	4.5272	4.4957	4.4638	4.4314	4.3984	4.3650
6	4.0600	3.9999	3.9381	3.8742	3.8415	3.8082	3.7743	3.7398	3.7047	3.6688
7	3.6365	3.5747	3.5108	3.4445	3.4105	3.3758	3.3404	3.3043	3.2674	3.2298
8	3.3472	3.2840	3.2184	3.1503	3.1152	3.0794	3.0428	3.0053	2.9669	2.9276
9	3.1373	3.0729	3.0061	2.9365	2.9005	2.8637	2.8259	2.7872	2.7475	2.7067
10	2.9782	2.9130	2.8450	2.7740	2.7372	2.6996	2.6609	2.6211	2.5801	2.5379
11	2.8536	2.7876	2.7186	2.6464	2.6090	2.5705	2.5309	2.4901	2.4480	2.4045
12	2.7534	2.6866	2.6169	2.5436	2.5055	2.4663	2.4259	2.3842	2.3410	2.2962
13	2.6710	2.6037	2.5331	2.4589	2.4202	2.3803	2.3392	2.2966	2.2524	2.2064
14	2.6021	2.5342	2.4630	2.3879	2.3487	2.3082	2.2664	2.2230	2.1778	2.1307
15	2.5437	2.4753	2.4035	2.3275	2.2878	2.2468	2.2043	2.1601	2.1141	2.0658
16	2.4935	2.4247	2.3522	2.2756	2.2354	2.1938	2.1507	2.1058	2.0589	2.0096
17	2.4499	2.3807	2.3077	2.2304	2.1898	2.1477	2.1040	2.0584	2.0107	1.9604
18	2.4117	2.3421	2.2686	2.1906	2.1497	2.1071	2.0629	2.0166	1.9681	1.9168
19	2.3779	2.3080	2.2341	2.1555	2.1141	2.0712	2.0264	1.9796	1.9302	1.8780
20	2.3479	2.2776	2.2033	2.1242	2.0825	2.0391	1.9938	1.9464	1.8963	1.8432
21	2.3210	2.2504	2.1757	2.0960	2.0540	2.0102	1.9645	1.9165	1.8657	1.8117
22	2.2967	2.2258	2.1508	2.0707	2.0283	1.9842	1.9380	1.8895	1.8380	1.7831
23	2.2747	2.2036	2.1282	2.0476	2.0050	1.9605	1.9139	1.8649	1.8128	1.7570
24	2.2547	2.1834	2.1077	2.0267	1.9838	1.9390	1.8920	1.8424	1.7897	1.7331
25	2.2365	2.1649	2.0889	2.0075	1.9643	1.9192	1.8718	1.8217	1.7684	1.7110
26	2.2197	2.1479	2.0716	1.9898	1.9464	1.9010	1.8533	1.8027	1.7488	1.6906
27	2.2043	2.1323	2.0558	1.9736	1.9299	1.8842	1.8361	1.7851	1.7307	1.6717
28	2.1900	2.1179	2.0411	1.9586	1.9147	1.8687	1.8203	1.7689	1.7138	1.6541
29	2.1768	2.1045	2.0275	1.9446	1.9005	1.8543	1.8055	1.7537	1.6981	1.6377
30	2.1646	2.0921	2.0148	1.9317	1.8874	1.8409	1.7918	1.7396	1.6835	1.6223
40	2.0772	2.0035	1.9245	1.8389	1.7929	1.7444	1.6928	1.6373	1.5766	1.5089
60	1.9926	1.9174	1.8364	1.7480	1.7001	1.6491	1.5943	1.5343	1.4673	1.3893
120	1.9105	1.8337	1.7505	1.6587	1.6084	1.5543	1.4952	1.4290	1.3519	1.2539
∞	1.8307	1.7522	1.6664	1.5705	1.5173	1.4591	1.3940	1.3180	1.2214	1.0000

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{\nu_2 S_1}{\nu_1 S_2}$$

Tableau 4.
Valeurs critiques (valeurs de Q) pour le Test de comparaisons multiples de Duncan
à un seuil de signification de 5 %

ν	p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1		17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2		6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3		4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4		3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5		3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6		3.461	3.587	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7		3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8		3.261	3.399	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9		3.199	3.339	3.420	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10		3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522	3.525	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11		3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501	3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12		3.082	3.225	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484	3.491	3.496	3.498	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13		3.055	3.200	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470	3.478	3.484	3.488	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14		3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457	3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.484	3.485	3.485	3.485	3.485
15		3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.480	3.481	3.481	3.481	3.481
16		2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.449	3.458	3.465	3.470	3.473	3.477	3.478	3.478	3.478	3.478
17		2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429	3.441	3.451	3.459	3.465	3.469	3.473	3.475	3.476	3.476	3.476
18		2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421	3.435	3.445	3.454	3.460	3.465	3.470	3.472	3.474	3.474	3.474
19		2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.429	3.440	3.449	3.456	3.462	3.467	3.470	3.472	3.473	3.473
20		2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409	3.424	3.436	3.445	3.453	3.459	3.464	3.467	3.470	3.472	3.472
24		2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390	3.406	3.420	3.432	3.441	3.449	3.456	3.461	3.465	3.469	3.469
30		2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371	3.389	3.405	3.418	3.430	3.439	3.447	3.454	3.460	3.466	3.466
40		2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352	3.373	3.390	3.405	3.418	3.429	3.439	3.448	3.456	3.463	3.463
60		2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333	3.355	3.374	3.391	3.406	3.419	3.431	3.442	3.451	3.460	3.460
120		2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314	3.337	3.359	3.377	3.394	3.409	3.423	3.435	3.446	3.457	3.457
∞		2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294	3.320	3.343	3.363	3.382	3.399	3.414	3.428	3.442	3.454	3.454

Note : Dans ce tableau, il faut remplacer le point décimal par la virgule décimale.

ν = dl (Erreur)

p = nombre de moyennes comparées dans la gamme

Tableau 4. Suite
Valeurs critiques (valeurs de Q) pour le Test de comparaisons multiples de Duncan
à un seuil de signification de 5 %

r	p	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	50	60	70	80	90	100
1		17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2		6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3		4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4		4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5		3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6		3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7		3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.636	3.626	3.626	3.626	3.626
8		3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9		3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10		3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11		3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12		3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13		3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14		3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485
15		3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481
16		3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478
17		3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476	3.476
18		3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
19		3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
20		3.473	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
24		3.471	3.475	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477
30		3.470	3.477	3.481	3.484	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486	3.486
40		3.469	3.479	3.486	3.492	3.497	3.500	3.503	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504	3.504
60		3.467	3.481	3.492	3.501	3.509	3.515	3.521	3.525	3.529	3.531	3.534	3.537	3.537	3.537	3.537	3.537	3.537
120		3.466	3.483	3.498	3.511	3.522	3.532	3.541	3.548	3.555	3.561	3.566	3.585	3.596	3.600	3.601	3.601	3.601
∞		3.466	3.486	3.505	3.522	3.536	3.550	3.562	3.574	3.584	3.594	3.603	3.640	3.668	3.690	3.708	3.722	3.735

Tableau 5.

Valeurs critiques (valeurs de Q) pour le Test de comparaisons multiples de Duncan à un seuil de signification de 1 %

ν	p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03
2		14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
3		8.261	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321
4		6.512	6.677	6.740	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756
5		5.702	5.893	5.989	6.040	6.065	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074
6		5.243	5.439	5.549	5.614	5.655	5.680	5.694	5.701	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703
7		4.949	5.145	5.260	5.334	5.383	5.416	5.439	5.454	5.464	5.470	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472
8		4.746	4.939	5.057	5.135	5.189	5.227	5.256	5.276	5.291	5.302	5.309	5.314	5.316	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317
9		4.596	4.787	4.906	4.986	5.043	5.086	5.118	5.142	5.160	5.174	5.185	5.193	5.199	5.203	5.205	5.206	5.206	5.206
10		4.482	4.671	4.790	4.871	4.931	4.975	5.010	5.037	5.058	5.074	5.088	5.098	5.106	5.112	5.117	5.120	5.122	5.124
11		4.392	4.579	4.697	4.780	4.841	4.887	4.924	4.952	4.975	4.994	5.009	5.021	5.031	5.039	5.045	5.050	5.054	5.057
12		4.320	4.504	4.622	4.706	4.767	4.815	4.852	4.883	4.907	4.927	4.944	4.958	4.969	4.978	4.986	4.993	4.998	5.002
13		4.260	4.442	4.560	4.644	4.706	4.755	4.793	4.824	4.850	4.872	4.889	4.901	4.917	4.928	4.937	4.944	4.950	4.956
14		4.210	4.391	4.508	4.591	4.654	4.704	4.743	4.775	4.802	4.824	4.843	4.859	4.872	4.884	4.894	4.902	4.910	4.916
15		4.168	4.347	4.463	4.547	4.610	4.660	4.700	4.733	4.760	4.783	4.803	4.820	4.834	4.846	4.857	4.866	4.874	4.881
16		4.131	4.309	4.425	4.509	4.572	4.622	4.663	4.696	4.724	4.748	4.768	4.786	4.800	4.813	4.825	4.835	4.844	4.851
17		4.099	4.275	4.391	4.475	4.539	4.589	4.630	4.664	4.693	4.717	4.738	4.756	4.771	4.785	4.797	4.807	4.816	4.824
18		4.071	4.246	4.362	4.445	4.509	4.560	4.601	4.635	4.664	4.689	4.711	4.729	4.745	4.759	4.772	4.783	4.792	4.801
19		4.046	4.220	4.335	4.419	4.483	4.534	4.575	4.610	4.639	4.665	4.686	4.705	4.722	4.736	4.749	4.761	4.771	4.780
20		4.024	4.197	4.312	4.395	4.459	4.510	4.552	4.587	4.617	4.642	4.664	4.684	4.701	4.716	4.729	4.741	4.751	4.761
24		3.956	4.126	4.239	4.322	4.386	4.437	4.480	4.516	4.546	4.573	4.596	4.616	4.634	4.651	4.665	4.678	4.690	4.700
30		3.889	4.058	4.168	4.250	4.314	4.366	4.409	4.445	4.477	4.504	4.528	4.550	4.569	4.586	4.601	4.615	4.628	4.640
40		3.825	3.988	4.098	4.180	4.244	4.296	4.339	4.376	4.408	4.436	4.461	4.483	4.503	4.521	4.537	4.553	4.566	4.579
60		3.762	3.922	4.031	4.111	4.174	4.226	4.270	4.307	4.340	4.368	4.394	4.417	4.438	4.456	4.474	4.490	4.504	4.518
120		3.702	3.858	3.965	4.044	4.107	4.158	4.202	4.239	4.272	4.301	4.327	4.351	4.372	4.392	4.410	4.426	4.442	4.456
∞		3.643	3.796	3.900	3.978	4.040	4.091	4.135	4.172	4.205	4.235	4.261	4.285	4.307	4.327	4.345	4.363	4.379	4.394

Note : Dans ce tableau, il faut remplacer le point décimal par la virgule décimale.

ν = dl(Erreur)

p = nombre de moyennes comparées dans la gamme

Tableau 5. Suite

Valeurs critiques (valeurs de Q) pour le Test de comparaisons multiples de Duncan à un seuil de signification de 1 %

r	p	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	50	60	70	80	90	100
1		90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03	90.03
2		14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04	14.04
3		8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321	8.321
4		6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756	6.756
5		6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074	6.074
6		5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703	5.703
7		5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472	5.472
8		5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317	5.317
9		5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206	5.206
10		5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124	5.124
11		5.059	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061	5.061
12		5.006	5.010	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011	5.011
13		4.960	4.966	4.970	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972	4.972
14		4.921	4.929	4.935	4.938	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940	4.940
15		4.887	4.897	4.904	4.909	4.912	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914	4.914
16		4.858	4.869	4.877	4.883	4.887	4.890	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892	4.892
17		4.832	4.844	4.853	4.860	4.865	4.869	4.872	4.873	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874	4.874
18		4.808	4.821	4.832	4.839	4.846	4.850	4.854	4.856	4.857	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858	4.858
19		4.788	4.802	4.812	4.821	4.828	4.833	4.838	4.841	4.843	4.844	4.845	4.845	4.845	4.845	4.845	4.845	4.845
20		4.769	4.784	4.795	4.805	4.813	4.818	4.823	4.827	4.830	4.832	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833	4.833
24		4.710	4.727	4.741	4.752	4.762	4.770	4.777	4.783	4.788	4.791	4.794	4.802	4.802	4.802	4.802	4.802	4.802
30		4.650	4.669	4.685	4.699	4.711	4.721	4.730	4.738	4.744	4.750	4.755	4.772	4.777	4.777	4.777	4.777	4.777
40		4.591	4.611	4.630	4.645	4.659	4.671	4.682	4.692	4.700	4.708	4.715	4.740	4.754	4.761	4.764	4.764	4.764
60		4.530	4.553	4.573	4.591	4.607	4.620	4.633	4.645	4.655	4.665	4.673	4.707	4.730	4.745	4.755	4.761	4.765
120		4.469	4.494	4.516	4.535	4.552	4.568	4.583	4.596	4.609	4.619	4.630	4.673	4.703	4.727	4.745	4.759	4.770
∞		4.408	4.434	4.457	4.478	4.497	4.514	4.530	4.545	4.559	4.572	4.584	4.635	4.675	4.707	4.734	4.756	4.776

Figure 1. Bulletin pour le test hédonique sur les dattes en se servant d'une échelle à neuf niveaux, utilisée dans l'analyse sensorielle de la 1^{ère} partie.

Nom : _____				
Date : _____				
<p>Veillez examiner et goûter chaque échantillon de fèves noires dans l'ordre de gauche à droite, tel qu'indiqué sur le bulletin. Indiquez dans quelle mesure vous avez aimé ou pas aimé chaque échantillon en cochant la mention appropriée en dessous du numéro de code de chaque échantillon.</p>				
Code ____	Code ____	Code ____	Code ____	Code ____
<input type="checkbox"/> aimé	<input type="checkbox"/> aimé	<input type="checkbox"/> aimé	<input type="checkbox"/> aimé	<input type="checkbox"/> aimé
<input type="checkbox"/> énormément	<input type="checkbox"/> énormément	<input type="checkbox"/> énormément	<input type="checkbox"/> énormément	<input type="checkbox"/> énormément
<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup
<input type="checkbox"/> modérément	<input type="checkbox"/> modérément	<input type="checkbox"/> modérément	<input type="checkbox"/> modérément	<input type="checkbox"/> modérément
<input type="checkbox"/> un peu	<input type="checkbox"/> un peu	<input type="checkbox"/> un peu	<input type="checkbox"/> un peu	<input type="checkbox"/> un peu
<input type="checkbox"/> indifférent	<input type="checkbox"/> indifférent	<input type="checkbox"/> indifférent	<input type="checkbox"/> indifférent	<input type="checkbox"/> indifférent
<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé
<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup	<input type="checkbox"/> beaucoup
<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé	<input type="checkbox"/> pas aimé
<input type="checkbox"/> du tout	<input type="checkbox"/> du tout	<input type="checkbox"/> du tout	<input type="checkbox"/> du tout	<input type="checkbox"/> du tout
<input type="checkbox"/> détesté	<input type="checkbox"/> détesté	<input type="checkbox"/> détesté	<input type="checkbox"/> détesté	<input type="checkbox"/> détesté
Commentaires :	Commentaires :	Commentaires :	Commentaires :	Commentaires :

Figure 2. Fiche de l'analyse sensorielle utilisée dans de la 2^{ème} partie.

Date :				
Sexe :		Age :		
Fréquence de consommation des dattes	1/semaine	2/semaine	3/semaine	1/mois

Trois échantillons codés par des chiffres de dattes sont disposés sur une assiette blanche.

Vous devez les classer selon vos préférences.

1 ^{er} choix	2 ^{ème} choix	3 ^{ème} choix
-----------------------	------------------------	------------------------

Pour le test triangulaire on garde la même fiche, en ajoutant la question suivante :

- **Quelle est l'échantillon que vous percevez différent ?**

Valorisation du travail

Le travail mené dans cette thèse a fait l'objet de publications et communication nationales et internationales.

1. Publications nationales et internationales

- Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2021). **Microbial and morphological changes of Algerian Dates (*Phoenix dactylifera* L.) stored in combination with heat treatment and Modified Atmosphere Packaging (MAP).** Agrocienca Journal: Published Date: April 04, 2021. **(Catégorie A)**
- Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2020). **Individual and combined effects of postharvest heat disinfestation treatments associated with a Modified Atmosphere Packaging on the nutritional quality of Algerian Dates fruits (*Phoenix dactylifera* L.).** *Journal of Stored Products and Postharvest Research: JSPPR/05.06.20/0304.* Accepted Date: September 10, 2020. **(Catégorie B)**
- Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2020). **Study the effect of postharvest heat treatment on infestation rate of fruit Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Algeria.** *J Nut Sci Heal Diet 1(1): 37- 40.* Published Date: July 10; 2020. <http://dx.doi.org/10.47890/JNSHD/2020/MAMohamed/10243804>.
- Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2019). **Characterization of postharvest physiology of thermised Dates (*Phoenix dactylifera* L.), packed under a Modified Atmosphere (MAP).** *Revue Agrobiologia* (2019) 9(2): 1528-1542. Published Date: October 08, 2019. **(Catégorie B)**
- Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2018). **Etude d'effets d'une technique de désinfestation par traitements simples de thermisation sur les critères de qualité microbiologique de la datte Deglet noir (*Phoenix dactylifera* L.) au cours de différentes conditions de stockage.** *Revue Agrobiologia* (2018) 8(2): 1047-1057. Published Date: December 25, 2018. **(Catégorie B)**

2. Communication internationale

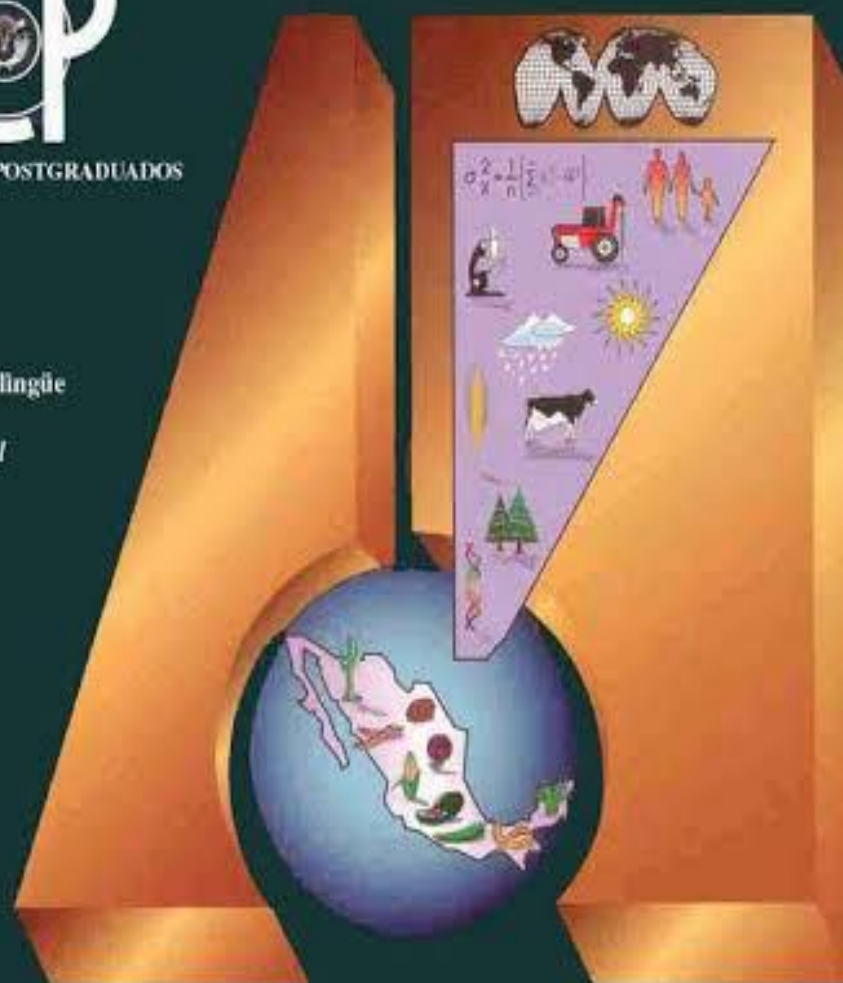
- Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2014). **Etude de l'effet d'emballage pour Atmosphères modifiées (MAP) et contrôlées (CAP) sur la qualité chimique, nutritionnelle et microbiologique des dattes au cours de stockage.** 3ème Workshop international sur les stress environnementaux et la conduite des cultures, Université de Blida 1 (Algérie), Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de Biotechnologies, Laboratoire en Biotechnologies des Productions végétales les **22-23-24 Mars 2014**.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

Totalmente bilingüe

Fully bilingual



Agrociencia

MÉXICO

Microbial and morphological changes of Algerian dates (*Phoenix dactylifera* L.) stored in combination with heat treatment and Modified Atmosphere Packaging (MAP)

Marouf Aribi Mohamed¹, Khali Mustapha² and Boutekrabt Lynda³

1. Department of Biotechnology, Laboratory of Biotechnology and Plant Productions, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria.

2. Department of Biotechnology, Laboratory for the Protection and Valorisation of Agrobiological Resources, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria.

3. The Thematic Research Agency in Biotechnology and Agri-food Sciences (ATRBSA), Constantine 25000, Algeria.

Abstract: Modified Atmosphere Packaging (MAP) is one of the most convenient packaging methods that could be useful in reducing the wastes and extending the crop's shelf life. This research aimed to assess the impact of MAP containing concentrations of carbon dioxide on microbial and morphological properties of Algerian Deglet Nour dates (*Phoenix dactylifera* L.). Date samples were packed separately in control and MAP treatment groups and stored at 10°C ±1°C and 22°C ±1°C. After 1, 2, 3, 4, and 5 storage month, total count of bacteria, molds, and yeast, length, width, total weight, date core weight, R-Index quality of samples were evaluated. The data were analyzed by STATISTICA version 6.1. Length, width, total weight, date core weight and R-Index quality in the MAP treatment groups were significantly ($p < 0.05$) lower than the control group. Length, width of the date samples not heat-treated were not significant ($p > 0.05$) decreased during 4 months of storage time using MAP with ambient temperature. The MAP group of 10°C ±1°C and control group at 22°C ±1°C had the microbial loads, highest, and lowest R-Index quality, respectively showing not significant differences ($p > 0.05$). The results of this study showed that application of the MAP method along with low temperature increases the shelf life of heat-treated Deglet Nour dates (*Phoenix dactylifera* L.).

Key words: Deglet Nour, Modified Atmosphere Packaging, Heat treatment, Shelf life.

1. Introduction

Phoenix dactylifera L. commonly known as date palm is one of the oldest and the most popular fruit tree which especially located in the hot arid regions of the world [1]. Fruit of *Phoenix dactylifera* L. has been gaining the researchers' attention since both pulp and seed have been utilized as food containing numerous nutrient elements such as protein, sugar, lipid, vitamins, magnesium, iron, potassium, and a significant amount of calcium [2, 3].

In recent years, global production of dates has increased, so that the date production rate has been doubled and reached to eight million tons from 1991 to 2010 [4]. Palm trees are well adapted to desert environments characterized by high temperature and lack of water. Dates are considered as the main fruit in arid and semi-arid areas, especially in South Africa and West Asia countries such as Algeria which is one of the largest producers of dates in the world. Several date cultivars are produced in Algeria especially Deglet Nour dates (*Phoenix dactylifera* L.) which is a popular cultivar grown mainly in the southern region of the country. Standardizing the quality of dates contributes to the evaluation of date products. Thus, the standard [5], concerning the marketing and the commercial quality control of dates published by the UN in 2010, contains provisions concerning: the qualities that dates must have at the export control stage, after conditioning and packaging, sizing, tolerances, presentation and marking.

Journal of
**Stored Products
and Postharvest
Research**

Vol. XX(XX), pp. XXX-XXX, XX XXXX 2020
 DOI: 10.5897/JSPPRXXXXXXX
 Article Number: XXXXXXXXXXXX
 ISSN: 2141-6567
 Copyright ©2020
 Author(s) retain the copyright of this article
<http://www.academicjournals.org/JSPPR>



**Journal of Stored Products
and Postharvest Research**

Figure 1. Means values of chemical composition of the samples of dates, stored at 22 and 10°C.
 NTP: Not thermized packed; TP: thermized packed; NTUP: not thermized unpacked; TUP: thermized unpacked.
Figure 2. Means values of biochemical composition of the samples of dates, stored at 22 and 10°C.
 NTP: Not thermized packed; TP: thermized packed; NTUP: not thermized unpacked; TUP: thermized unpacked.

Full Length Research Paper

Individual and combined effects of postharvest heat disinfestation treatments associated with a modified atmosphere packaging (MAP) on the nutritional quality of Algerian dates fruits (*Phoenix dactylifera* L.).

Marouf Aribi Mohamed^{1*} and Khali Mustapha²

¹Department of Biotechnology, Laboratory of Biotechnology and Plant Productions, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria.

²General Manager of the Technical Center for Agri-Food Industry (CTIAA), Ibn Khaldoun Street Boumerdès B.P 71A, Algeria.

Received 6 June, 2020; Accepted 20 August, 2020

The aim of the study was to assess the nutritional composition of thermized dates palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.) cultivated in Algeria and stored under Modified Atmosphere Packaging (MAP). In this research, fresh dates palm fruits at harvest (*Phoenix dactylifera* L.) have been subjected at heat treatment at $55 \pm 2^\circ\text{C}$ for 20 min in a ventilated oven. The samples were packed in specific Polyethylene Terephthalate packaging (PET) bags with a thickness of 2.5 μm under MAP condition. The effect of this heat treatment on date fruits quality was investigated during 5 months of storage at room temperature storage ($22 \pm 1^\circ\text{C}$ of temperature with 75 to 80% of relative humidity (RH), and $10 \pm 1^\circ\text{C}$ with 85 to 90% of RH). Physicochemical and biochemical composition of the samples were studied. Results indicated that during storage the Brix degree, protein, and vitamin C content changed significantly ($p < 0.05$). The major change was observed for lipid values varied from about 0.02 to 0.06% at 10°C , and 0.04 to 0.07% at 22°C for samples not thermized unpacked after 5 months of storage, these results represent a highly significant difference ($p < 0.01$). Harvesting at Tamr stage followed by treating the fruits with heat disinfestation packed in MAP, and storing at $10 \pm 1^\circ\text{C}$ showed to be a promising method for maintaining dates fruits storage quality.

Key words: *Phoenix dactylifera* L., shelf life, storage, modified atmosphere packaging (MAP), disinfestation.

INTRODUCTION

The cultivation of the dates has increased significantly in recent years (Marzena et al., 2020). Over the past 20 years, production has almost doubled (in 1996, about 5 million tons of dates were collected while in 2016 - about 8.5 million tons) (FAOSTAT, 2019). Due to the increased production and exports, dates are now available all over the world and can be an inseparable part of the daily diet (Al-Yahyai and Manick-avasagan, 2012; Baliga et al., 2011). Dates are considered a high-energy food (300

calories/100 g) rich in: sugars providing quick energy intake (Ahmed et al., 1995), minerals (Elleuch et al., 2008), vitamins, phenols, flavonoids, anthocyanins and carotenoids with functional properties (Biglari et al., 2009; Al-Turki et al., 2010). The soluble fiber helps against constipation (Kulkarni et al., 2008). The antioxidant properties of date fruits cultivars and varieties depending on the amount of phenolics, vitamins C and E, carotenoids, and flavonoids present (Mansouri et al.,

*Corresponding author. Email: mar-bio-tp@live.fr.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



REVUE SCIENTIFIQUE ÉDITÉE PAR
LE LABORATOIRE DE RECHERCHE EN
BIOTECHNOLOGIE DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES
UNIVERSITÉ BLIDA 1



AGROBIOLOGIA

Revue Agrobiologia, (2011), volume 3(2)
ISSN (P): 2170-1652
www.agrobiologia.net

Revue Agrobiologia
 www.agrobiologia.net
 ISSN (Print): 2170-1652
 e-ISSN (Online): 2507-7627



CHARACTERIZATION OF POSTHARVEST PHYSIOLOGY OF THERMISED DATES (*PHOENIX DACTYLIFERA* L.), PACKED UNDER A MODIFIED ATMOSPHERE (MAP).

MAROUF ARIBI Mohamed ^{1*} and KHALI Mustapha ^{2,3}

1. Department of Biotechnology, Laboratory of Biotechnology and Plant Productions, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria.

2. Department of Biotechnology, Laboratory for the Protection and Valorisation of Agrobiological Resources, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria

3. General Manager of the Technical Center for Agri-Food Industry (CTIAA), Ibn Khaldoun Street Boumerdès B.P 71A, Algeria.

Reçu le 09/07/2019, Révisé le 10/09/2019, Accepté le 08/10/2019

Abstract

Description of the subject: The quality of the fruit is largely determined by growing conditions, a link must be made between this initial quality, linked to the agronomic conditions, and the preservation of this quality, linked to the harvest and the techniques of conservation or maturation applied thereafter. This study therefore focuses on the physiological characterization of the date stored under MAP after harvest and in the course of conservation.

Objective: The effect of PET packaging on the postharvest physiology of Deglet-Nour Dates (*Phoenix dactylifera* L.) during storage was studied under different storage conditions (22°C ±1°C and 75-80% RH, 10°C ±2°C and 85-90% RH). **Methods:** The experimental setup consists of a box with internal dimensions of 7.5×15.00×7.5 cm. It is made of PET film thickness 0.5 mm. The modified atmosphere inside the box is generated by the exchange between the product and the outside through the film. The dates are packaged in batches of 350g ±5g. The date samples were divided into two groups of batches with six samples each, corresponding to the storage period (0, 1, 2, 3, 4 and 5 months) before to be tested for the first at room temperature (22°C ±1°C) with a relative humidity of 75% to 80% and the second at low temperature of 10°C ±2°C with a relative humidity of 85% to 90%.

Results: We found that PET packaging to limit respiratory intensity during storage. The O₂ and CO₂ concentration of the samples stored under PET (at 22°C ±1°C) after harvesting at the Tamar stage experienced a sharp decrease in oxygen (from 20.25% to 12.86%). Likewise, the PET film packaging limited the degassed CO₂ concentration after seven hours of storage compared to the control sample. After harvest, dates showed a typical respiration of non-climacteric fruit (less than 5 mmoles O₂ kg⁻¹.h⁻¹) and low ethylene production thus with very low metabolic activities.

Conclusion: The combination of thermization-packaging and cold storage (10°C ±2°C) is a storage method that ensures an optimal physiological criterion for dates by limiting their respiratory activity. Deglet-Nour dates so packaged in PET packaging, pre feel excellent storage ability beyond the five months tested.

Keywords: Post-harvest, Cold storage, Respiratory activity, PET packaging, Thermization.

CARACTÉRISATION DE LA PHYSIOLOGIE POST-RÉCOLTE DES DATTES THERMISÉES (*PHOENIX DACTYLIFERA* L.), EMBALLÉES SOUS UNE ATMOSPHERE MODIFIÉE (MAP)

Résumé

Description du sujet : La qualité du fruit est largement déterminée par les conditions de croissance, un lien doit être établi entre cette qualité initiale, liée aux conditions agronomiques, et la préservation de cette qualité. Cette étude se concentre donc sur la caractérisation physiologique de la dattes stockée sous MAP après récolte et en cours de conservation. **Objectifs :** L'effet des emballages en PET sur la physiologie post-récolte des dattes Deglet-Nour (*Phoenix dactylifera* L.) pendant le stockage a été étudié dans différentes conditions de stockage.

Méthodes : Le montage expérimental consiste à des boîtes fabriquées en PET. L'atmosphère modifiée à l'intérieur de la boîte est générée par l'échange entre le produit et l'extérieur à travers le film. Les dattes sont emballées par lots de 350 g ±5 g. Les échantillons de dattes ont été divisés en deux groupes de lots de six échantillons correspondant chacun à la période de stockage (0, 1, 2, 3, 4 et 5 mois) avant d'être testés en premier lieu à température ambiante (22°C ± 1°C) avec une humidité relative de 75% à 80% et la seconde à basse température de 10°C ± 2°C avec une humidité relative de 85% à 90%.

Résultats : Les emballages en PET limitaient l'intensité respiratoire pendant le stockage. La concentration en oxygène et en CO₂ des échantillons stockés sous PET (à 22°C ±1°C) après la récolte au stade Tamar a connu une forte diminution de l'oxygène (de 20,25% à 12,86%). De même, les emballages en film PET ont limité la concentration en CO₂ dégazé après sept heures de stockage par rapport à l'échantillon témoin. Après la récolte, les dattes montraient une respiration typique des fruits non climactériques (moins de 5 mmol O₂ kg⁻¹.h⁻¹) et une faible production d'éthylène, donc avec une activité métabolique très faible.

Conclusion : La combinaison de la thermisation-conditionnement et de la conservation au froid (10°C ±2°C), est une méthode de conservation qui assure un critère physiologique optimal pour les dattes et offrent une excellente capacité de stockage au-delà des cinq mois testés.

Mots clés : Poste récolte, Conservation au froid, Activité respiratoire, Film PET, Thermisation.

* Auteur correspondant: MAROUF ARIBI Mohamed, E-mail: mar-bio-tp@live.fr

Revue Agrobiologia
 www.agrobiologia.net
 ISSN (Print): 2170-1652
 e-ISSN (Online): 2507-7627



**ÉTUDE D'EFFETS D'UNE TECHNIQUE DE DÉSINFESTATION PAR TRAITEMENTS
 SIMPLES DE THERMISATION SUR LES CRITÈRES DE QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE DE
 LA DATTE DEGLET-NOUR (*PHOENIX DACTYLIFERA L.*) AU COURS DE DIFFÉRENTES
 CONDITIONS DE STOCKAGE**

MAROUF ARIBI Mohamed^{1*} et KHALI Mustapha²

1. Laboratoire de Protection et de Valorisation des Ressources Agrobiologiques (LPVRAB), Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Blida 1 - B.P 270 Route de Soumâa-Blida, Algérie -
2. Centre Technique des Industries Agroalimentaires (CTIAA), Rue Ibn Khaldoun Boumerdès B.P 71A, Algérie.

Reçu le 22/09/2018, Révisé le 17/12/2018, Accepté le 25/12/2018

Résumé

Description du sujet : La thermisation est aujourd'hui la technique de décontamination la plus communément utilisée en industrie agroalimentaire. En terme de sécurité agro-alimentaire, elle a pour objectif de détruire ou désactiver totalement d'une part les enzymes et d'autres part les micro-organismes.

Objectifs : L'objectif de cette étude est de voir l'influence de la thermisation sur la composition microbiologique de la datte Deglet Nour au cours de stockage.

Méthodes : Les dattes variété Deglet Nour, provenant de la palmeraie de Tolga (wilaya de Biskra) ont été récoltées sur différents régimes vers la fin du mois d'octobre. La thermisation a été réalisée pendant 20 minutes dans une étuve ventilée réglée à 55°C (± 1°C). Deux lots sont ainsi constitués : un lot témoin non thermisé (T1) et un lot thermisé (T2), pour une durée de stockage de six mois à deux températures de conservation ambiante et basse (10°C).

Résultats : Les analyses effectuées sur les échantillons des dattes étudiées ont montré des variations qualitativement, et qui ont influencé négativement sur la qualité microbiologique de certains échantillons. Les dattes étudiées montrent une légère augmentation du taux des levures > 10³ UFC/ml par rapport aux normes (11×10³ au mois 0, 24×10² au 1^{er} mois 2, 16×10² au 5^{ème} mois du lot des dattes témoins non thermisées, et 8×10³ au mois 0, 26×10² au 1^{er} mois du lot des échantillons des dattes étudiées non thermisées stockés à température ambiante). Ainsi que (10×10³ au mois 0, 18×10² au 1^{er} mois, du lot des dattes témoins non thermisées et 25×10³ au 5^{ème} mois, du lot des échantillons de dattes étudiés non thermisées stockés à température basse (10°C). Le dénombrement des genres de moisissures révèle leur absence pour l'ensemble des échantillons des dattes étudiées.

Conclusion : L'analyse microbiologique des échantillons de dattes étudiées présente une mauvaise qualité hygiénique, ce qui concerne certains échantillons de dattes étudiées qui ne sont pas conformes aux normes internationales.

Mots clés : Dattes, Deglet-Nour, Désinsectisation, Thermisation, Levure, et Moisissures.

**STUDY OF THE EFFECTS OF A DISINFESTATION TECHNICAL BY SIMPLE THERMIZATION
 TREATMENT ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY CRITERIA OF THE DEGLET-NOUR DATE
 (*PHOENIX DACTYLIFERA L.*) DURING DIFFERENT CONDITIONS OF STORAGE**

Abstract

Description of the subject: Thermization is today the decontamination technique most commonly used in the food industry. In terms of agro-food safety, its objective is to completely destroy or deactivate enzymes and micro-organisms.

Objective: The objective of this study is to see the influence of thermization on the microbiological composition of the Deglet Nour date during storage.

Methods: Deglet Nour variety dates, coming from the Tolga palm grove (wilaya of Biskra) were harvested on different regimes at the end of October. The thermization was carried out for 20 minutes in a ventilated oven set at 55°C (±1°C). Two batches are thus constituted: a not thermised control batch (T1) and a thermised batch (T2), for a storage period of six months at two temperatures of ambient and low (10°C) conservation.

Results: The analyzes performed on the samples of the dates studied showed qualitatively variations, which influenced the microbiological quality of some samples. The dates studied show a slight increase in the yeast level >10³ CFU/ml compared to the norms (11.10³ in month 0, 24.10² in the second month, 16.10² in the fifth month of the not thermised control batch dates, and 8.10³ in month 0, 26.10² in first month of the lot of the samples of the studied not thermised dates stored at room temperature). As well as (10.10³ in month 0, 18.10² in first month, of the lot of the not thermised control batch dates and 25.10³ in fifth month, of the batch of the dates samples studied not Thermised stored at low temperature (10°C). The enumeration of the mold genera reveals their absence for all the samples of the dates studied.

Conclusion: The microbiological analysis of the date samples studied shows poor hygienic quality, as regards some of the date samples studied which do not comply with international standards.

Keywords: dates, Deglet-Nour, Disinsectisation, Thermization, Yeasts, and Molds.

* Auteur correspondant: MAROUF ARIBI Mohamed, E-mail: mar-bio-tp@live.fr.

Journal of Nutritional Science and Health Diet



JNSHD

Research Article

Open Access

Study the effect of postharvest heat treatment on infestation rate of fruit date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Algeria

Marouf Aribi Mohamed^{1*}, Khali Mustapha^{2,3}

¹Department of Biotechnology, Laboratory of Biotechnology and Plant Productions, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria.

²Department of Biotechnology, Laboratory for the Protection and Valorisation of Agrobiological Resources, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria.

³General Manager of the Technical Center for Agri-Food Industry (CTIAA), Ibn Khaldoun Street Boumerdès B.P 71A, Algeria

***Corresponding author:** Marouf Aribi Mohamed, Department of Biotechnology, Laboratory of Biotechnology and Plant Productions, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Blida 1, B.P 270 Road of Soumâa-Blida, Algeria. E mail: mar-bio-tp@live.fr

Citation: Marouf Aribi Mohamed, Khali Mustapha (2020) Study the effect of postharvest heat treatment on infestation rate of fruit date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Algeria. *J Nut Sci Heal Diet* 1(1): 37- 40
<https://doi.org/10.47890/JNSHD/2020/MAMohamed/10243804>

Received Date: June 21; 2020; Accepted Date: July 6; 2020; Published Date: July 10; 2020

Abstract

Effect of heat treatment (55°C/20 min) on infestation rate was investigated in Algerian dates (Deglet Nour variety) at Tamar (fully ripe) stage and in dates stored for 5 months at ambient temperature and in cold storage (10°C). Results obtained showed a variable percentage of rate infestation. These rate decreased weakly as the fruit advanced in storage at ambient temperature, whereas, they are less high in heat treated and cold stored dates. Heat treatment did show a significant effect on infestation variation. Deglet Nour dates showed that there was a decrease in rate infestation during storage for either heat treated dates samples. Whereas, rate infestation was weaker in chilled dates comparatively to those stored at ambient temperature. Rate infestation showed a similar trend where a decrease was observed in all samples during storage, particularly in heat treated dates. In all cases, heat treatment seems to benefit reducing rate infestation, whereas a relative stability in rate infestation was noted.

Key word: Postharvest; Heat treatment; Infestation; Date palm; *Phoenix dactylifera* L.

Introduction

Deglet Nour is the commercial variety that occupies most of the international trade in dates [1-4]. For Algeria, it represents 60% of the dates produced, i.e. 40% of the total revenue from agricultural exports [5]. Dates are rich in carbohydrates, comprising 70-80% in the form of glucose and fructose. Date fruit also contains vitamins, fiber, minerals and polyphenols, a class of bioactive compounds, especially phenolic acids [6]. Date fruit has special religious importance for Muslims people all over the world as it mentioned in many places in the Quran. There is a tradition to eat date fruit to break the fast during Ramadan fasting [7]. Contamination of fresh fruits and vegetables with pathogens or spoilage agents can occur during production, harvesting, packaging, processing, distribution or marketing [8]. Among the most commonly encountered pests are the *Escatomyeloides ceratoniae* Zaller, *Ectomyeloides decolor* Zaller, *Ephestia calidella*, which is a lepidoptera and *Oryzaephilus*

surinamensis L. (Coleoptera) as well as *Olygonychus afrasiaticus* which is a spider [9]. The observations of Ben-Lalli carried out in the palm groves of Sud in the region of Biskra (South-East of Algeria), show that more than 30% of organic dates of the Deglet Nour variety are infested with pests especially lepidoptera [9]. Soft and semi-soft dates were more infested than dry dates [10,11]. Chemical treatment of dates is very effective to eliminate pests, but it affects the quality of the premium date, and poses a danger to the health of the consumer [12]. Heat treatment is a good alternative and a technological solution compatible with an organic label. Refrigeration significantly reduces insect infestation. Storage at 5°C or below is effective for the conservation of this type of date, and prevents the development of all kinds of insects [3]. According to Kader and Hussein, for a long storage period, temperatures below the freezing temperature of up to -15.7°C can be used to store dates at the Tamar stage [13]. Dates with a water content of 20% or less can be stored at -18°C for more than a year. With a water content

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE de BLIDA 1
 Faculté des Sciences de la nature et de la vie
 Département de Biotechnologies
 Laboratoire de Recherche en Biotechnologie
 des Productions végétales



Laboratoire de recherche
 en Biotechnologie
 des Productions Végétales

ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le Directeur du laboratoire de Recherche et les membres du conseil de laboratoire attestent par la présente que :
 Mr, Mlle, Mme **Marouf Arbi Mohamed**, Etablissement : **Université de Blida1 - Algérie**.

A participé aux travaux du 3^{ème} **Workshop international sur les stress environnementaux et la conduite des cultures**, à l'université Blida 1, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Département de Biotechnologies, Laboratoire de Recherche en Biotechnologie des Productions végétales les 22-23-24 Mars 2014 par un poster affiché intitulé : « **Etude de l'effet d'emballage pour atmosphères modifiées (MAP) et contrôlées sur la quantité chimique, nutritive et microbiologique des dattes au cours de stockage** »

Le Directeur du laboratoire

DIRECTEUR DU LABORATOIRE
 DE BIOTECHNOLOGIE DES
 PRODUCTIONS VEGETALES

Pr. SNOUSSI Sid-Ahmed

