

Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la
vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie
Filière: Sciences biologiques



Référence

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

HAOUARA Djoumana et MAANANE Maroua

Le : 03/07/2023

Étude comparative des caractéristiques morphologiques et physico-chimiques de la variété de dattes Deglet-Nour réfrigérées et congelées.

Jury:

Dr. BELOUCIF Nacer	MAA	Université Biskra	Président
Dr. MIHI Ali	MAA	Université Biskra	Examineur
Dr. GAOUAOUI Randa	MCB	Université Biskra	Promoteur
Dr. BENOAMANE Ourida	MCB	Laboratoire CRSTRA	Co.Promoteur

Année universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Nous exprimons notre profonde gratitude à Dieu, le Tout Puissant, pour toutes les bénédictions qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

Nous remercions chaleureusement notre encadrant, le Dr. GAOUAOUI Randa, d'avoir proposé le sujet et de nous avoir guidés tout au long de sa réalisation.

Un remerciement spécial à Dr.BENOUAMANE Ourida, Attachée de Recherche au Laboratoire CRSTRA, pour son précieux soutien dans l'accomplissement de notre mémoire.

Nous tenons à remercier sincèrement l'usine SPA SODAPAL TOLGA, l'usine Agro datte de Biskra et les chambres froides de Bachgroun pour nous avoir accueillis et aidés dans nos recherches.

Nous exprimons notre reconnaissance envers tous les enseignants du département biologique pour leur enseignement précieux.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire de master.

Dédicace

Je dédie cette mémoire à mon père, un pilier inébranlable dans ma vie, dont l'amour, le soutien et les encouragements constants m'ont permis d'atteindre ce jalon académique. Ta présence et tes sacrifices ont été ma source de force.

À mes frères, qui ont toujours été là pour me soutenir et me motiver à persévérer dans mes études. Votre soutien inconditionnel a été essentiel dans ma réussite.

À toute ma famille, qui m'a entouré d'affection, de confiance et de compréhension. Votre amour et votre encouragement ont été une source d'inspiration tout au long de ce parcours académique.

À mes amis, qui ont partagé les hauts et les bas de cette aventure universitaire avec moi. Vos encouragements, votre camaraderie et votre soutien moral ont été inestimables en particulier mes amis Siham, Djoumana et Widad.

Enfin, je dédie cette mémoire à l'âme de ma mère, qui malheureusement nous a quittés pendant cette période d'études. Ton amour éternel et ta bienveillance continuent de m'inspirer chaque jour. Ce travail est un témoignage de mon amour et de ma gratitude éternels envers toi.

Que cette mémoire soit un hommage à tous ceux qui ont joué un rôle important dans ma vie et qui ont contribué à mon parcours académique.



MAROUA

Dédicace

*Avant tout, je remercie le bon dieu de m'avoir mis sur le bon chemin pour
pouvoir réaliser ce travail.*

*A ma très chère mère, qui m'a donné la force et la détermination de continuer e
chemin.*

*A mon chère père Ayache qui m'a toujours aidé, et encouragé soutenu tout au
long de ma vie. Mes belles sœurs Imen et Takoua .*

A mes très chers frères Abdellah et Ahmed taha , Nadjib Allah .

*Mon meilleur amis : Hadil et Hasina ma collègue Maroua, avec qui j'ai
partagé la fatigue du travail et la joie du succès*

DJOUMANA



Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste de tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1

Partie 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Le palmier dattier et la datte

1.1. Le palmier dattier.....	3
1.1.1. Généralité sur le palmier dattier.....	3
1.1.2. Taxonomie et classification du palmier dattier.....	3
1.1.3. Répartition géographique.....	4
1.2. La datte.....	5
1.2.1. Formation et maturation de la datte.....	5
1.2.2. La classification des dattes.....	7
1.3. Composition biochimique de la datte et valeur nutritionnelle.....	7
1.3.1. L'eau.....	7
1.3.2. Les Sucres de datte.....	7
1.3.3. Protéine et les acides aminés.....	8
1.3.4. Lipide.....	8
1.3.5. Les fibres.....	8
1.3.6. Les vitamines et éléments minéraux.....	8
1.3.7. Les composés phénoliques ou polyphénols.....	8
1.3.8. La valeur nutritionnelle.....	9

Chapitre 02 : Le stockage et conservation des dattes

2.1. Le principe technique de la conservation par froid.....	10
2.1.1. Réfrigération.....	10
2.1.2. Congélation.....	10
2.2. Les conditions de stockage.....	10

2.3. Traitement et conditionnement des dattes.....	11
2.4. Les problèmes de stockage.....	12

Partie 02 : Partie expérimentale

Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

3.1. Matériel végétale.....	13
3.2. Caractérisatio morphologique.....	14
3.3. Caractérisation physico-chimique.....	14
3.3.1. Détermination des sucres réducteur.....	14
3.3.1.1. Principe	14
3.3.1.2. Mode opératoire	14
A) Préparation des extraits de dates.....	14
B) Préparation la gamme etalon.....	16
C) Dosage les sucres réducteur.....	16
3.3.2. Détermination les sucres totaux.....	17
3.3.2.1. Principe	17
3.3.2.2. Mode opératoire.....	17
A) Préparation de la gamme étalon.....	17
B) Dosage les sucres totaux.....	17
3.3.3. La teneur en eau (l'humidité H%)	18
3.3.3.1. Principe	18
3.3.3.2. Mode opératoire	18
3.3.4. Détermination des cendres	19
3.3.4.1. Principe.....	19
3.3.4.2. Mode opératoire.....	19
3.3.5. Détermination du pH (potential Hydrogène).....	20
3.3.5.1. Principe.....	20
3.3.5.2. Mode opératoire.....	21

3.3.6. Détermination la conductivité électrique CE.....	21
3.3.6.1. Principe.....	21
3.3.6.2. Mode opératoire.....	21
3.3.7. L'Acidité titrable.....	22
3.3.7.1. Principe.....	22
3.3.7.2. Mode opératoire.....	22
3.3.8. Détermination des elements minéraux.....	23
3.3.8.1. Principe.....	23
A) Préparation les solutions.....	23
3.3.8.2. Dosage de Ca^{+2}	23
A) Principe.....	23
B) Mode opératoire.....	24
3.3.8.3. Dosage de Mg^{+2}	25
A) Principe.....	25
B) Mode opératoire pour le TH.....	25
3.3.8.3. Dosage de K^{+} et Na^{+} par photomètre à flame.....	25
3.3.8.4. Analyse statistique.....	26

Chapitre 04 : Résultats et discussion

4.1. Caractérisation morphologique	27
4.1.1. Les dimensions de date.....	28
4.1.2. Le poids.....	30
4.1.3. Résultats de l'Analyse en Composantes Principal.....	32
4.1.4. Les résultats de l'analyse de l'ACP des parameters morphologique – traitements.....	34
4.1.5. Les résultats de l'analyse de dendrogramme des parameters morphologique – traitements.....	36
4.2. Caractérisation physico-chimique des dattes.....	37

4.2.1. Les sucres réducteurs.....	38
4.2.2. Les sucres totaux.....	38
4.2.3. La teneur en eau (l'humidité H%).....	40
4.2.4. Détermination des cendres.....	42
4.2.5. pH (potential Hydrogène).....	43
4.2.6. La conductivité électrique CE.....	44
4.2.7. L'Acidité titrable (ACD g/100g).....	45
4.2.8. Matière sèche (MS%).....	46
4.2.9. Matière organique (MO %).....	47
4.2.10. Les éléments minéraux.....	47
4.2.10.1. Le calcium Ca ²⁺	48
4.2.10.2. Le Magnésium Mg ²⁺	48
4.2.10.3. Le Sodium Na ⁺	49
4.2.10.4. Le potassium K ⁺	50
4.2.11. Résultats de l'Analyse en Composantes Principales.....	51
4.2.12. Les résultats de l'analyse de l'ACP des paramètres physico-chimiques – traitements.....	54
4.2.13. Les résultats de l'analyse de dendrogramme des paramètres physico- chimiques –traitements.....	56
Conclusion.....	57
Référence bibliographique.....	59
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification botanique du palmier dattier.....	3
Tableau 2 :Classification des dattes selon leur consistance en 3 catégories.....	7
Tableau 3 : Températures et durées maximales de conservation des dattes Deglet-Nour.....	11
Tableau 4 :Les agents d'altération causant des détériorations pendant le stockage.....	12
Tableau 5 : Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs.....	17
Tableau 6 : Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux.....	18
Tableau 7 :Effet des traitements sur les caractères morphologiquesde Deglet Nour Synthèse (Moyennes estimées)- traitement.....	27
Tableau 8 : Evaluation qualitative des résultats de l'analyses morphologique des dattes de la variété Deglet Nour traitées à divers temperatures	31
Tableau 9 : Analyse en Composantes Principales.....	32
Tableau 10 : les Contributions et les Cosinus carrés des traitements(%).....	32
Tableau 11 :Les Contributions et les Cosinus carrés des paramètres (%).....	33
Tableau12 :Effet des traitements sur les caractères physico_chimiquede Deglet Nour Synthèse (Moyennes estimées)- traitement.....	37
Tableau 13 : Analyse en Composantes Principale.....	51
Tableau 14 : Contributions et Cosinus carrés des traitements (%).....	52
Tableau 15 : Contributions et Cosinus carrés des paramètres (%).....	53

Liste des figures

Figure 1 : <i>Phoenix dactylifera L</i>	3
Figure 2: Carte de répartition géographique du genre Phoenix dans le monde.....	4
Figure 3 : Coupe longitudinale d'une datte de la variété 'Medjool'	5
Figure 4 : Stades de développement et maturation des dattes.....	6
Figure 5: Les échantillons de Daglet Nour conservés à divers températures.....	13
Figure 6: Etapes d'extraction des sucres réducteurs des dattes de la variété deglet Nour.....	15
Figure 7: préparation de la gamme étalon pour le dosage des sucres réducteurs.....	16
Figure 8: dosage les sucres réducteurs.....	16
Figure 9: dosage les sucres totaux.....	18
Figure 10: : Séchage des échantillons de différentes températures dans un four moufle.....	20
Figure 11: Détermination la conductivité électrique CE.....	21
Figure 12: Détermination de l'acidité titrable.....	22
Figure 13: Préparation les solutions pour dosage des éléments minéraux.....	23
Figure 14: Dosage de Ca^{2+}	24
Figure 15: dosage Mg^{2+}	25
Figure 16: Dosage de Ka^{+} et Na^{+} par photomètre à flamme.....	26
Figure 17: Effet des températures de stockage sur les dimensions de datte (mm).....	28
Figure 18: Effet des températures de stockage sur les dimensions de noyau de datte (mm).....	29
Figure 19: Effet des températures de stockage sur le poids spécifique des dattes (mm).....	30
Figure 20: Le Cercle de corrélation des paramètres étudié (F1 et F2).....	34
Figure 21: Le Cercle de corrélation de projection des paramètres morphologiques- traitements sur le plan factoriel (F1 et F2).....	35
Figure 22: Dendrogramme du regroupement des 4 traitements pour les paramètres morphologique.....	36
Figure 23: Effet des températures de stockage sur le taux de sucres réducteurs (SR%) dans la variété Deglet Nour.....	38

Figure 24 : Effet des températures de stockage sur le taux de sucres totaux (STT%) dans la variété Deglet Nour.....	39
Figure 25: Effet des températures de stockage sur la tenue en eau (l'humidité %) des dattes de la variété Deglet Nour.....	40
Figure 26: Effet des températures de stockage sur les taux de cendres des dattes de la variété Deglet Nour.....	42
Figure 27: Effet des températures de stockage sur la variation des valeurs de pH de la variété Deglet Nour.....	43
Figure 28: Effet des températures de stockage sur la conductivité électrique (CE) de la variété Deglet Nour.....	44
Figure 29: Effet des températures de stockage sur la teneur en matières sèches des dattes Deglet Nour.....	46
Figure 30: Effet des températures de stockage sur la teneur en matières organiques des dattes Deglet Nour.....	47
Figure 31: Effet des températures de stockage sur la concentration en magnésium des dattes Deglet Nour.....	48
Figure 32: Effet des températures de stockage sur la concentration en sodium des dattes Deglet Nour.....	49
Figure 33: Effet des températures de stockage sur la concentration de potassium des dattes Deglet Nour.....	50
Figure 34: Cercle de corrélation des variables étudiées étudiées (F1 et F2).....	54
Figure 35: Cercle de corrélation de projection paramètres Physico-chimiques- traitements sur le plan factoriel (F1 et F2).....	55
Figure 36: Dendrogramme du regroupement des 4 traitements pour les paramètres physicochimiques.....	56

Liste des abréviations

Acd : Acidité titrable

AFNOR : l'Association Française de la Normalisation

Tr : traitement

Ca²⁺ : Calcium

CE : conductivité électrique

CND : cendres

DN : Daglet Nour

DNS : Acide di-nitro-3,5 salicylique

ED : eau distillé

EDTA : Acide aminopolycarboxylique

H % : Humidité

HCL : acide chlorhydrique

K⁺ : Potassium

Lng : longueur

Lrg : Largeur

Mg²⁺ : Magnésium

MO: Matière organique

MS : Matière sèche

Na²⁺ : Sodium

Ny : noyau

pd : poids

pH : potentiel Hydrogène

pul : pulpe

r : Indice de qualité

SR : Sucres réducteurs

STT : Sucres totaux

T (net) : Noir d'eriochrome T (inducteur colorimétrique)

Introduction

Introduction

Le palmier dattier est une plante d'intérêt écologique, économique et social majeur pour de nombreux pays des zones arides. En effet, Le développement de la phoeniculture a permis de créer au milieu du désert un microclimat favorable au développement de cultures sous-jacentes, le palmier dattier constitue l'axe principal de l'agriculture dans les régions désertiques et représente la principale ressource vivrière et financière des populations oasiennes (Bouguedoura et *al.*, 2010).

L'Algérie dispose de près de 20 millions de palmiers plantés sur une superficie de 170.000 hectares à travers plusieurs wilayas du sud du pays où 17 wilayas productrices de dattes recensées en Algérie par les spécialistes, dont Biskra, El-Oued, El-Meghaïer, Touggourt, Ghardaïa, El-Meniaa, Adrar, Béchar et Timimoun (Houmad, 2023). La région des Ziban est connue comme la deuxième région productrice de dattes après l'Oued-Righ sur un patrimoine phoenicole estimé à plus de 1,9 millions de palmiers, la variété Deglet-Nour occupe à elle seule, plus de la moitié du verger de dattier (Acourene et *al.*, 2010).

Les dattes sont connues pour leur valeur nutritionnelle importante. Bien qu'elles soient riches en glucides, fibres alimentaires en certains sels minéraux, vitamines (surtout caroténoïdes et vitamines du groupe B), tanins et acides organiques. C'est surtout leur teneur en sucres qui en fait un aliment de premier choix (Booij et *al.*, 1992). En raison de ses valeurs nutritives et organoleptiques avérées (Ben sayeh, 2014), la variété Deglet Nour est considérée comme la variété la plus commercialisée, aussi bien sur le marché national que sur le marché international. Cette dernière a bénéficié d'une bonne image auprès des consommateurs. La tendreté et l'aspect doré de la pulpe sont certainement des traits distinctifs. Elle est connue pour sa qualité qui résulte d'un savoir-faire spécifique local ancestral qui permet aux agriculteurs de sélectionner l'authentique Deglet-Nour (Fedala et *al.*, 2020). Pour la préservation et le maintien de la qualité de ce produit commerciale, de nombreuses méthodes de conservation ont été mises au point, dont la réfrigération et la congélation ont joué le rôle fondamental dans le maintien la bonne qualité de datte ainsi de prolonger leur durée de conservation à l'état frais (Noutfia, 2021).

L'objectif de cette étude est de comparer les caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des dattes Deglet-Nour refroidies et congelées. À cette fin,

différentes températures de refroidissement (+4°C et +6°C) ainsi que de congélation (-18°C et -30°C) ont été prises en considération afin de comparer l'effet de ces conditions sur les caractéristiques morphologiques et physico-chimiques des dattes. Ce travail a été organisé en trois parties principales :

- ✓ **La première partie** est théorique représente des généralités sur le palmier dattier et la datte.
- ✓ **La deuxième partie** est consacrée aux différentes méthodologies mises en œuvre au cours de ce travail.
- ✓ **La troisième partie** concerne une présentation des résultats, une discussion et une conclusion générale.

Partie 01

Synthèse bibliographique

Chapitre 01

Le palmier dattier et la datte

1.1. Le palmier dattier

1.1.1. Généralité sur le palmier dattier

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est une plante monocotylédone avec un pseudo-tronc et un panache de feuilles composées (Barreveld, 1993). Cette espèce arboricole est très particulière de par sa morphologie (dioïque), ses exigences climatiques et hydriques (Ben Abdallah, 1990). Comme toutes les espèces du genre *Phoenix*, le palmier dattier possède des arbres mâles appelés Dokkar ou pollinisateurs et des arbres femelles nommés Nakhla (Chaibi, 2002). (Figure 1).



Figure 1: *Phoenix dactylifera L.* (Bahi et al., 2022)

1.1.2. Taxonomie et classification du palmier dattier

Le nom scientifique du palmier dattier est *Phoenix dactylifera L.*, qui provient du mot "*Phoenix*" signifiant dattier chez les phéniciens, et "*dactylifera*" du terme grec "dactulos" signifiant doigt, en allusion à la forme du fruit (Benchelah et Maka, 2006). Sur le plan botanique, le palmier dattier est une plante angiosperme, monocotylédone, classée par (Djerbi, 1994) et présentée dans le tableau 1 :

Tableau 1: Classification botanique du palmier dattier

Groupe	Ordre	Famille	Sous-famille	Tribu	Genre	Espèce
<i>Spadiciflores</i>	<i>Arecales</i> (anciennement <i>palmales</i>)	<i>Arecaceae</i> (anciennement <i>palamaceae</i>)	<i>Coryphoidées</i>	<i>Phoeniceae</i>	<i>Phoenix</i>	<i>Phoenix dactylifera L.</i>

1.1.3. Répartition géographique

➤ Dans monde

Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (Toutain, 1996). Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie. (Matallah, 2004). (Figure 2).

➤ En Algérie

En Algérie, les palmeraies sont principalement situées dans les oasis du Nord-est du Sahara. La culture du palmier dattier est limitée à 17 wilayas, couvrant une superficie totale de 120 830 hectares. Cependant, la majorité du patrimoine phoenicicole national se concentre dans seulement quatre wilayas, qui représentent ensemble 83,6 % de la superficie totale : Biskra (23 %), Adrar (22 %), El-Oued (21 %) et Ouargla (15 %) (Ben Abbas, 2011). (Figure 3).

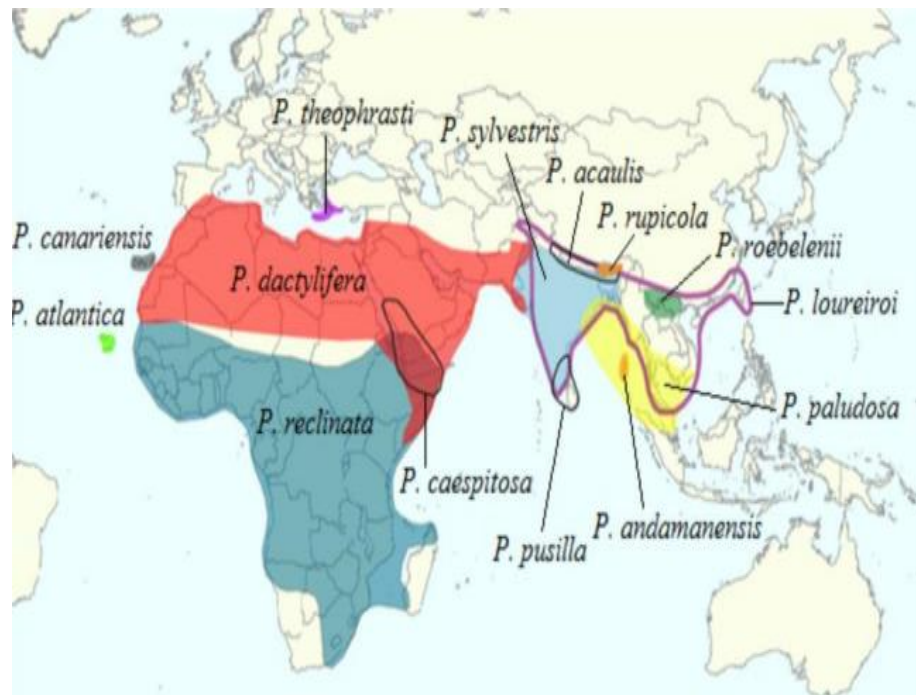


Figure 2: Carte de répartition géographique du genre Phoenix dans le monde (Muriel et al., 2013)

1.2. La datte

1.2.1. Formation et maturation de la datte

La datte est un fruit ellipsoïdal entouré d'une enveloppe appelée épicarpe, qui varie en texture, épaisseur et couleur selon les variétés. Elle contient une graine unique recouverte d'un endocarpe fin, marqué par un sillon longitudinal et un petit trou appelé micropyle. Les variétés diffèrent par la profondeur du sillon et la position du micropyle. Le mésocarpe, qui constitue la plus grande partie de la pulpe du fruit, est constitué de cellules parenchymateuses. Il peut être charnu, avec une texture variable, et présente une zone interne claire et fibreuse ainsi qu'une zone externe plus compacte et colorée (Misbah *et al.*, 2022). (Figure 3).

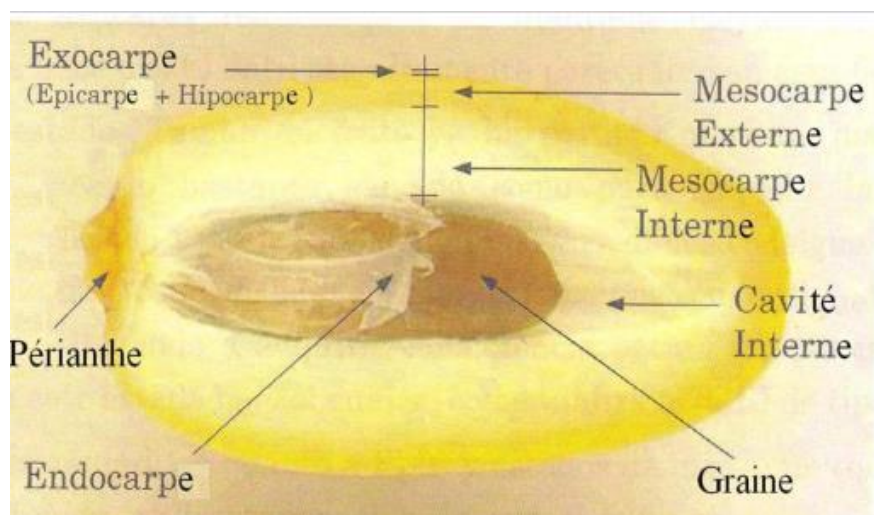


Figure 3: Coupe longitudinale d'une datte de la variété 'Medjool' (Cherif, 2021)

La datte est formée par le développement du pistil de la fleur femelle du palmier dattier, qui contient l'ovule fécondé. Selon (Al-Shahib et Marshall, 2003), la formation de la datte commence par la croissance des tissus du fruit, suivie de la différenciation des différents organes du fruit, tels que l'exocarpe, le mésocarpe et l'endocarpe. Les différents stades peuvent être définis comme suit (Harrak et Boujnah, 2012).

✓ **Le stade Habbabouk :** est le premier stade de développement des dattes, qui survient environ cinq semaines après la pollinisation. À ce stade, le fruit est entièrement couvert par le périanthe et se caractérise par une croissance lente. (Figure 4).

✓ **Le stade Kimri (K) :** est caractérisé par la couleur verte des dattes et leur grossissement, avec une augmentation du poids et du volume. À ce stade, les dattes ont un taux d'humidité élevé, une accumulation de sucres réducteurs et une acidité très prononcée. Ce stade dure généralement de neuf à quatorze semaines. (Figure 4).

✓ **Le stade Kalal (L) :** dure de trois à cinq semaines. Pendant cette phase, la couleur des dattes évolue du vert au jaune clair, puis elle peut passer au jaune, rose ou rouge selon les variétés. Ce stade est marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, en saccharose et en matière solide, tandis que l'acidité et le taux d'humidité diminuent. (Figure 4).

✓ **Le stade Routab (R) :** qui dure de deux à quatre semaines, la datte prend une coloration brune ou noire. Ce stade se caractérise par la perte de turgescence due à la diminution de la teneur en eau, ainsi que par une augmentation de la teneur en monosaccharides qui confère un goût sucré au fruit. (Figure 4).

✓ **Le stade Tamar (T) :** ou Mûr (M) correspond à la dernière étape de maturation du fruit. À ce stade, le développement du fruit est complet. La datte perd alors une quantité importante d'eau, ce qui conduit à un rapport sucre/eau élevé. Cela confère à la datte son goût sucré et sa texture plus ferme caractéristique. (Figure 4).

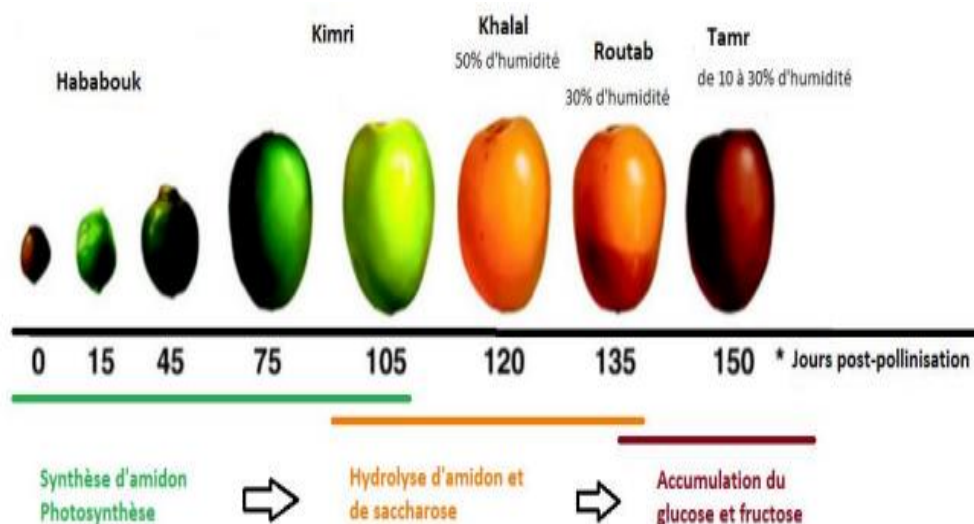


Figure 4: Stades de développement et maturation des dattes (Misbah et *al.*, 2022)

1.2.2. La classification des dattes

En 1973, Munier a défini un indice de qualité ou de dureté, noté "r", qui correspond au rapport entre la teneur en sucre et la teneur en eau des dattes. Le calcul de cet indice permet d'estimer le degré de stabilité du fruit, et il conduit à la classification suivante :

$r = \text{la teneur en sucre} / \text{la teneur en eau}$

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

Tableau 2: Classification des dattes selon leur consistance en 3 catégories (Reynes, 1997)

Les dattes molles	Les dattes demi-molles	Les dattes sèches
qui ne contiennent pas de saccharose et avec une teneur en eau de l'ordre de 30 %, telle que : Ghars.	qui ont une teneur en eau de l'ordre de 20 à 30 % avec une forte teneur en saccharose (c'est le cas de la Deglet-Nour).	qui contiennent moins de 20 % d'eau, et qui possèdent en général une quantité équivalente de sucres réducteurs et de saccharose telle que Degla-Beïda.

1.3. Composition biochimique de la datte et valeur nutritionnelle

1.3.1. L'eau

L'eau est l'un des constituants essentiels de la datte. Elle joue un rôle fondamental dans la qualité des dattes et conditionne leur aptitude à la conservation. Sa teneur varie de 12 à 30 % du poids de la pulpe fraîche, selon la variété de dattes et les régions de production (Harrak et Boujnah, 2012).

1.3.2. Les Sucres de datte

Les dattes sont des fruits très sucrés, leur teneur en sucre peut atteindre jusqu'à 80 % du poids de la pulpe (Munier, 1973). L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement la présence de trois types de sucre : saccharose, fructose et glucose (Acourene *et al.*, 1997).

1.3.3. Protéine et les acides aminés

Les dattes présentent une faible teneur en protéines, seulement 2,5 % (Benchala et Maka, 2008). Parmi les acides aminés les plus importants présents dans les dattes, on trouve l'aspartique (ASP), l'arginine (ARG), l'alanine (ALA), l'acide γ -aminobutyrique (GAB), la glycine (GLY), la thréonine (THR) et l'asparagine.

1.3.4. Lipide

La pulpe des dattes contient une faible quantité de lipides, soit environ 0,13 à 1,9 % du poids frais. Cependant, les lipides sont principalement concentrés dans l'épicarpe, représentant entre 2,52 % et 7,42 % de sa composition. (Harak et Boujnech, 2012).

1.3.5. Les fibres

La datte est riche en fibres, fournissant entre 8,1 % et 12,7 % de son poids sec, comme l'ont indiqué (Al-Shahib et Marshall, 2003). Selon (Benchabane, 1996), les composants pariétaux de la datte sont la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine, comme le mentionne.

1.3.6. Les vitamines et éléments minéraux

Les dattes sont riches en minéraux tels que le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le phosphore (P), le soufre (S), le fer (Fe) et le manganèse (Mn), (Noui, 2007). En ce qui concerne les vitamines, bien que les dattes ne soient pas une source importante de vitamines en général, elles renferment des quantités appréciables de vitamines du groupe B et de vitamine C (Ben Sayah, 2014).

1.3.7. Les composés phénoliques ou polyphénols

Les constituants naturels sont responsables de la qualité organoleptique des fruits, y compris leur goût et leur couleur. Les polyphénols jouent un rôle important dans le corps en tant qu'agents anti-inflammatoires et antioxydants (Harrak et Boujnah, 2012).

- ✓ Les tanins, qui constituent plus de 3% du poids de la datte, jouent également un rôle dans le brunissement non enzymatique (Bouaziz et Bordjiba, 2015).
- ✓ Les flavones, quant à elles, sont principalement impliquées dans le phénomène de brunissement enzymatique, qui est responsable de la coloration de la datte au cours de la maturation (Barreveld, 1993) (Cheftel, 1977).

1.3.8. La valeur nutritionnelle

Les dattes sont des fruits reconnus pour leur valeur nutritionnelle élevée. Elles sont riches en sels minéraux, vitamines, tanins et acides organiques. Leur teneur en sucres est ce qui les distingue particulièrement, en faisant un choix alimentaire populaire. Les dattes se composent principalement d'eau, de sucres réducteurs tels que le fructose et le glucose, de sucres non réducteurs comme le saccharose, ainsi que d'autres composants tels que les protéines, les lipides, les minéraux, la cellulose, la pectine, les vitamines et les enzymes (Booij, 1992).

Chapitre 02

Le stockage et conservation des dattes

2.1. Le principe technique de la conservation par froid

On distingue deux formes principales : la réfrigération et la congélation.

2.1.1. Réfrigération

La réfrigération est une méthode courante de conservation des aliments qui implique leur stockage à des températures basses mais supérieures à 0°C, également appelées "froid positif". Cette méthode utilise des températures positives comprises entre 0°C et +8°C, ce qui permet d'arrêter la croissance bactérienne et de conserver les aliments dans des conditions optimales (Jeantet et *al.*, 2007). Il peut varier de quelques jours à quelques mois. Il est essentiel de manipuler les denrées alimentaires en respectant les règles d'hygiène universelles. Le maintien d'une température comprise entre 4 et 8 °C réduit l'action des bactéries ainsi que celle des enzymes présentes dans les aliments, responsables du brunissement, y compris pour les dattes et de nombreux autres fruits et légumes (Jeantet et *al.*, 2007).

2.1.2. Congélation

Tout comme la réfrigération, la congélation est une méthode de conservation des aliments qui repose sur la diminution de la température afin de prolonger leur durée de conservation. La principale différence entre ces deux procédés réside dans la formation de cristaux de glace à l'intérieur des aliments lors de la congélation (Cheftel, 1977). La vitesse de refroidissement des aliments peut être soit graduelle soit rapide. Dans le cas d'un refroidissement rapide, peu de cristaux de glace se forment, préservant ainsi les tissus cellulaires. Cela permet de conserver les aliments pendant plusieurs années, à condition de ne pas interrompre le processus de congélation (Cheftel, 1977).

2.2. Les conditions de stockage

Pour conserver les dattes de manière efficace, plusieurs facteurs doivent être pris en compte, tels que la teneur en eau des dattes, l'humidité relative, la température et une bonne ventilation (Ben Sayah, 2014). Les dattes ayant une teneur en eau de 26 % doivent être stockées à une température de 0°C, ce qui permet une période de stockage de 6 à 8 mois. Si le taux d'humidité est inférieur à 26 %, la période de stockage peut dépasser un an. Si le taux d'humidité est inférieur à 20 %, les dattes peuvent être entreposées à 25 °C pendant une année. Une teneur élevée en sucre combinée à une forte humidité tend à détériorer la qualité du fruit (Slami et Zobeidi, 2012) (Tableau 3). Des essais de conservation par le froid ont été réalisés aux États-Unis pour les dattes Deglet-Nour,

permettant de définir les températures de conservation adaptées à différentes durées. (Harrah et Boujneh, 2012).

Tableau 3: Températures et durées maximales de conservation des dattes Deglet-Nour: (Harrah et Boujneh ,2012)

Température de conservation	Durée maximal de conservation
26/27°C	1 mois
15/16°C	3 mois
4/5°C	8 mois
-2/-3°C	1 an
-17/-18°C	Plus d'anné

2.3. Traitement et conditionnement des dattes

• Triage

Le triage des dattes communes implique l'élimination des fruits non mûrs ou défectueux, et le classement des fruits selon leur taille, couleur et qualité (Munier, 1961).

• Nettoyage

Le nettoyage des dattes est essentiel pour éliminer les impuretés telles que la terre, le sable et les débris végétaux qui adhèrent à leur peau sirupeuse (Matallah, 2004).

• Désinsectisation

Les dattes en palmeraie sont vulnérables aux insectes, ce qui nécessite une désinsectisation lors de l'unité de conditionnement. La méthode couramment utilisée est la fumigation au bromure de méthyle pour éliminer les œufs présents dans les dattes (Matallah, 2004).

• Emballage et entreposage

Les dattes traitées sont conservées dans des entrepôts réfrigérés dans divers emballages (des barquettes, des boîtes...) pour préserver leur qualité (Djerbi, 1994).

2.4. Les problèmes de stockage

Le tableau 4 ci-dessous récapitule les agents biologiques, microbiologiques, physiques et biochimiques qui peuvent entraîner la détérioration des dattes après la récolte pendant le stockage.

Tableau 4: Les agents d'altération causant des détériorations pendant le stockage

Type d'agent	Exemple	Agent d'altération	Effets sur les dattes pendant le stockage	Références
Biologique	Insectes, rongeurs	infestation par les pyrales (<i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zeller.)	Dommages qualitatifs et quantitatifs. jusqu'à 40% de pertes pendant l'entreposage dus aux chenilles qui se nourrissent de la pulpe.	(Bouka et al., 2001) (Idder et al., 2009).
Microbiologique	-Champignon -Levures -Bactéries	Levure (<i>Zygosaccharomyce mellis</i>) -Bactéries (<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus spp.</i>) -Champignons (<i>Aspergillus</i> , <i>Penicilium</i> , <i>Rhizopus</i>)	Agrégats blancs. fermentation des dattes (transformation des sucres en alcool). Acidification des dattes. Formation de mycélium et filaments de moisissures visibles à l'œil nu.	(Hamad, 2012) (Al Hazzani et al., 2014) (Harrak, 2019)
Physique	Température, lumière, humidité	Détachement de l'épicarpe Chocs mécaniques, écrasement, coupures et vibrations	Ces accidents provoquent des blessures qui déprécient l'aspect visuel de la datte . La peau devient sèche, dure et cassante qui se sépare de la chair.	(Harrak, 2019) (Yahia et al., 2013) (Noutfia et al., 2018)
Biochimique	Activité enzymatique	Inversion du saccharose Brunissement enzymatique	Transformation du saccharose en fructose et glucose ce qui diminue l'humidité de la datte et son activité d'eau Modification de la couleur (polymères oxydés bruns), de la flaveur et de la qualité de la datte.	(Chaira et al., 2011) (Al-Amrani et al., 2020) Macheix et al., 1990.

Partie 02

Partie expérimentale

Chapitre 03

Matériel et méthodes

Pour déterminer l'effet des conditions de stockage sur la qualité des dattes Deglet Nour. Une étude a été menée au niveau du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSTRA, Biskra. Des caractéristiques morphologiques et physicochimiques telles que l'humidité et les sucres ont été étudiées pour des échantillons de dattes Deglet-Nour conservées à différentes températures de stockage (refroidissement et congélation).

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est les dattes de la variété Deglet-Nour. Elle est le produit par excellence dans le marché international et très répondeuse dans les palmeraies du Sud-Est de l'Algérie spécialement la région de Biskra. Les quatre échantillons proviennent de trois régions différentes de Biskra et sont conditionnés dans différentes températures de stockage. (Deux échantillons venant de la région de Bouchegroun (conservés à -18°C et -30°C); un échantillon provenant de la région de Tolga (conservé à $+6^{\circ}\text{C}$) et un échantillon provenant de Biskra centre (conservé à $+4^{\circ}\text{C}$).

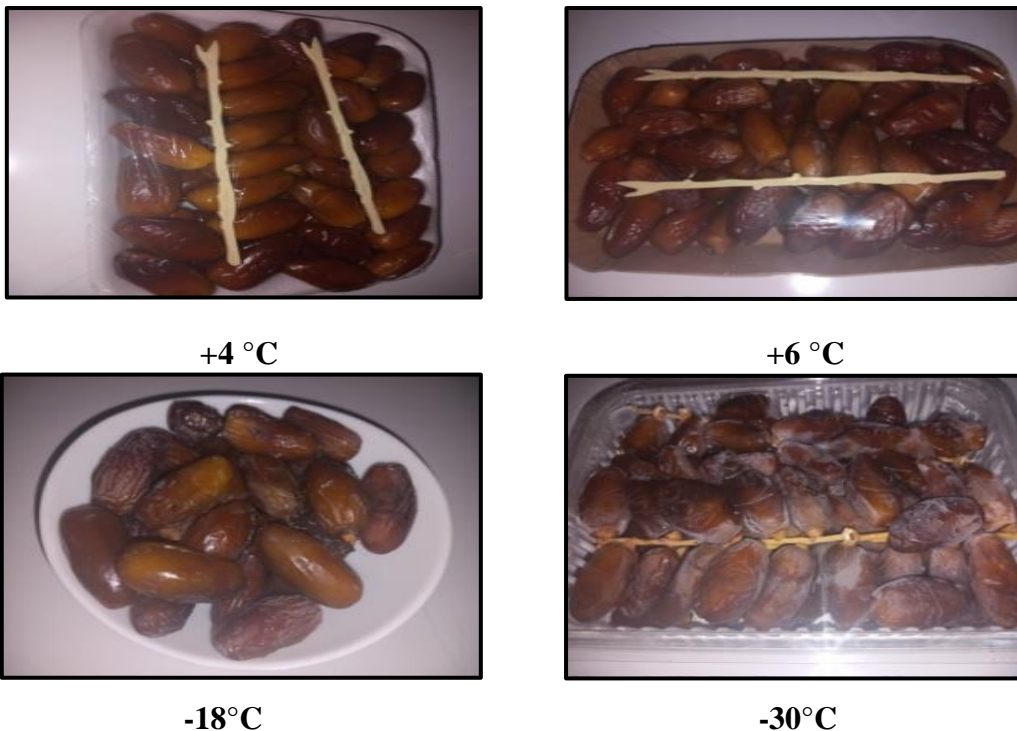


Figure 5: Les échantillons de Daglet Nour conservés à divers températures

3.2. Caractérisation morphologique

Des mensurations ont été réalisées sur des dattes de la variété Deglet-Nour à l'aide d'un pied colis, afin de déterminer l'effet des traitements sur la taille (longueur et largeur) et le poids (datte entière, pulpe, noyau) des dattes étudiées. Au cours de cette étude six répétitions ont été prélevées au hasard pour la caractérisation morphologiques des échantillons (Noui, 2007).

3.3. Caractérisation physico-chimique**3.3.1. Détermination des sucres réducteurs**

Les sucres réducteurs sont des sucres simples donneurs d'électrons dans une réaction d'oxydo-réduction. Par exemple le glucose, le fructose et le maltose. Ils possèdent une fonction aldéhyde (Gillet, 2012).

3.3.1.1. Principe

La méthode de détermination des sucres réducteurs par la méthode de Miller (1956) (DNS-NaOH) est basée sur la réaction entre les sucres réducteurs, tels que le glucose, le fructose et le lactose, et l'acide 3,5-dinitrosalicylique (DNS) en présence d'hydroxyde de sodium (NaOH). Cette réaction conduit à la formation d'un complexe coloré (couleur orange) qui peut être mesuré à une longueur d'onde spécifique, généralement à 540 nm.

3.3.1.2. Mode opératoire**A) Préparation des extraits de dattes**

Dans des béchers 2 g de datte ont été mélangés pour chaque échantillon avec 100 mL d'eau distillée. Le mélange est chauffé sur une plaque chauffante en agitant pendant 40 min à une température de 60°C. Une filtration préalable est réalisée à l'aide d'une passoire et du coton.

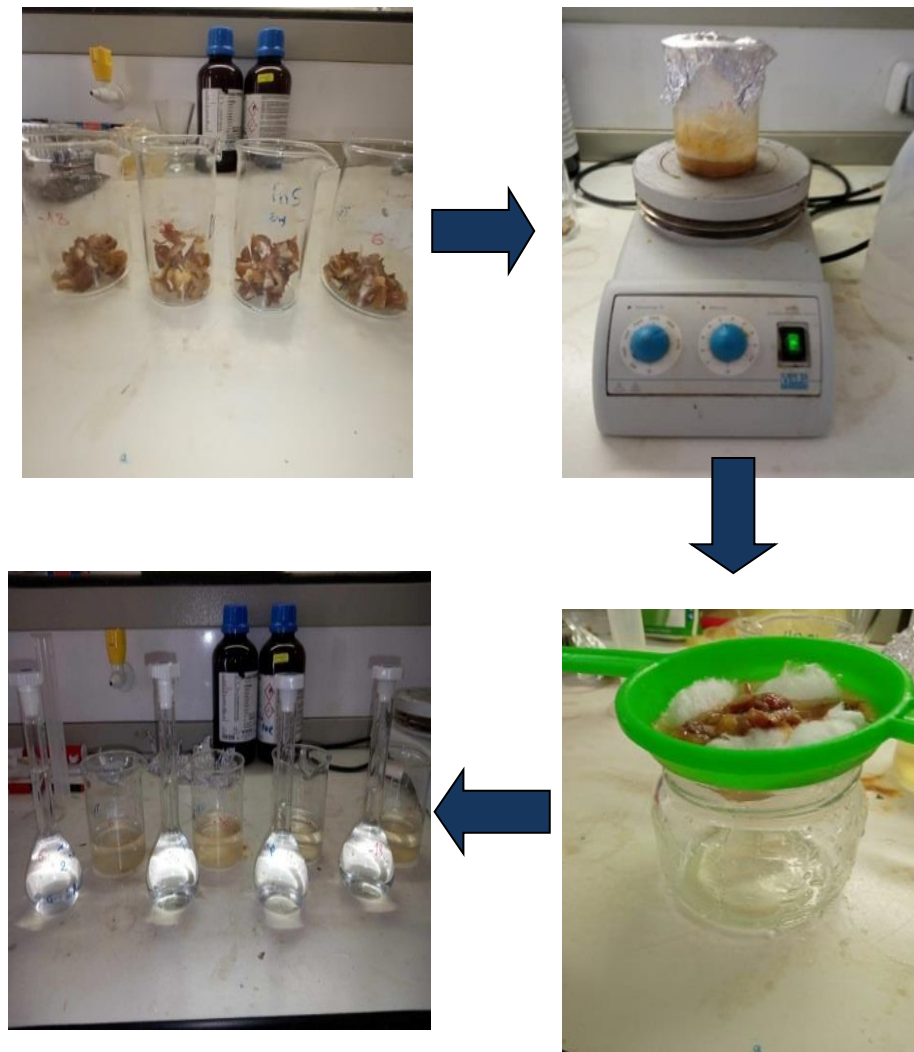


Figure 6: Etapes d'extraction des sucres réducteurs des dattes de la variété deglet Nour

B) Préparation la gamme étalon

La gamme d'étalonnage a été préparée à partir d'une solution mère de glucose à 2 g/mL. Les concentrations de glucose utilisées sont résumées dans le tableau 5.

Tableau 5: Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres réducteurs

Tubes	Blanc	1	2	3	4	5
Solution mère de glucose (mL)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Eau distillée (mL)	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0



Figure 7: Préparation de la gamme étalon pour le dosage des sucres réducteurs

C) Dosage les sucres réducteurs

Une fraction de 1mL est prélevée de l'extrait glucidique, additionnée de 1mL du réactif de DNS (Acide di-nitro-3,5 salicylique) déjà préparé. Après agitation, les tubes sont chauffés au bain marie à 100°C, pendant 10 min. Il se développe ainsi une coloration verte dont l'intensité est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 540 nm contre un blanc de gamme.



Figure 8: Dosage des sucres réducteurs

3.3.2. Détermination les sucres totaux

Les sucres totaux sont définis comme la somme de tous les sucres à l'état naturel (les sucres naturellement présents dans le miel, les sirops, les jus de fruits et les concentrés de jus de fruits). Les sucres ajoutés sont les sucres libres incluent les monosaccharides et les disaccharides ajoutés aux aliments par le fabricant, le cuisinier ou le consommateur (Siyuan et *al.*, 2020).

3.3.2.1. Principe

Il se repose sur la réaction entre les sucres totaux avec le phénol et l'acide sulfurique pour former un complexe et donne une coloration jaune-rouge (le glucose fournit de l'hydroxyfurfural). Cette réaction permet de quantifier la teneur en sucres totaux présents dans un échantillon par spectrophotométrie à la longueur d'onde de 490 nm.

3.3.2.2. Mode opératoire

Le dosage des sucres totaux de différents échantillon est réalisé par la méthode établie par (Dubois et *al.*, 1956). Avec quelques modifications.

A) Préparation de la gamme étalon

La gamme étalon est préparée à partir d'une solution de glucose à 0.05% (25 mg/50 mL d'ED).

Tableau 6: Gamme étalon de glucose pour le dosage des sucres totaux

Tubes	Blanc	1	2	3	4	5	6
Solution mère de glucose (mL)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2
Eau distillée (mL)	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8

B) Dosage les sucres totaux

Dans l'étude réalisée, la préparation des échantillons a impliqué plusieurs étapes. Dans un premier temps, 1 mL d'extraits de dattes a été introduit dans des tubes à essai individuels. Par la suite, 0,25 mL de phénol (5%) et 1,5 mL d'acide sulfurique concentré ont été ajoutés à l'aide d'une micropipette. Pour favoriser une réaction adéquate, les

tubes ont été agités légèrement et doucement. Afin de permettre la réaction chimique de se dérouler de manière optimale, les tubes ont été placés dans un bain-marie préchauffé à 60°C. Ils y ont été maintenus pendant 40 minutes, ce qui a entraîné l'apparition d'une couleur jaune-rouge caractéristique. Une fois la réaction terminée, les tubes à essai ont été refroidis. Par la suite, les absorbances des échantillons ont été mesurées à une longueur d'onde de 490 nm.



Figure 9: Dosage des sucres totaux

3.3.3. La teneur en eau (l'humidité H%)

Est le rapport du poids d'eau contenu dans un matériel sur le poids du même matériel sec. On peut aussi définir la teneur en eau comme le poids d'eau W contenu par unité de poids de matériel sec (Ghomari et Bendi-ouis, 2008). Humidité est exprimée en%.

3.3.3.1. Principe

Repose généralement sur la perte de poids subie par l'échantillon lorsque l'eau qu'il contient s'évapore.

3.3.3.2. Mode opératoire

Une balance a été utilisée pour peser précisément 5 g de différents traitements dans des capsules vides. Ensuite, les capsules contenant les échantillons ont été placées dans un four à moufle préchauffé à une température de 105°C. L'objectif de cette étape était de permettre une évaporation progressive de l'eau présente dans les dattes. Les échantillons ont été maintenus dans le four pendant une durée de 24 heures, assurant ainsi une déshydratation complète. Une fois la période de séchage terminée, les échantillons ont été retirés du four et refroidis dans un dessiccateur en verre. Cette

mesure a été prise afin d'éviter toute absorption d'humidité de l'air, ce qui aurait pu altérer la composition des échantillons. Enfin, une dernière pesée des échantillons a été effectuée à l'aide de la balance. Cette pesée finale a permis d'évaluer avec précision la perte de poids due à l'évaporation de l'eau contenue dans les dattes (Chafi et *al.*, 2015).

- **Expression des résultats**

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

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

Soit :

H% : humidité.

M1 : masse de la capsule + matière fraîche avant étuvage.

M2 : masse de la capsule + matière fraîche après étuvage.

P : masse de la prise d'essai.

$\text{Matière sèche \%} = 100 - H\%$

3.3.4. Détermination des cendres

3.3.4.1. Principe

La teneur en cendres des dattes est déterminée après incinération de la pulpe de datte dans un four à moufle, à une température de 600°C, durant 5 heures jusqu'à l'apparition d'une coloration blanche ou grise. (Sayah et Ould el hadj, 2010).

3.3.4.2. Mode opératoire

Une prise d'essai de 5g de l'échantillon a été effectuée dans une capsule en porcelaine, calcination au four à moufle à 600°C pendant 5 à 6 heures, refroidissement dans un dessiccateur, et pesée des capsules contenant la poudre grise des échantillons calcinés (AFNOR, 1972).

- **Expression des résultats**

On calcule la teneur des cendres selon la formule suivante :

$$MO \% = (M1-M2)/P *100$$

Soit :

MO % : matière organique.

M1 : masse de la capsule + prise d'essai.

M2 : masse de la capsule + cendres.

P : masse de la prise d'essai.

Cd % : les cendres sont calculées comme suit :

$$\text{Cd \%} = 100 - \text{MO \%}$$

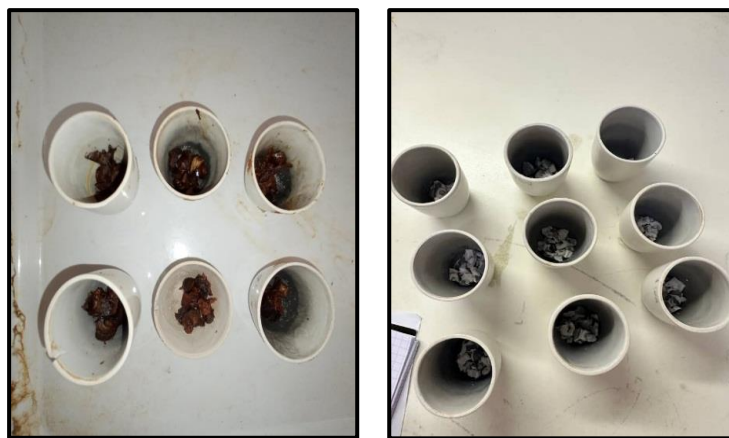


Figure 10: Séchage des échantillons de différentes températures dans un four moufle

3.3.5. Détermination du pH (potentiel Hydrogène) Afnor (NF V 05-108, 1970)

Le pH de différents traitements est déterminé à l'aide d'un pH mètre. Les pH-mètres sont apparemment faciles à utiliser et donnent une lecture directe du pH d'une solution d'essai. Cependant, pour des résultats fiables, il est important que toutes les mesures de pH soient effectuées de manière légère et cohérente. Une électrode de potentiel en verre est immergée dans la solution, Une fois le PH-mètre étalonné, on relève la valeur du pH.

3.3.5.1. Principe

La différence de potentiel d'hydrogène existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la pulpe de datte broyée.

3.3.5.2. Mode opératoire

placement de 20 g de datte dans un bécher, ajout de 60 mL d'eau distillée, chauffage et agitation à 60°C pendant 30 minutes, refroidissement, et détermination du pH à l'aide d'un pH mètre étalonné.

3.3.6. Détermination la conductivité électrique CE (mS)

La conductivité dans les solutions aqueuses, ce sont les ions qui effectuent le transport des charges. Les ions résultent de la dissolution de sels, acides et bases (Manns, 2007).

3.3.6.1. Principe

Le principe de base de la mesure de conductivité est le même dans toutes les méthodes : l'appareil de mesure applique une tension électrique à la solution à mesurer. Un courant électrique circule en fonction de la conductivité.

3.3.6.2. Mode opératoire

Il est plutôt facile d'obtenir une mesure précise de conductivité d'un matériau en laboratoire il suffit d'utiliser un conductimètre, dans les solutions de différents traitements déjà préparées (20 g de datte + 60mL eau distillée) (Fouché, 2021).



Figure 11: Détermination la conductivité électrique CE

3.3.7. L'Acidité titrable

3.3.7.1. Principe

Est réalisée sur une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (2N) en présence de phénolphthaléine comme indicateur (Naoui, 2007).

3.3.7.2. Mode opératoire

Pesée de 12,5 g de chaque traitement de Deglet Nour, placement dans un bécher avec 25 mL d'eau distillée, agitation à 60°C pendant 30 minutes, refroidissement, filtration, transvasement dans une fiole jaugée de 125 mL et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée, prélèvement d'un volume de 25 mL du filtrat, ajout de phénolphthaléine, titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

- **Expression des résultats**

L'acidité titrable est exprimée selon la formule suivante :

$$A\% = \frac{(250.V1.100)}{(V0.M.10)} .0.07$$

Soit :

M : masse en gramme de produit prélevé.

V0 : volume en ml de la prise d'essai.

V1 : volume en ml de la solution NaOH (0.1 N).

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



Figure 12: Détermination de l'acidité titrable

3.3.8. Détermination des éléments minéraux (Amellal et Chibane, 2008)

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

3.3.8.1. Principe

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

A) Préparation les solutions

100 mg de cendres sont dissous dans 1500 μ L d'acide chlorhydrique pur, puis incubés au bain marie (30 min à 85°C).Après l'incubation, on complète avec de l'eau distillée dans fiole jaugée de 50 mL (Acourene et Tama, 1997).



Figure 13: Préparation les solutions pour dosage des éléments minéraux

3.3.8.2. Dosage de Ca^{2+}

A) Principe

La méthode utilisée est basée sur la formation d'un complexe se constituant entre l'ion métallique (le Calcium) à doser et un composé organique complexant. Le complexant le plus utilisé est l'EDTA (l'acide éthylène diamine tétra acétique) avec indicateur colorimétrique murexide d'une couleur rose (Heral et *al.*, 1980).

B) Mode opératoire

Placement de 10 mL de l'échantillon dans un erlenmeyer, dilution avec 50 mL d'eau distillée, ajout de 2 mL de solution de NaOH (2N), Cette étape avait pour but d'ajuster le pH du mélange. Incorporation d'un indicateur colorimétrique solide (murexide), agitation du mélange sur un agitateur, et titration avec l'EDTA (0.02N) jusqu'à l'observation du virage de couleur du rose au violet.

• Calculs

$$C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2 \implies C2 = \frac{C1 \cdot V1}{V2} \cdot Fd$$

Soit :

C1 : Normalité d'EDTA

V1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

C2 : Concentration de Ca^{2+}

V2 : Volume de solution à analysée

Fd : Facteur de dilution



Figure 14: Dosage de Ca^{2+}

3.3.8.3. Dosage de Mg^{2+}

A) Principe

Le dosage du Mg^{2+} par EDTA repose sur la réaction entre les ions magnésium (Mg^{2+}) et l'EDTA. L'EDTA est un agent chélateur qui forme des complexes stables avec les ions métalliques, y compris le magnésium et en présence d'un indicateur coloré (noir eriochrome T (NET)) (Deluzarche, 2010).

B) Mode opératoire pour le TH

Placement de 10 mL de l'échantillon dans un erlenmeyer, dilution avec 50 mL d'eau distillée, ajout de 4 mL de tampon pH 10 et de la poudre noire d'eriochrome T (NET), agitation du mélange, et titration avec l'EDTA de concentration 0.02N jusqu'à l'observation du virage de couleur du rose au bleu foncé (Delaroche, 2010).

• Calcule

Pour calculer la concentration du Mg^{2+}

$$Mg^{2+} = TH - Ca^{2+}$$

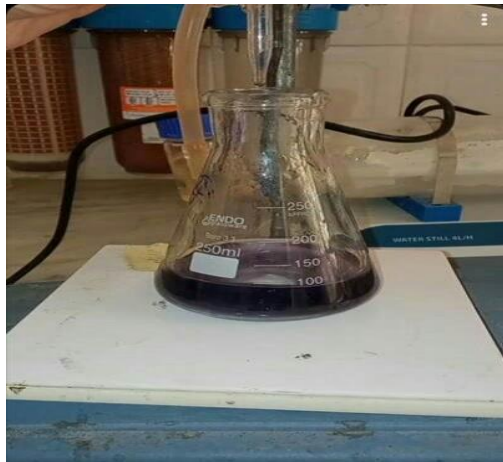


Figure 15: Dosage Mg^{2+}

3.3.8.3. Dosage de Ka^+ et Na^+ par photomètre à flamme

Les solutions sont passées au photomètre à flamme et les teneurs en Na^+ et K^+ sont déterminées grâce aux courbes d'étalonnages. (Acourene et Tama, 1997).

Nous avons calibré les minéraux à une longueur d'onde suivantes : (sodium à 100, potassium à 200).



Figure 16: Dosage de Ka^+ et Na^+ par photomètre à flamme

3.3.8.4. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel XLSTAT 2016. ANOVA, ACP (analyse en composant principales), CAH (classification ascendante hiérarchique) ont été effectuées.

Chapitre 04

Résultats et discussion

4.1. Caractérisation morphologique

Les résultats des analyses morphologiques sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ils représentent les moyennes obtenues à partir de quatre traitements qui ont été appliqués aux dattes de la variété Deglet Nour. Différentes températures de conservation ont été pris en considération; +6°C, +4°C, -18°C et -30°C, a fin de distingué l'existence des différences significatives dans la morphologie des dattes en fonction des conditions de conservation.

Tableau 7 : Effet des traitements sur les caractères morphologiques de Deglet Nour : Synthèse (Moyennes estimées) – traitement

	LngDt (mm)	LrDt (mm)	Pd Dt (g)	Pd pul (g)	LngNy (mm)	LrgNy (mm)	Pd Ny (g)
tr (-18)	41,397 ab	20,060 a	12,263 a	11,267 a	23,750 a	7,743 a	0,873 a
tr (-30)	43,410 a	21,757 a	11,043 a	10,250 a	23,727 a	6,787 a	0,777 a
tr (+6)	36,507 bc	18,360 a	7,607 b	7,220 b	20,843 a	7,267 a	0,710 a
tr (+4)	35,130 c	18,357 a	7,473 b	6,857 b	19,817 a	6,763 a	0,613 a
Pr > F	0,004	0,052	0,000	0,000	0,139	0,389	0,175
Significatif	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non

a,b,c : des lettres différentes en indice représentent des différences significatives entre les traitements . **LngDt** : Longueur de datte. **LrDt** : largeur de datte. **PdDt** : poids de datte, **Pd pul**: poids de la pulpe. **LngNy** : longueur de noyau. **LrgNy** : largeur de noyau. **Pd Ny** : poids du noyau.

D'après le tableau 7, on remarque qu'il n'y a aucune différence entre les température de conservation pour les paramètres suivant :Lr Dt, Lng Ny ,Lrg Ny ,Pd Ny. par contre on peut noter une différence significative entre les température de conservation pour les paramètres : Lng Dt ,pd pul , pd Dt.

4.1.1. Les dimensions de date

Les mesures de dimensions de la datte sont illustrées dans la figure 17.

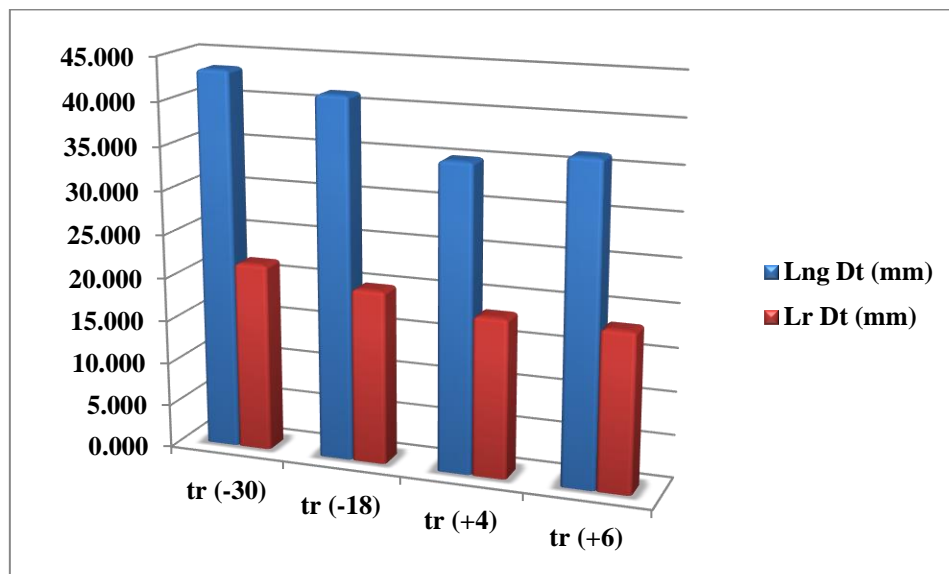


Figure 17: Effet des températures de stockage sur les dimensions de datte (mm)

D'après les résultats illustrés dans la figure 17, on peut constater que les dimensions des échantillons de Deglet Nour conservées à différentes températures ont présenté des variations de 35,13 à 43,41 mm de longueur moyenne et de 18,35 à 21,75 mm de largeur moyenne. Les valeurs de taille des dattes les plus basses ont été enregistrés à +4°C ; soit une longueur de 35,130 mm, et une largeur de 18,357 mm. Alors que les valeurs les plus élevés ont été signalé à -30°C avec une longueur de 43,410 mm et une largeur est de 21,757 mm.

Ces dimensions ont été supérieures à celles rapporté par Acourene et *al.* (2001) pour la variété de Daglet Nour, qui ont présenté une longueur de 42,22 mm et une largeur de 27,0 mm. Des résultats similaires ont été signalés aussi par Sayah etould El hadj, (2010) avec une longueur de 41,1 mm pour la même variété.

L'analyse de la variance du paramètre longueur des dattes a montré une différence hautement significative $p=0,004$ (tableau 7), ils ont été regroupés en trois groupes différents (Annexe 2), tandis que pour la largeur, aucune différence significative n'a été observée.

Les mensurations des dimensions du noyau de datte de la variété étudié sont illustrées dans la figure 18.

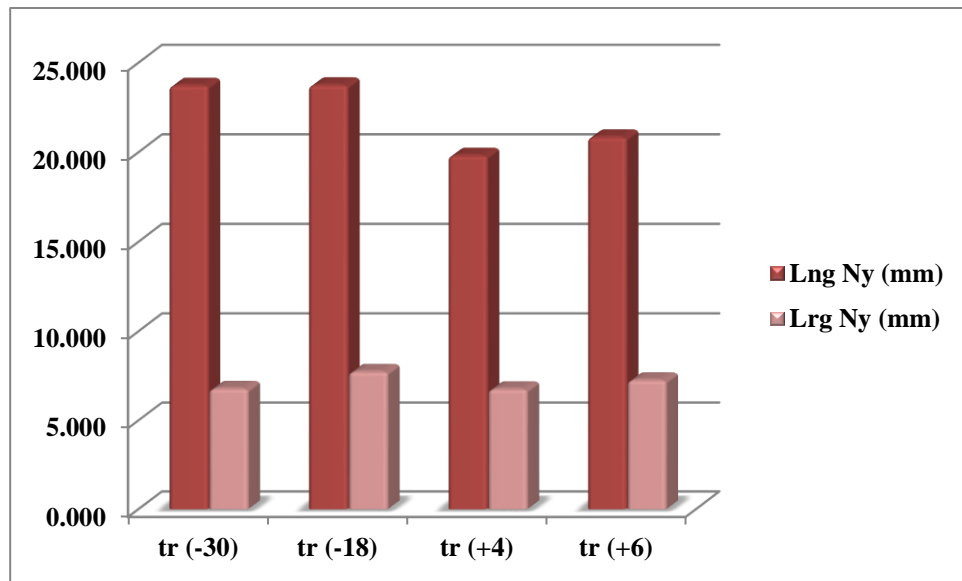


Figure 18: Effet des températures de stockage sur les dimensions de noyau de datte (mm).

Quant au noyau, la longueur était de 19,817 mm et 20,843 mm pour les tr +4°C et tr +6°C respectivement, ainsi de 23,727 mm et 23,750 mm pour tr -30°C et tr -18°C respectivement. La valeur de largeur du noyau la plus faible était enregistré à tr +4°C soit une valeur de 6,763 mm, alors que la valeur la plus élevée a été noté à tr -18°C soit 7,743 mm.

L'analyse de la variance du paramètre longueur et largeur de noyau n'a révélé aucune différence significative tableau 7. Ces résultats étaient peu différents par rapport à ceux obtenus par Ben abbes (2011), qui a enregistré des valeurs de longueur de 23.2 mm et de largeur de 8 mm.

4.1.2. Les poids

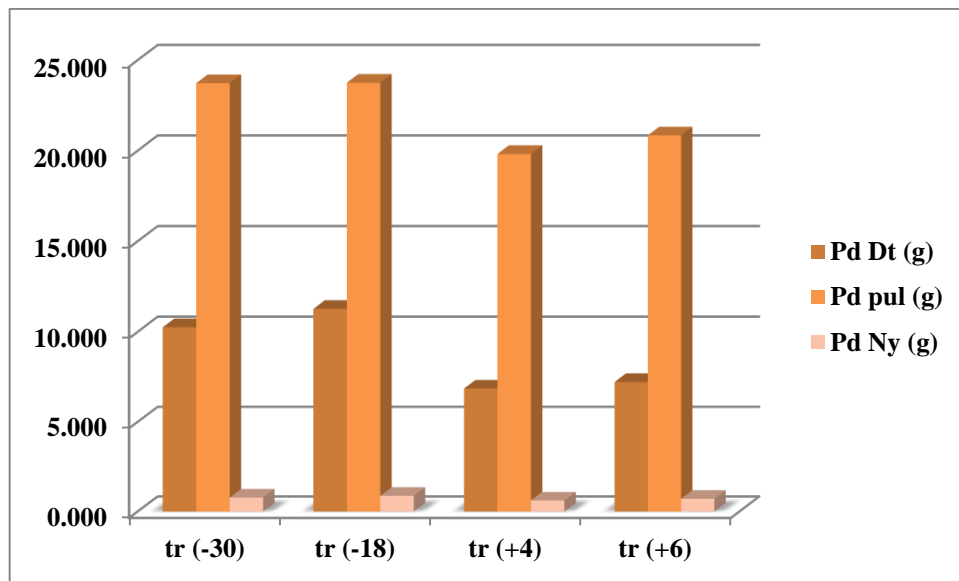


Figure 19: Effet des températures de stockage sur le poids spécifique des dattes (mm).

D'après la figure 19, les valeurs du poids les plus importantes ont été signalées pour le traitement (-18°C) avec 12,263g (pulpe : 11,267g, noyau : 0,873g). La valeur pondérale la plus faible été enregistrée à + 4°C soit 7,473g (pulpe: 6,857g, noyau: 0,613g).

Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne les poids des noyaux, tandis que des différences très hautement significatives ont été observées en ce qui concerne les poids des dattes (g) et de la pulpe (g) $p=0.000$ (Tableau 7), et ils ont été divisés en deux groupes différents (Annexe 2).

Les résultats obtenus au cours de cette étude ont été proche à celle rapportés par Acourene et *al.* (2001) soit une valeur de 7,20 g (pulpe) et de 6,76 g (noyau). Tandis que les résultats rapportés par Mataalah (1970) ont été de 12g et de 10,63 g.

Pour PN (g), ces résultats ont été comparables à ceux de Brahimi et Nacef (2010), où les poids des noyaux entier sont variés entre 0,93 g à 1,19 g et ont été légèrement supérieures à ceux trouvés par Taouda et *al.* (2014) pour 13 cultivars marocains.

Les caractéristiques morphologiques des échantillons étudiés varient en raison de plusieurs facteurs. Les facteurs environnementaux jouent un rôle significatif dans la diversité des paramètres morphologiques observés. Une fertilisation adéquate et une

irrigation appropriée des palmiers contribuent à la production de dattes présentant des longueurs, des diamètres et des poids supérieurs à ceux des palmiers mal entretenus (Munier, 1973).

Selon Acourene et *al.*, 2001, une datte est dite de qualité physique acceptable quand elle présente les critères suivants :

- le poids de la datte entière est supérieur ou égale à 6g.
- le poids de la pulpe est supérieur ou égale à 5g.
- la longueur est supérieure ou égale à 3.5 cm.
- le diamètre est supérieur ou égale à 1.5 cm.

Tableau 8: Evaluation qualitative des résultats de l'analyse morphologique des dattes de la variété Deglet Nour traitées à divers températures.

Traitement	Pd de la datte ≥6g	Pd de la Pulpe ≥ 5g	Longueur de la datte ≥3,5cm	Largeur de la datte ≥1,5 cm
Tr(+4)	X	X	X	X
Tr(+6)	X	X	X	X
Tr(-18)	X	X	X	X
Tr(-30)	X	X	X	X

Les résultats mentionnés dans le tableau 8 représente les différentes caractéristiques de la datte (Poids de la datte, Poids de la Pulpe, Longueur de la datte, Largeur de la datte). L'analyse des résultats obtenus ont montré que les 4 traitements étudiés présenté une qualité morphologique acceptable sur le plan morphométrique.

4.1.3. Résultats de l'Analyse en Composantes Principale

D'après le tableau 9, l'axe F1 a représenté une variabilité de 80,83% par contre l'axe F2 est de 18,10 %.

Le pourcentage de variabilité cumulée que nous avons obtenu a été de 98,93% respectivement aux axes 1et 2. Ceci indique une forte variabilité entre les traitements et les paramètres.

Tableau 9 : Analyse en Composantes Principales

	F1	F2
Valeur propre	5,659	1,267
Variabilité (%)	80,837	18,102
% cumulé	80,837	98,939

Tableau 10 : les Contributions et les Cosinus carrés des traitements(%)

Les traitements	F1		F2	
	Contributions (%)	Cosinus	Contributions (%)	Cosinus
Tr (+4°C)	37.473	0.971	3.061	0.018
Tr (+6°C)	13.521	0.812	11.030	0.148
Tr (-18°C)	31.433	0.808	32.728	0.188
Tr (-30°C)	53.181	0.595	17.574	0.403

Le tableau 10, a représenté le pourcentage des contributions et les Cosinus carrés des échantillons étudiés. Il a indiqué que tous les traitements ont été trouvés du côté F1, avec des pourcentages de contributions variables et des valeurs de cosinus carrés différentes pour chaque échantillon où :

- Le Tr (+4°C) : Le pourcentage des contributions est de 37,473 % avec un cosinus carré de 0,971.

- Le Tr (+6°C) : Le pourcentage des contributions est de 13,521 %, ce qui est le pourcentage le plus faible, avec un cosinus carré de 0,812.

• Le Tr (-18°C) : Le pourcentage des contributions est de 31,433 % avec un cosinus carré de 0,808.

• Le Tr (-30°C) : Le pourcentage des contributions est de 53,181 %, ce dernier a été considéré comme le pourcentage le plus élevé, avec un cosinus carré de 0,595, qui est la valeur la plus basse.

Tableau 11: Les Contributions et les Cosinus carrés des paramètres (%)

Les paramètres	F1		F2	
	Contributions	Cosinus	Contributions	Cosinus
LngDt (mm)	16.006	0.906	6.785	0.086
LrgDt (mm)	12.595	0.713	22.475	0.285
Pd Dt (g)	17.082	0.967	0.147	0.002
Pd pul (g)	17.337	0.981	0.156	0.002
LngNy (mm)	17.490	0.990	0.440	0.006
LrgNy (mm)	3.825	0.216	61.647	0.781
Pd Ny (g)	15.665	0.886	8.350	0.106

Le tableau 11 représente le pourcentage des contributions et les cosinus carrés des paramètres étudiés. D'après les résultats mentionnés dans ce tableau nous avons remarqué que la plupart des paramètres ont été bien représentés dans l'axe F1, à l'exception d'un seul paramètre, Lrg Ny figuré dans l'axe F2. Leurs résultats étaient différents comme suit :

L'axe F1 : le pourcentage de contribution à la formation du F1a été obtenu pour les paramètres Lng D t(mm) ,Lrg Dt (mm) ,Pd Dt (g) ,Pd pul (g) , Lng Dt (mm) et Pd Ny (g) à 16.006%, 12.595%, 17.082%, 17.337%, 17.490% et 15.665% respectivement avec des cosinus carrés 0.906, 0.713, 0.967, 0.981, 0.990 et 0.886.

L'axe F2 : le paramètre Lrg Ny, a participé à la formation de l'axe F2 où le pourcentage de contribution a été de 61,647 %, avec un cosinus carré de 0,781.

4.1.4. Les résultats de l'analyse de l'ACP des paramètres morphologique – traitements

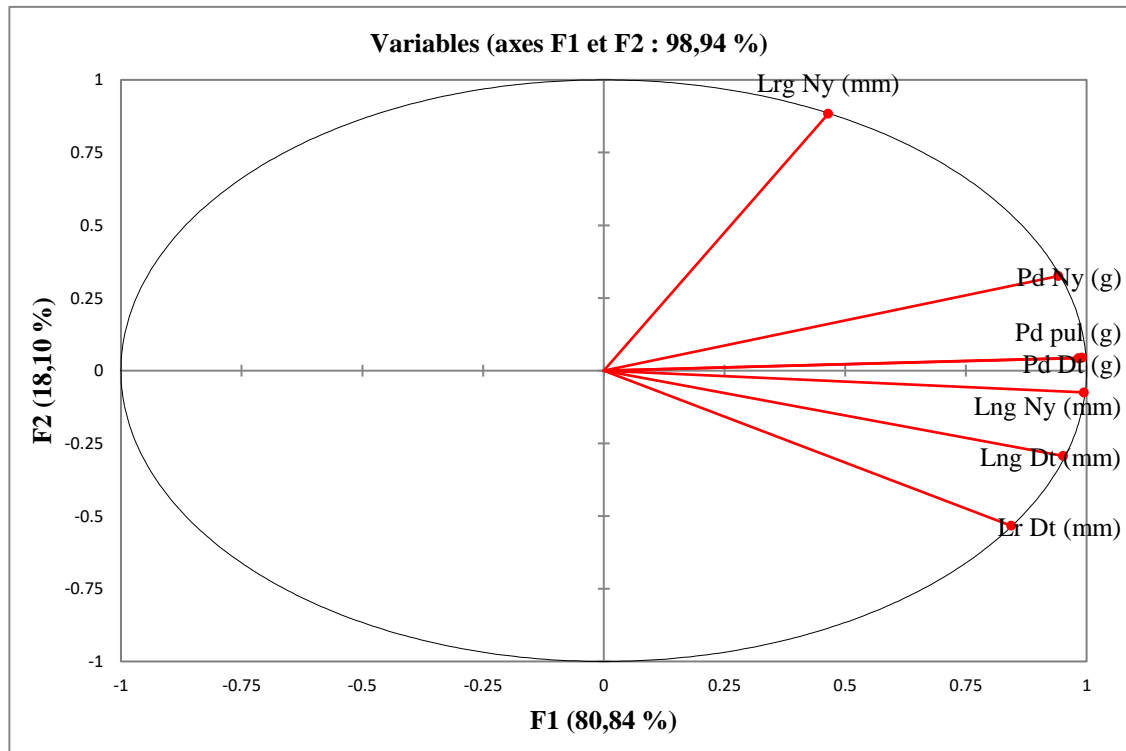


Figure 20: Le Cercle de corrélation des paramètres étudiés (F1 et F2).

Selon la figure 20, nous pouvons remarquer que les paramètres; Pd Dt (g), Pd Ny (g), Pd pul (g), Lng Ny (mm), Lng Dt (mm) et Lrg Dt (mm) ont été proches du bord du cercle de corrélation. Ce qui indique qu'ils ont été bien représentés sur l'axe F1 du côté positif et contribuent significativement à sa formation.

D'autre part, le paramètre Lrg Ny (mm) a été bien représenté sur l'axe F2 de son côté positif. Cela indique que ce paramètre a une contribution significative à la formation de l'axe F2. Ces observations mettent en évidence les différentes contributions des paramètres à la formation des axes F1 et F2.

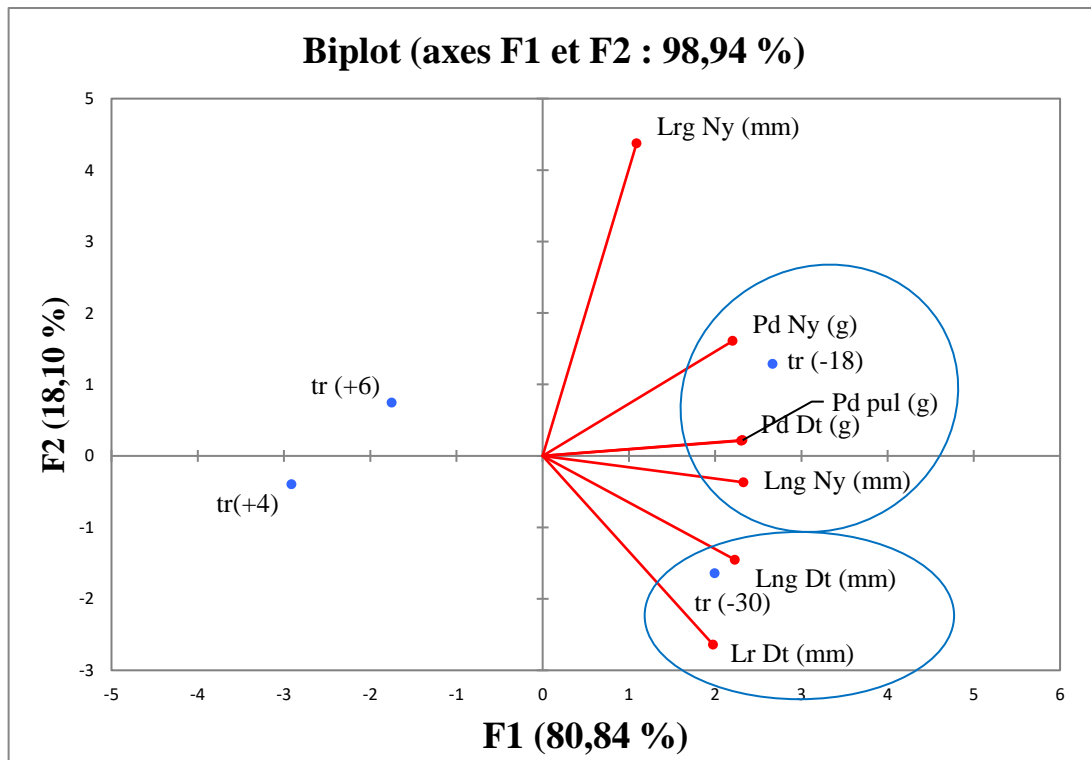


Figure 21: Le Cercle de corrélation de projection des paramètres morphologiques- traitements sur le plan factoriel (F1 et F2).

La Figure 21, a illustré la représentation de projection paramètres morphologiques- traitements sur le cercle des corrélations, on remarque que :

L'extrémité positive de l'axe F1 a montré que le traitement (-18°C) a détenu les valeurs les plus élevées pour les paramètres suivants : Pd Dt (g) et Pd Ny (g), Pd pul (g), Lng Ny (mm). Tandis que le traitement (-30°C) a été défini par les valeurs les plus élevées de Lng Dt (mm), Lrg Dt (mm).

L'extrémité négative de l'axe F1 a été formée par les traitements (+4°C) et (+6°C) qui ont représenté les valeurs les plus faibles de tous les paramètres situés dans l'extrémité positive.

4.1.5. Les résultats de l'analyse de dendrogramme des paramètres morphologique –traitements

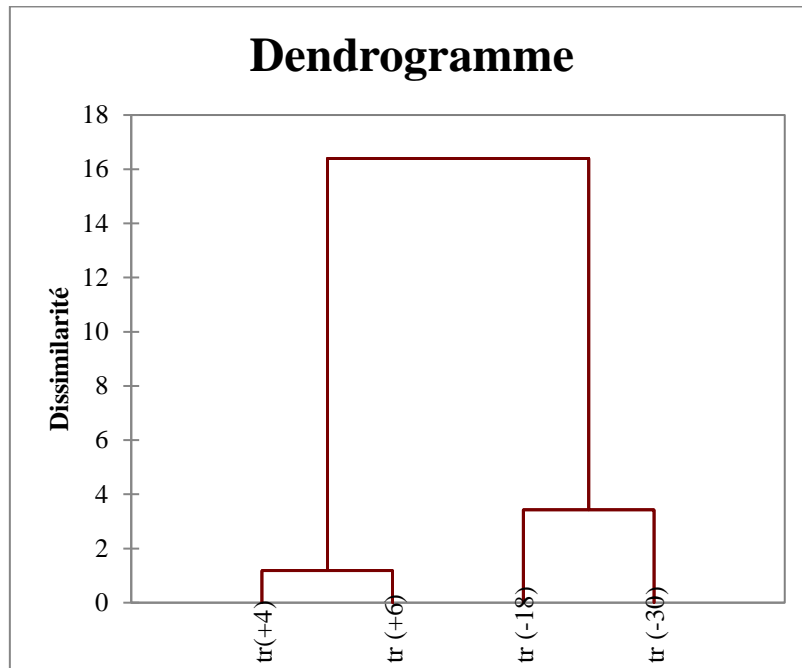


Figure 22: Dendrogramme du regroupement des 4 traitements pour les paramètres morphologiques

L'analyse de la classification ascendante hiérarchique (CAH) a généré un dendrogramme qui a regroupé les 4 traitements étudiés en deux principaux groupes distincts en fonction de leur similarité. Le niveau de dissimilarité a varié de 1,1 à 3,3.

Le premier groupe a regroupé les traitements (+4°C) et (+6°C), alors que le deuxième groupe a inclus les traitements (-18°C) et (-30°C). Cette variabilité entre les traitements suggère des différences significatives dans les résultats obtenus pour chaque groupe.

4.2. Caractérisation physico-chimique des dattes

Les résultats de l'analyse physico-chimiques de la variété Deglet Nour traitée par divers températures (+4°C, +6°C, -18°C, et -30°C) sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'analyse des données par ANOVA, a mis en évidence des variations significatives entre les traitements pour plusieurs paramètres étudiés.

Tableau 12: Effet des traitements sur les caractères physico-chimiques de Deglet Nour Synthèse (Moyennes estimées) – traitement.

	H%	MS%	MO%	CND%	pH	CE (mS/cm)	STT %	SR%	Mg ²⁺ mg/100g	Na ⁺	K ⁺
tr (+6)	29,705 a	70,295 b	99,407 a	0,593 a	5,020 d	1,900 a	30,836 a	44,306 a	5,347 c	1,446 a	61,434 a
tr (+4)	21,308 b	78,692 a	96,015 b	1,656 a	5,250 c	1,800 b	24,799 b	37,164 a	5,347 c	1,12 b	60,394 b
tr (-18)	34,140 a	65,860 b	99,009 a	0,991 a	5,430 a	1,400 d	17,172 c	45,020 a	8,749 a	1,01 c	44,805 c
tr (-30)	34,203 a	65,797 b	98,884 a	1,116 a	5,290 b	1,600 c	27,223 ab	40,646 a	6,076 b	0,8 d	39,089 d
Pr > F	0,001	0,001	0,003	0,078	0,000	0,000	0,000	0,435	0,000	0,000	0,000
Significatif	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui

D'après le tableau 12, aucune différence significative n'a été signalée entre les traitements de Deglet Nour pour les paramètres ; taux de cendre des dattes (CND%) et taux de magnésium (Mg²⁺). En revanche, des différences significatives ($p > 0,001$) ont été constatées entre les traitements pour les paramètres ; teneur en eau (H%), teneur en matière sèche (MS%), teneur en matière organique (MO%), pH, conductivité électrique (CE (mS/cm)), taux de sucre total (STT%), taux de sucre réducteur (SR%), taux de sodium (Na⁺) et taux de potassium (K⁺).

Il convient de noter que la teneur en calcium (Ca²⁺) et l'acidité titrable ne figure pas dans le tableau 12. Ces deux paramètres avaient la même valeur pour tous les traitements soit une valeur de 1,79 g/100g pour l'acidité titrable et 4,007 mg/100g pour la teneur en calcium.

4.2.1. Les sucres réducteurs

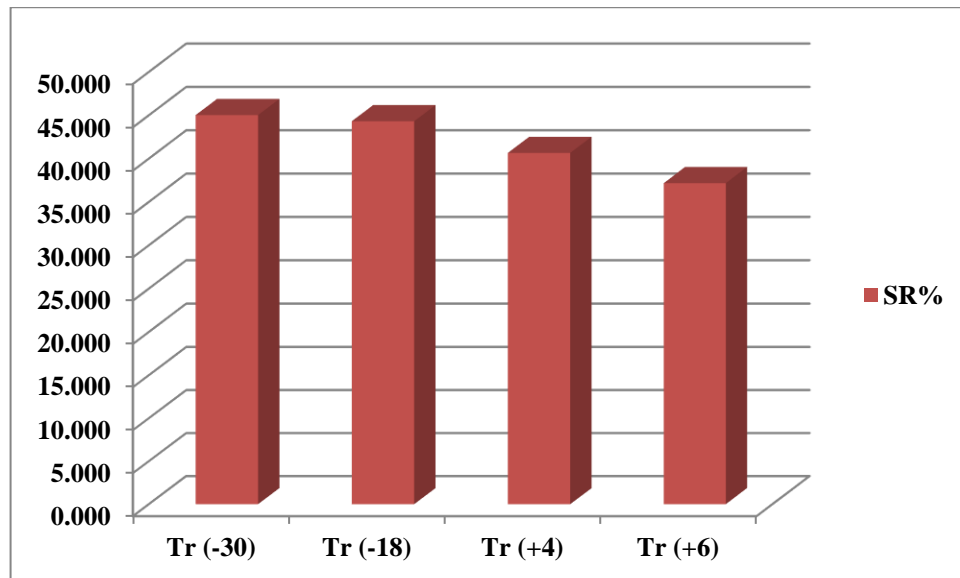


Figure 23: Effet des températures de stockage sur le taux de sucres réducteurs (SR%) dans la variété Deglet Nour.

Le pourcentage moyen de sucres réducteurs (SR%), enregistré pour les quatre traitements de Deglet Nour a été illustré dans la figure 23. Les résultats obtenus ont montrés des valeurs qui varie entre 37,164 % et 45,020 % dont la valeur la plus élevée a été observée dans le traitement à -18 °C, alors que la valeur la plus basse a été signalée dans le traitement à +4 °C.

Ces résultats sont proches à celle signalé dans les travaux de Gourchala (2015), qui a également rapporté des taux de sucres réducteurs de 38 %. Cependant, les valeurs obtenues dans notre étude sont relativement faibles par rapport à celles mentionnées par Amellal (2008) et Al-harrassi et *al.* (2014). Ces derniers ont montré des taux de sucres réducteurs allant jusqu'à 63,8 % à 77,3 % et 72,88 % respectivement.

De plus, les résultats obtenus au cours de cette étude n'ont révélé aucune différence significative dans le taux de sucres réducteurs entre les traitements étudiés et tous les traitements ont appartenu au même groupe. (Tableau 12 ; Annexe 2).

4.2.2. Les sucres totaux

Les dattes sont riches en sucres, ce qui leur confère leur goût sucré distinctif. Des recherches menées par différents auteurs, tels que Munier (1973) et Sawayaa et *al.* (1983) ont démontré que la composition en sucres des dattes varie en fonction de plusieurs facteurs ; la variété, le pollen, le stade de maturation et le climat. De plus, la

nature des sucres présents dans les dattes peut également varier en fonction de la consistance de la datte.

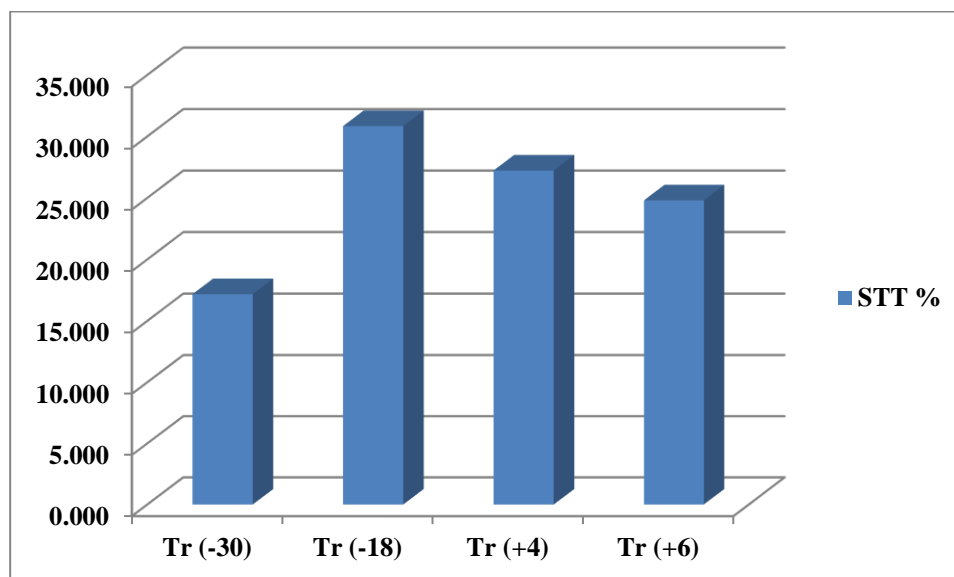


Figure 24 : Effet des températures de stockage sur le taux de sucres totaux (STT%) dans la variété Deglet Nour

Les résultats présentés dans la figure 24 ont indiqué que les teneurs moyennes en sucre totaux, de la variété de dattes étudiées, varient en fonction des températures de stockage utilisées. Le traitement à +6°C a montré la teneur en sucre total la plus élevée, atteignant 30,836%. En revanche, le traitement à -18°C a enregistré la teneur la plus faible, soit 17,172%.

Ces résultats étaient inférieurs à ceux rapportés par Reynes (1997) et Toutain (1967). Ces derniers ont obtenu des teneurs en sucres pour la variété Deglet Nour de 70% et 95% respectivement. Chafi *et al.* (2015) ont organisé les teneurs en sucre totaux en trois catégories :

- Faible (50 %) : Mauvais caractère.
- Moyenne (50-70 %) : Acceptable.
- Élevée (> 70 %) : Bon caractère.

Les résultats obtenus au cours de cette étude ont montré des teneurs en sucres totaux inférieure à 50 %. Ces résultats ont été considérés comme indésirable (mauvais caractère) en ce qui concerne la qualité des dattes. De plus, des différences très hautement significatives ($p=0.000$) ont été observées entre les traitements (tableau12) et ils ont été regroupés en trois groupes différents (Annexe 2).

Le traitement thermique des matrices alimentaires est à l'origine de nombreuses réactions chimiques de dégradation. Ce traitement entraîne la disparition de composés initiaux (thermosensibles) et/ou la synthèse de nouveaux composés néoformés (Yaacoub, 2009). À des températures plus élevées, il est possible que des réactions chimiques se produisent plus rapidement, ce qui peut entraîner une conversion plus rapide des sucres réducteurs en d'autres formes de sucre, telles que les sucres non réducteurs (Yaacoub, 2009). De même, les réactions chimiques telles que la glycolyse peuvent être favorisées, ce qui peut entraîner une dégradation des sucres totaux. Cela peut conduire à une diminution à la fois du taux de sucres réducteurs et du taux de sucres totaux (Yaacoub, 2009).

D'autre part, des températures plus basses peuvent ralentir ces réactions chimiques et potentiellement maintenir un taux plus élevé de sucres réducteurs et de sucres totaux (Yaacoub, 2009).

4.2.3. La teneur en eau (l'humidité H%)

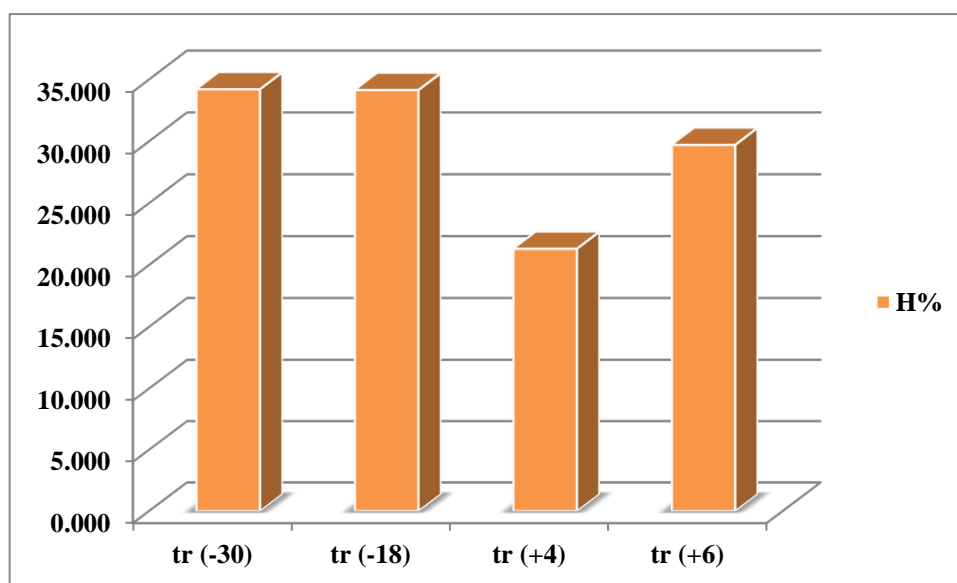


Figure 25 : Effet des températures de stockage sur la tenue en eau (l'humidité %) des dattes de la variété Deglet Nour.

Les résultats mentionnés dans le tableau 12 ont révélé la présence des variations hautement significative ($p = 0,001$) dans les valeurs de la teneur en eau, des différents traitements des dattes étudiées. Ces derniers ont été regroupés en deux groupes distincts (Annexe 2). Selon la figure 25, les traitements -18°C et -30°C ont montré des valeurs d'humidité similaires supérieures à 34 %. Le traitement à $+6^{\circ}\text{C}$ avait une teneur en eau

de 29,705%, tandis que le traitement à +4°C a présenté la teneur en eau la plus faible, soit 21,308 %.

Ces valeurs ont été légèrement supérieures à celles rapportées par Devshony et *al.* (1992) et par Noui (2007), qui ont obtenu un taux moyen en humidité compris entre 23% et 22,6% respectivement.

Selon la classification donnée par Chafi et *al.* (2015), les teneurs en eau (H%) sont catégorisés comme suit :

Très faible : < 10 % mauvais caractère.

Faible : 10 - 24 % bon caractère.

Moyen : 25 - 30 % acceptable.

Élevé : > 30 % mauvais caractère.

Les résultats mentionnés dans le tableau 12 et la figure 25 ont indiqué des différences dans la qualité des dattes pour les traitements utilisés. Ces derniers ont été classés comme suit: le traitement à +4°C, avec une teneur en humidité de 21,308 % est considéré de bonne qualité. Le traitement à +6°C, avec une teneur en humidité de 29,705 %, est considéré comme ayant une valeur acceptable. Les traitements à -18°C et -30°C, avec des teneurs en humidité de 34,140 % et 34,203 % respectivement, sont considérés comme de mauvaise qualité.

La température peut affecter l'humidité des dattes (Noutfia, 2020). Une augmentation de la température peut entraîner une diminution de l'humidité des dattes en favorisant l'évaporation de l'eau contenue dans les fruits (Noutfia, 2020). En revanche, une diminution de la température peut conduire à une augmentation de l'humidité des dattes en favorisant la condensation de l'humidité de l'air sur les fruits (Noutfia, 2020). Il convient de noter que d'autres facteurs, tels que l'humidité relative de l'environnement, peuvent également influencer l'humidité des dattes en interaction avec la température (Noutfia, 2020).

4.2.4. Détermination des cendres

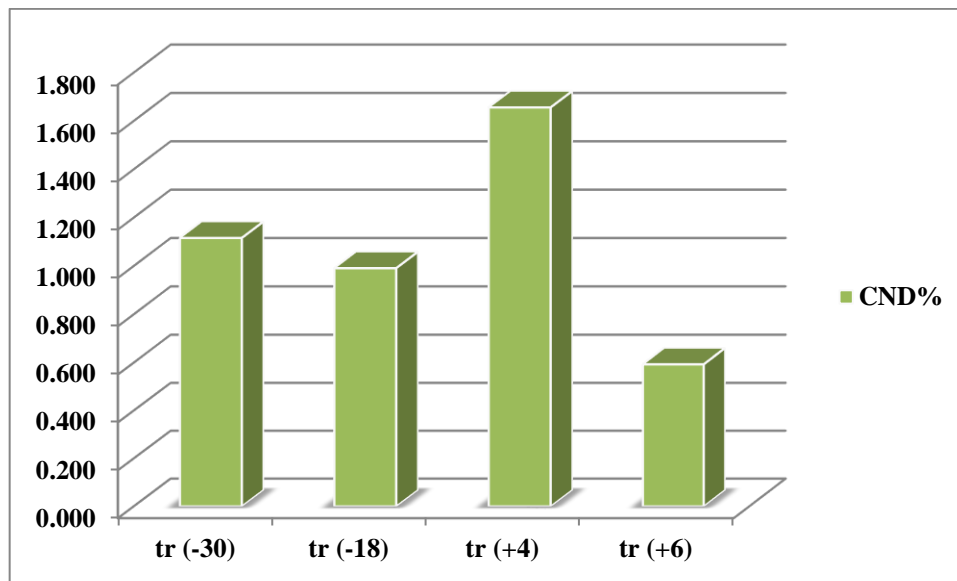


Figure 26 : Effet des températures de stockage sur les taux de cendres des dattes de la variété Deglet Nour.

Les taux de cendres ont été représentés par la quantité totale de sels minéraux présents dans les différents traitements étudiés de la variété "Deglet-Nour". Au cours de cette étude (figure 26), ces taux ont varié de 0,59 % à 1,65 %. Nous avons observé que le traitement à +4°C a présenté la valeur la plus élevée de cendres, avec un taux de 1,65%. Suivie par, le traitement à -30°C qui a montré un taux de cendres de 1,11 %, ensuite le traitement à -18°C avec un taux de 0,99 %. Et enfin, le traitement à +6°C qui a présenté le taux de cendres le plus faible.

L'analyse statistique a révélé qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les traitements en termes de taux de cendres (tableau 12). Cela signifie que les variations observées dans les taux de cendres n'étaient pas statistiquement significatives.

Les résultats obtenus au cours de notre étude étaient inférieurs à ceux rapportés par Favier et *al.* (1993). Ces derniers ont obtenu un taux de cendres variant à 2 %. De plus, nos résultats étaient également inférieurs à ceux de Courene et *al.* (2001), qui ont obtenu des taux de cendres variant de 1,8 % à 2,9 %. De même, les résultats de Sawaya et *al.* (1983) qui ont rapporté un taux de cendres de 2 % à 4 % pour la variété "Deglet Nour".

4.2.5. pH (potentiel Hydrogène)

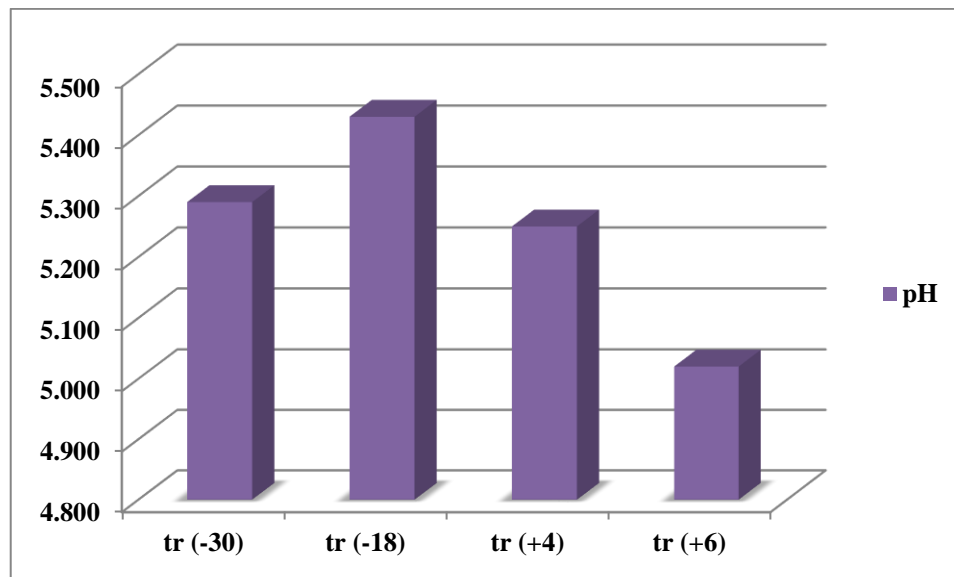


Figure 27 : Effet des températures de stockage sur la variation des valeurs de pH de la variété Deglet Nour.

D'après la figure 27 la variation de pH de la variété Deglet Nour après traitements à des températures différentes. Les résultats obtenus ont montré des valeurs de pH légèrement acide allant de 5,02 dans le traitement à +6°C (valeur la plus basse), jusqu'à 5,41 dans le traitement à -18°C (valeur la plus élevée). De plus, des différences très hautement significatives ($p=0,000$) ont été observées entre les traitements (tableau 12) dont ils ont été regroupés en quatre groupes différents (Annexe 2).

Les résultats obtenus dans notre étude sont similaires à ceux rapportés par Reyens et *al.* (1994), qui ont indiqué un pH de 5. Cependant, d'autres études menées sur des dattes de la même variété ont montré des valeurs supérieures allant de 5,3 à 6,3 selon Rayens (1997) et de 6,2 selon Maatalalah (1970).

Il est important de noter que le pH est un facteur important pour déterminer la qualité des dattes. Selon Chafi et *al.* (2015), une datte de bonne qualité a généralement un pH supérieur à 5,8, une datte acceptable présente un pH compris entre 5,4 et 5,8, tandis qu'un pH inférieur à 5,4 est considéré comme un mauvais caractère.

Dans notre étude, le pH de la variété Daglet Nour dans le traitement à -18°C était généralement acceptable ($pH > 5,4$), à l'exception des trois traitements à -30°C, +4°C et +6°C, où le pH était inférieur à 5,4, ce qui était considéré comme un mauvais caractère en termes de qualité des dattes.

4.2.6. La conductivité électrique CE (mS/cm)

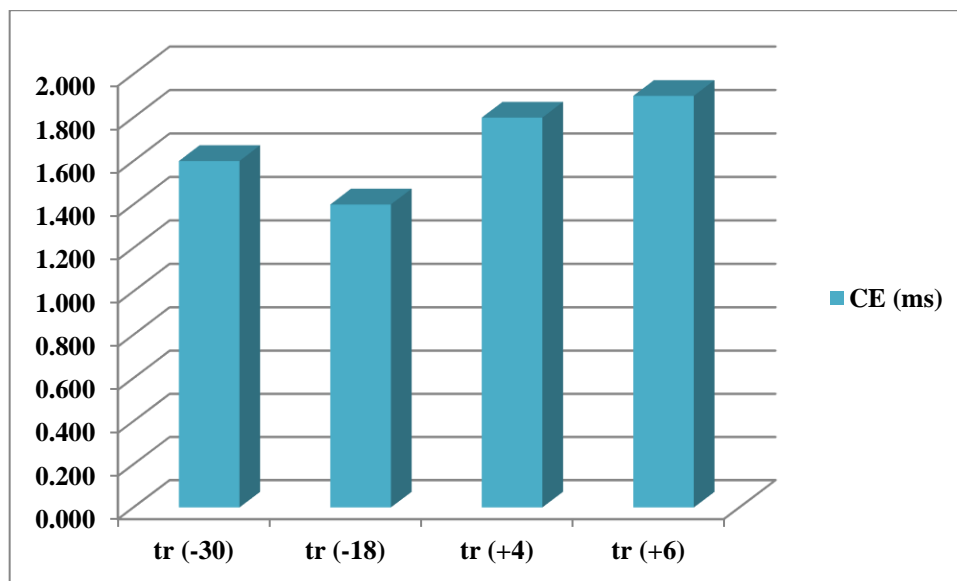


Figure 28: Effet des températures de stockage sur la conductivité électrique (CE) de la variété Deglet Nour.

La mesure de la conductivité électrique (CE) de la variété Deglet Nour pour les quatre traitements a été illustrée dans la figure 28. Ces résultats ont présenté des variations en fonction des températures appliquées. Le traitement à +6°C a affiché la conductivité électrique la plus élevée, mesurée à 1,9 mS/cm. En revanche, Le traitement à -18°C a présenté la conductivité électrique la plus basse, enregistrée à 1,4 mS/cm. Entre ces extrêmes, le traitement à +4°C a montré une conductivité électrique de 1,8 mS/cm, tandis que le traitement à -30°C a affiché une conductivité électrique de 1,6 mS/cm.

Ces résultats indiquent que la conductivité électrique a varié en fonction des températures appliquées aux échantillons. Une température plus élevée (+6°C) a semblé favoriser une conductivité électrique plus élevée, tandis qu'une température plus basse (-18°C) a entraîné une conductivité électrique plus faible. Les variations de conductivité électrique observées entre les différents échantillons et températures ont été très hautement significatives ($p=0,000$) et ils ont été regroupés en quatre groupes différents (Annexe 2).

Nos résultats ont été inférieurs à ceux rapportés par Ghezal et *al.* (2020). Ces derniers ont obtenu une valeur de CE de 2,26 mS/cm. En revanche, nos résultats étaient

proches des valeurs obtenus par Guellai (2022), qui ont rapporté une valeur de CE de 1,72 mS/cm pour la variété "Deglet-Nour".

4.2.7. L'Acidité titrable (ACD g/100g)

L'acidité titrable a été mesurée pour évaluer la quantité d'acides présents dans les dattes, étant étroitement liée à la présence d'acides organiques dans le produit. Une augmentation de l'acidité titrable peut indiquer une détérioration ou une fermentation du produit, tandis qu'une faible acidité titrable est souvent associée à une fraîcheur et une qualité élevées (Slimani et Harma, 2018).

Les résultats obtenus au cours de cette analyse ont indiqué que tous les traitements présentaient une acidité élevée de 1,79 g/100g. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les traitements, et pour cette raison, les valeurs correspondantes n'ont pas été indiquées dans le tableau 12. Il est important de souligner que ces valeurs d'acidité étaient plus élevées que celles rapportées par Khalil et *al.* (2002), qui ont obtenu une valeur de 0,18 g/100g pour la variété Deglet-Nour. De plus, elles étaient inférieures aux valeurs rapportées par Al Farsi et *al.* (2005), qui ont trouvé des niveaux d'acidité compris entre 1,9 g/100g et 2,7 g/100g.

Il est important de noter que l'acidité des dattes peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que l'état physiologique du fruit, les conditions climatiques et le stockage. Des études antérieures, comme celle menée par Ramdani et Saibi (2019) ont souligné que la forte acidité est souvent associée à une mauvaise qualité des dattes. Ces résultats sont également soutenus par les résultats rapportés par Booiij et *al.* (1992).

4.2.8. Matière sèche (MS%)

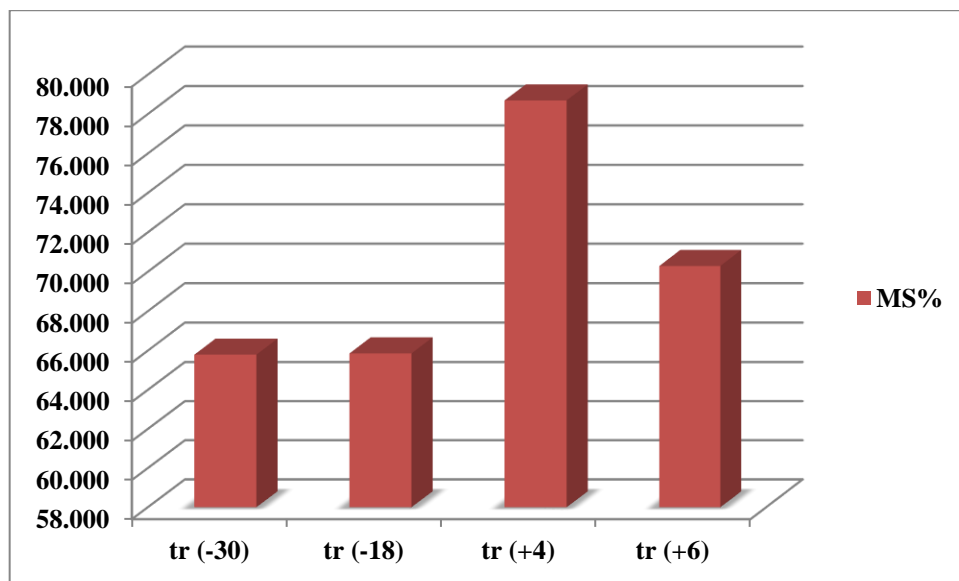


Figure 29: Effet des températures de stockage sur la teneur en matières sèches des dattes Deglet Nour.

En discutant ces résultats d'après la figure 29, nous avons pu observer que le traitement à +4°C a présenté la plus grande valeur de matière sèche (78,692%), suivi de le traitement à +6°C (70,295%). Les traitements conservés à -18°C (65,860%) et -30°C (65,797%) ont montré des valeurs de matière sèche similaires et plus basses que les deux premiers traitements.

Ces valeurs ont démontré une différence hautement significative pour les variations observées entre les traitements en termes de matière sèche ($p=0.001$) et ils ont été regroupés en deux groupes différents (Annexe 2).

Les résultats obtenus dans notre étude ont montré des valeurs de matière sèche inférieures à celles rapportées dans certaines études antérieures. Mimouni (2009) avait trouvé un taux de matière sèche de 86,44%. Tandis que Sayah et Ould El Hadj (2014) avaient obtenu un taux de 85,77% pour la variété de Daglet Nour. Cependant, nos résultats sont similaires à ceux indiqués par Ghezal et *al.* (2022). Ces derniers ont rapporté une teneur en matière sèche de 77,3%.

L'augmentation du taux de matière sèche des dattes peut s'expliquer par une diminution de leur teneur en eau. Cela peut être influencé par des facteurs tels que l'humidité relative, qui peut fluctuer d'une année à l'autre (Idder, 1991).

4.2.9. Matière organique (MO%)

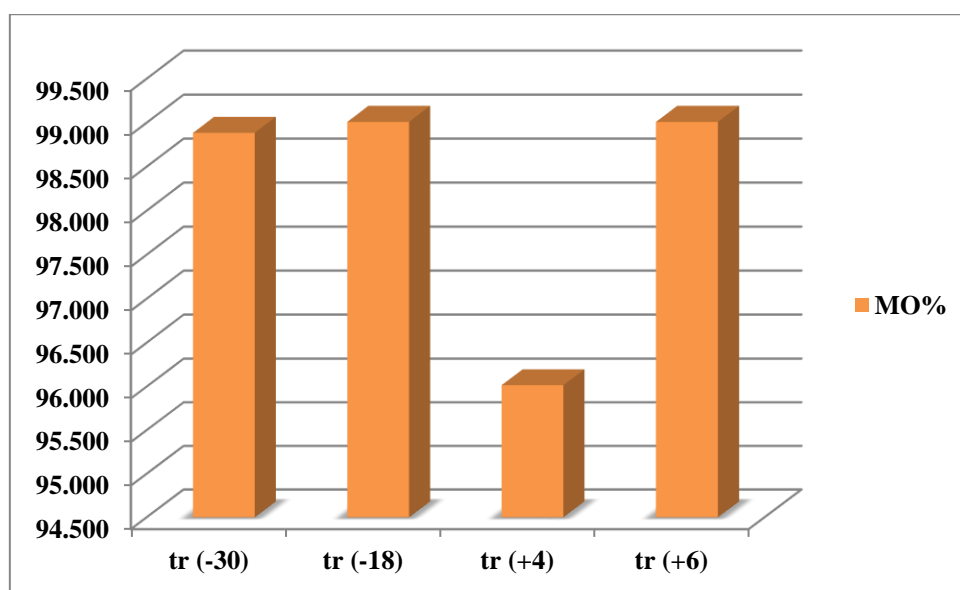


Figure 30: Effet des températures de stockage sur la teneur en matières organiques des dattes Deglet Nour.

Les résultats de notre étude ont révélé des variations hautement significatives ($p=0.003$) dans les valeurs de matière organique des dattes pour les différents traitements, et ils ont été regroupés en deux groupes distincts (Annexe 2).

Selon la figure 30, le traitement à $+6^{\circ}\text{C}$ a présenté la valeur la plus élevée de matière organique, avec 99,407%. En revanche, le traitement à $+4^{\circ}\text{C}$ a montré la valeur la plus basse de matière organique, avec 96,015%.

Ces résultats ont montré des valeurs de matière organique supérieures à celles ultérieurement documentées. Une étude menée par Aksa (2019) avait rapporté un taux de matière organique de 90,98%. De même, une étude plus récente réalisée par Mimouni (2021) a obtenu des taux de matière organique de 71,56%, 79,68% et 84,50%.

4.2.10. Les éléments minéraux

Dans notre étude, nous avons analysé les concentrations en éléments minéraux de la variété "Deglet Nour" à divers températures de conservation. Les résultats obtenus ont été présentés dans le tableau 12. Au cours de l'expérience, nous avons mesuré les niveaux de plusieurs éléments minéraux tels que le sodium, le calcium, le magnésium et le potassium.

4.2.10.1. Le calcium Ca^{2+}

Le calcium joue un rôle crucial dans le tissu osseux en tant que cation principal. Il participe activement à la formation et à la solidité des os et des dents. De plus, le calcium est impliqué dans des processus essentiels tels que la coagulation sanguine, l'activité musculaire et nerveuse (Tortora et Anagnostakos, 1987).

Les teneurs en calcium des dattes des quatre traitements étudiés étaient toutes égales à 4,007 mg/100 g. Cette valeur est légèrement supérieure aux résultats trouvés par Mimouni (2009) pour la variété "Deglet Nour" et inférieure à ceux rapportés par Nani et Sadani (2020). Ces derniers étaient de l'ordre de 1,8 à 2,4 mg pour 100 g. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les échantillons, ce qui signifie que les valeurs ne sont pas indiquées dans le tableau 12.

4.2.10.2. Le Magnésium Mg^{2+}

Le magnésium joue un rôle essentiel dans l'activation de la plupart des enzymes de la glycolyse, la synthèse des acides nucléiques et le déroulement des réactions d'oxydation phosphorylantes (Amellal-Chibane et *al.*, 2014).

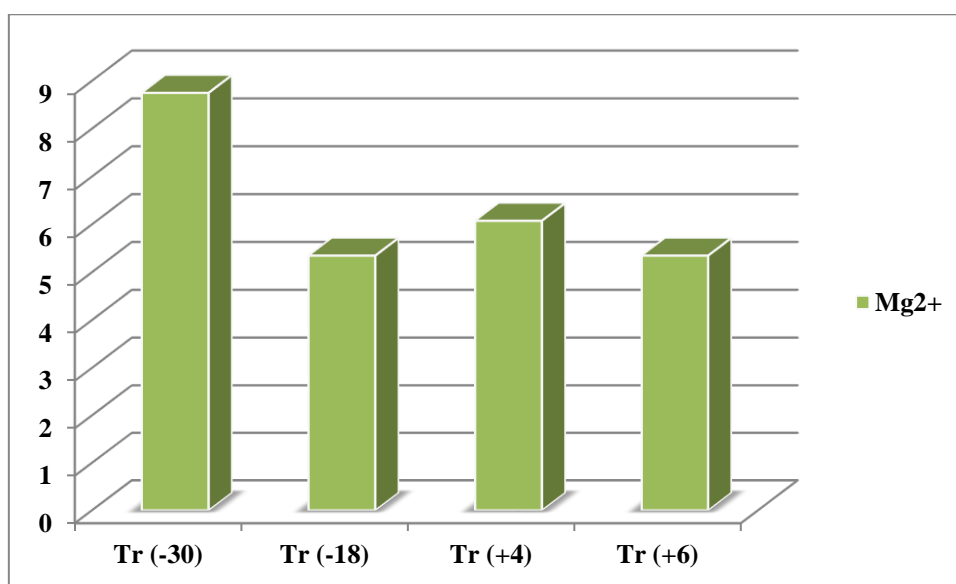


Figure 31: Effet des températures de stockage sur la concentration en magnésium des dattes Deglet Nour.

Les résultats mentionnés dans la figure 31 ont montré des variations dans les teneurs en magnésium des dattes traitées à divers températures. Le traitement à -18°C a présenté la teneur en magnésium la plus élevée, avec une valeur de 8,749 mg/100g. Le traitement à $+6^{\circ}\text{C}$, $+4^{\circ}\text{C}$ et -30°C ont tous présenté des niveaux de magnésium

relativement similaires, avec des valeurs respectives de 5,347 mg/100g, 5,347 mg/100g et 6,076 mg/100g.

L'analyse statistique a révélé des différences très hautement significatives entre les échantillons de la variété "Deglet Nour" ($P = 0.000$). Ces derniers ont été regroupés en trois groupes distincts (Annexe 2). Ces résultats soulignent l'importance des différents échantillons qui ont été conservés dans différentes conditions pour la variation des teneurs en magnésium des dattes.

Il convient de noter que nos résultats présentaient des teneurs en magnésium plus faibles par rapport à ceux rapportés par Gourchala (2015), qui indiquait une teneur de 36,1 mg pour 100 g pour la variété "Deglet Nour". Cependant, des études menées sur d'autres variétés de dattes Algériennes ont obtenu des résultats inverses, avec des teneurs en Mg^{2+} très faibles, atteignant seulement 1,2 mg/100 g (Amellal-Chibane et *al.*, 2014).

4.2.10.3. Le Sodium Na^+

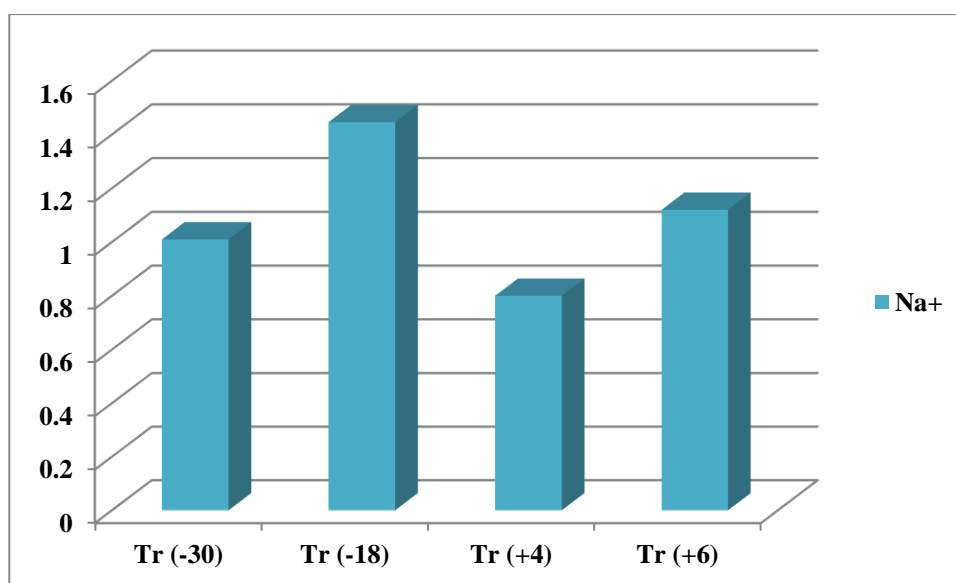


Figure 32: Effet des températures de stockage sur la concentration en sodium des dattes Deglet Nour.

Les valeurs de la teneur en sodium des différents traitements utilisés ont présenté des variations très hautement significativement ($p=0,000$) d'où ils ont été regroupés en quatre groupes différents (Annexe 2). Elles ont été comprises entre 0,8 et 1,446 mg/100g. D'après la figure 32 la valeur la plus élevée a été observée dans le traitement à +6°C avec 1,446 mg/100g, suivi respectivement par le traitement à +4°C avec 1,12

mg/100g, le traitement à -18°C avec 1,01 mg/100g, et enfin le traitement à -30°C avec la valeur la plus faible de 0,8 mg/100g. Nos résultats ont été confirmés par les travaux antérieurs de Matallah (1970) et Gourchala (2015). Ils ont constaté des teneurs en Na^+ allant de 0,017 à 2,9 mg pour 100 g de la partie comestible de la variété Daglet Nour.

Cependant, d'autres études menées sur des variétés dattiers d'origine Algérienne ont montré des résultats inverses aux nôtres, avec des teneurs en Na^+ très élevées (30 mg/100g). Le sodium est un ion présent dans le milieu extracellulaire et joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre acido-basique et osmotique des liquides interstitiels (Mimouni, 2009).

4.2.10.4. Le potassium K^+

Selon Tortora et Anagnostakos (1987), le potassium a été identifié comme le principal cation du liquide intracellulaire, jouant ainsi un rôle dans la transmission des influx nerveux et la contraction musculaire. La forte teneur en potassium dans la datte confère au fruit une prédominance alcaline aux cendres (Booij et *al.*, 1992).

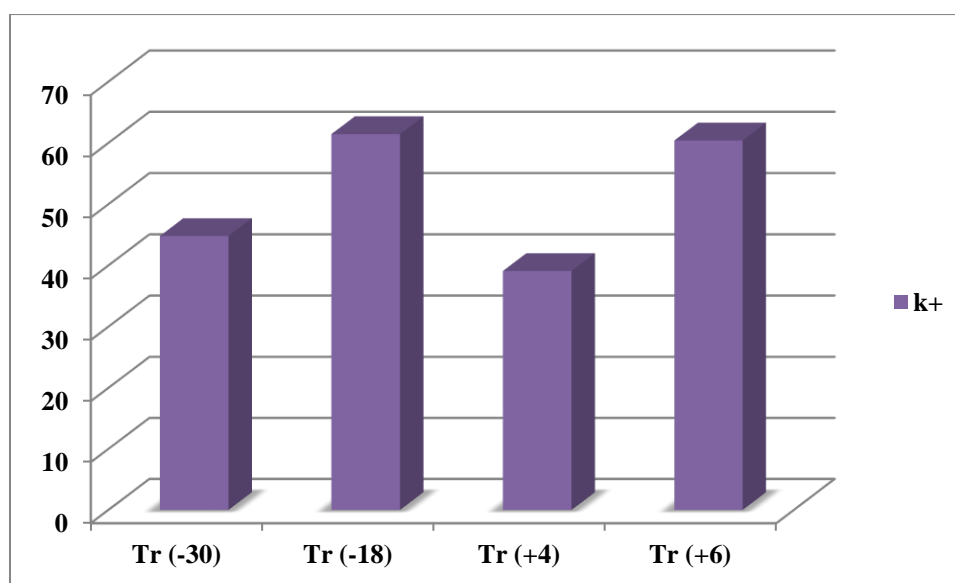


Figure 33: Effet des températures de stockage sur la concentration de potassium des dattes Deglet Nour.

Les teneurs en potassium des dattes conservés à différentes températures (-30°C , -18°C , $+4^{\circ}\text{C}$ et $+6^{\circ}\text{C}$) ont été résumés dans la figure 33. Les résultats ont montré que le traitement à $+6^{\circ}\text{C}$ présentait la valeur la plus élevée en potassium, avec 61,434 mg pour 100 g de pulpe. En revanche, le traitement à -30°C a montré la valeur la plus faible, avec 39,089 mg. Les autres traitements à -18°C et $+4^{\circ}\text{C}$ ont indiqué des teneurs

intermédiaires de 44,805 mg et 60,394 mg respectivement. Les différences de teneur en potassium entre les échantillons étaient très hautement significatives ($p=0.000$) d'où ils ont été regroupés en quatre groupes distincts (Annexe 2).

En comparaison avec d'autres études, nos résultats ont été proche de ceux rapportés par Gourchala (2015) pour la variété Deglet Nour, où la teneur en K^+ était de 65 mg/100g. De même, Mimouni (2009) a obtenu une valeur de potassium de 48,27 mg/100g. Cependant, nos résultats ont été inférieurs à ceux rapportés par Raynes *et al.* (1994), qui ont indiqué une valeur de 639 mg/100g.

4.2.11. Résultats de l'Analyse en Composantes Principales

D'après le Tableau 13, F1 représente une variabilité de 54,586% par contre F2 est de 33,808 %.

Le pourcentage de variabilité total que nous avons obtenu est 88,394% respectivement aux axes 1et 2. Ceci indique une forte variabilité entre les traitements et paramètres.

Tableau 13: Analyse en Composantes Principales

	F1	F2
Valeur propre	6,004	3,719
Variabilité (%)	54,586	33,808
% cumulé	54,586	88,394

Tableau 14: Contributions et Cosinus carrés des traitements (%)

Les traitements	F1		F2		F3	
	Contributions %	Cosinus	Contributions %	Cosinus	Contributions %	Cosinus
tr (+4°C)	37.987	0.632	34.982	0.361	34.982	0.361
tr (+°C)	10.599	0.213	62.798	0.780	62.798	0.780
tr (-18°C)	43.400	0.854	1.746	0.021	1.746	0.021
tr (-30°C)	8.015	0.357	0.474	0.013	0.474	0.013

Le tableau 14 fournit des informations sur les pourcentages de contributions et les cosinus carrés des différents traitements étudiés. Les résultats indiquent que les

traitements à (+4°C) et (-18°C) sont regroupés du côté F1, tandis que le traitement à (+6°C) se trouve du côté F2 et le traitement à (-30°C) se trouve du côté F3. Chaque traitement présente des pourcentages de contributions variables et des valeurs de cosinus carrés différentes.

Le traitement à (+4°C) présente un pourcentage de contribution de 37,987% avec un cosinus carré de 0,632. Le traitement à (+6°C) a un pourcentage de contribution de 10,599% avec un cosinus carré de 0,780. Le traitement à (-18°C) affiche le pourcentage de contribution le plus élevé, soit 43,400%, avec un cosinus carré de 0,854, qui est également la valeur la plus élevée parmi les traitements. Enfin, le traitement à (-30°C) présente le pourcentage de contribution le plus bas, soit 8,015%, avec un cosinus carré de 0,630, qui est la valeur la plus basse.

Ces résultats suggèrent que le traitement à (-18°C) est celui qui contribue le plus significativement à l'ensemble de l'étude, tant en termes de pourcentage que de valeur de cosinus carré. Les autres traitements ont des contributions variables et des valeurs de cosinus carrés différentes.

Tableau 15: Contributions et Cosinus carrés des paramètres (%)

Les paramètres	F1		F2	
	Contributions(%)	Cosinus	Contributions(%)	Cosinus
H%	13.250	0.796	4.047	0.151
MS%	13.250	0.796	4.047	0.151
MO%	6.444	0.387	16.123	0.603
CND%	1.703	0.102	23.968	0.891
pH	8.039	0.483	13.495	0.502
CE	14.045	0.843	3.879	0.144
STT%	6.597	0.396	8.481	0.315
SR%	6.209	0.373	13.080	0.486
Acd%	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca ²⁺	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg ²⁺	12.729	0.764	0.857	0.032
K ⁺	5.492	0.330	10.580	0.393
Na ⁺	12.244	0.735	1.351	0.050

D'après le tableau 15, les côtés F1 et F2 représentent différentes variables mesurées ou caractéristiques des paramètres. Les colonnes "Contributions (%)" et "Cosinus" indiquent respectivement la contribution en pourcentage de chaque paramètre et le carré du cosinus de l'angle formé par ce paramètre dans l'espace des variables.

Pour le côté F1, nous avons identifié plusieurs paramètres H%, MS%, CE (mS/cm), Mg²⁺, K⁺ et Na⁺ ont montré des contributions respectives de 13.250%, 13.250%, 14.045%, 6.597%, 12.729% et 12.244%. Ces résultats indiquent que ces paramètres jouent un rôle important dans la formation du facteur F1.

Les cosinus carrés correspondants, c'est-à-dire 0.796, 0.796, 0.843, 0.396, 0.764 et 0.735, révèlent des niveaux de corrélation. En particulier, la conductivité électrique (CE) a montré la plus grande contribution et une corrélation élevée avec les autres paramètres.

les paramètres MO%, CND%, pH, SR% et Na⁺ ont des contributions significatives à la formation du facteur F2, avec des pourcentages de contribution respectifs de 16.123%, 23.968%, 13.495%, 13.080% et 10.580%. Ces valeurs

démontrent l'importance de chaque paramètre dans la formation du facteur F2 avec des cosinus carrés 0.603, 0.891, 0.502, 0.486 et 0.393.

Le paramètre CND% a la plus grande contribution, avec un pourcentage de 23.968% et un cosinus carré de 0.891. Cela indique que la conductivité est un facteur clé dans la formation du facteur F2.

4.2.12. Les résultats de l'analyse de l'ACP des paramètres physicochimiques – traitements

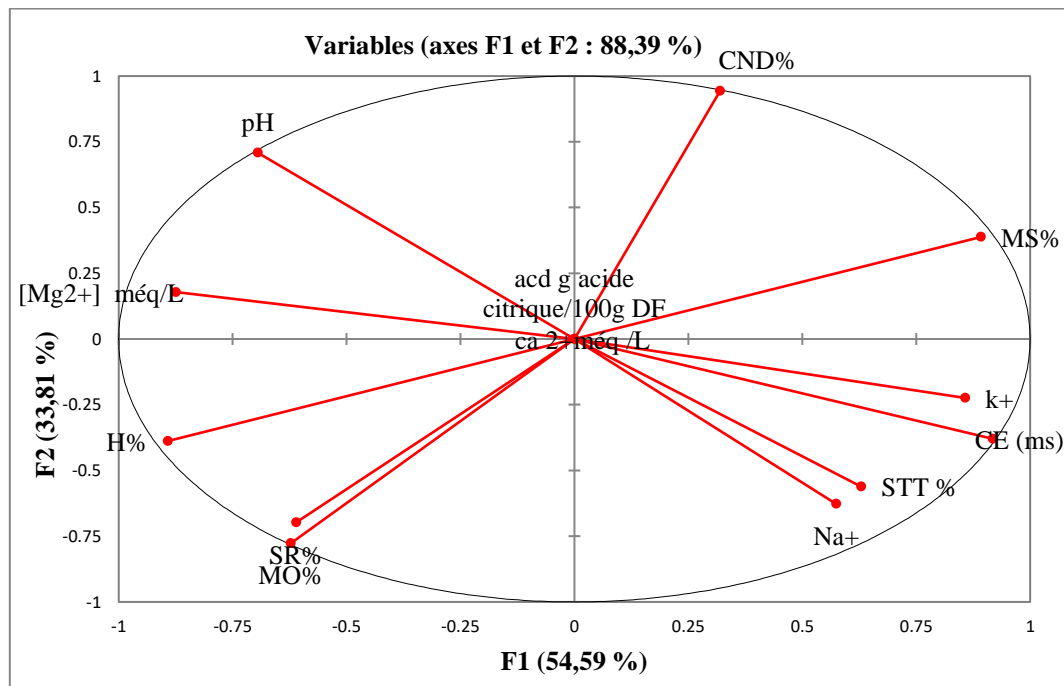


Figure 34: Cercle de corrélation des variables étudiées (F1 et F2)

Lors de la représentation des variables sur le cercle des corrélations, il a été remarqué que les variables H%, MO%, MS%, CNS%, pH, CE (mS/cm), STT%, SR%, Mg²⁺, Na⁺ et K⁺ étaient toutes proches du bord du cercle de corrélation. Cela signifiait qu'elles étaient bien représentées sur un plan factoriel 1-2, nous permettant ainsi de repérer rapidement les groupes de variables liées entre elles et celles qui s'opposaient.

En ce qui concerne l'axe F1, deux groupes distincts ont été distingués. Le premier groupe, situé à l'extrémité positive de l'axe, regroupait les variables MS%, CE(mS/cm), STT% et K⁺, tandis que le deuxième groupe, situé à l'extrémité négative, comprenait les variables : H% et Mg²⁺.

De même, pour l'axe F2, deux groupes distincts ont également été observés. Le premier groupe, situé à l'extrémité positive de l'axe, regroupait les variables pH et

CND%, tandis que le deuxième groupe, situé à l'extrémité négative, comprenait les variables MO%, SR% et Na⁺.

Quant à l'acidité titrable et au calcium, ils n'ont pas dépassé le cercle de corrélation et se sont situés au centre, à l'intersection des axes F1 et F2. Cela s'expliquait par le fait que tous les traitements présentaient les mêmes valeurs pour l'acidité titrable et le calcium, ce qui faisait qu'ils n'étaient pas bien représentés dans l'analyse de corrélation.

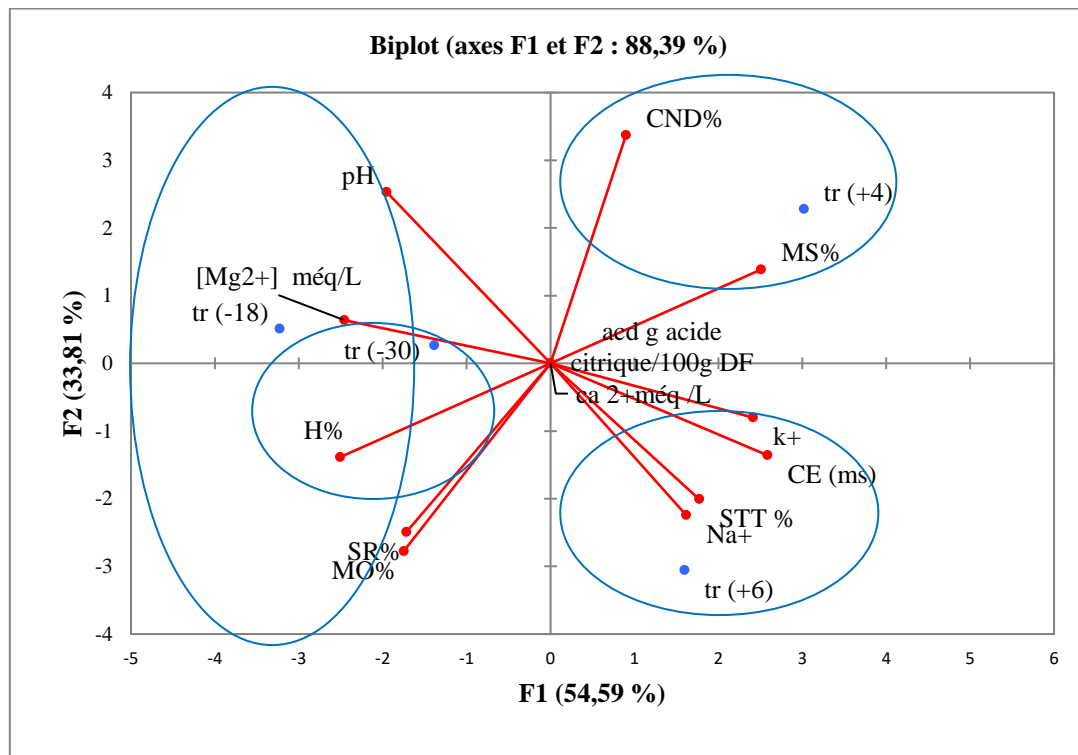


Figure 35: Cercle de corrélation de projection paramètres Physicochimique- traitements sur le plan factoriel (F1 et F2)

Dans l'analyse de la projection des paramètres physicochimiques et des traitements sur le cercle des corrélations, il a été observé que le traitement (+4°C) se caractérisait par des valeurs élevées de MS% et CND% à l'extrémité positive de l'axe F1. En revanche, le traitement (-18°C) présentait les valeurs les plus élevées de pH, MO%, SR%, Mg²⁺ et H% à l'extrémité négative de l'axe F1.

L'extrémité négative de l'axe F2 était dominée par le traitement (+6°C), qui affichait les valeurs les plus élevées de CE (mS), STT%, K⁺ et Na⁺.

De plus, le traitement (-30°C) se positionnait à l'extrémité positive de l'axe F3, étant caractérisé par la valeur la plus élevée de H%.

L'acidité titrable et la concentration en calcium n'ont pas dépassé le cercle de corrélation et se sont situés au centre, à l'intersection des axes F1 et F2. Cela s'explique par le fait que tous les traitements ont présenté les mêmes valeurs pour l'acidité titrable et le calcium.

En somme, la discussion de la projection des paramètres physicochimiques des traitements sur le plan factoriel (F1 et F2) dans le cercle de corrélation met en évidence les relations et les différences entre les traitements en termes de leurs valeurs spécifiques pour chaque paramètre étudié.

4.2.13. Les résultats de l'analyse de dendrogramme des paramètres physicochimiques –traitements

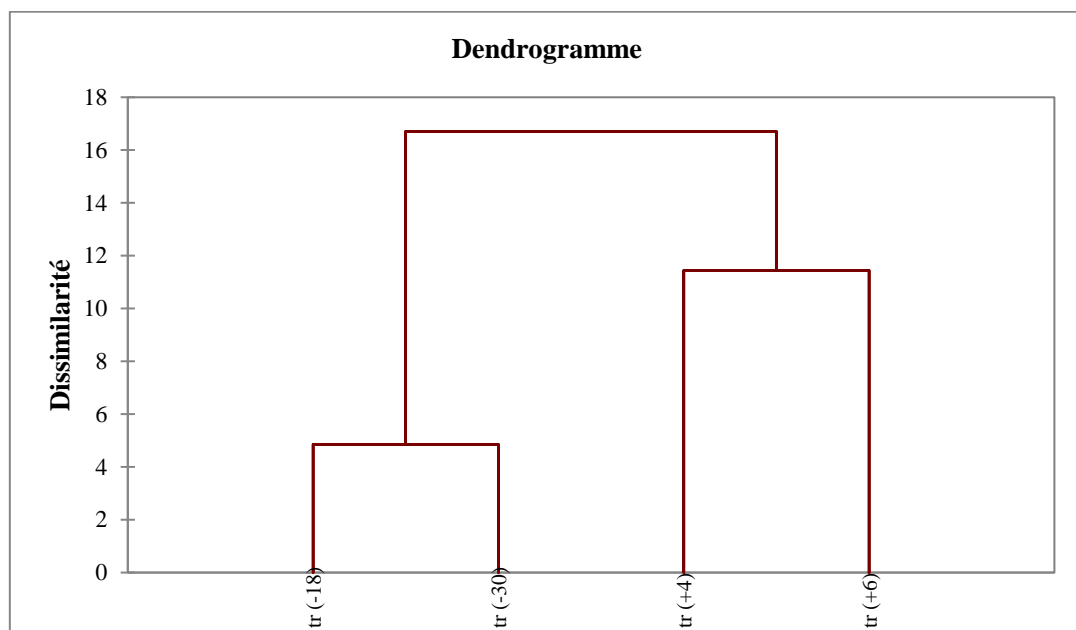


Figure 36: Dendrogramme du regroupement des 4 traitements pour les paramètres physicochimiques

L'analyse de la classification ascendante hiérarchique (CAH) a généré un dendrogramme qui a regroupé les 4 traitements étudiés en deux principaux groupes distincts en fonction de leur similarité. Le niveau de dissimilarité a varié de 1,5 à 3,11.

L'analyse du dendrogramme a montré que le premier groupe a regroupé les traitements (+4°C) et (+6°C) ont présenté des similarités entre eux, tandis que le deuxième groupe a inclus les traitements (-18°C) et (-30°C) ont également été similaires entre eux. Cette observation indique qu'il y a eu des variations significatives dans les paramètres physicochimiques mesurés en fonction des différents groupes de traitements.

Conclusion

Conclusion

Les dattes font l'objet d'une activité commerciale importante, en particulier la Deglet-Nour qui détient le monopole des marchés nationaux et internationaux. Cependant, leur sensibilité à l'altération et l'absence de maîtrise des méthodes de conservation sur les lieux de production ont posé de sérieux problèmes pour opérateurs nationaux. Dans ce travail, nous avons réalisé une étude comparative des caractéristiques morphologiques, physico-chimiques de dattes Deglet-Nour, congelée et réfrigérée.

Les résultats obtenus lors de ce travail, où les quatre échantillons de dattes ont été conservés à différentes températures de congélation à savoir (-18°C, -30°C) et deux températures de réfrigération à savoir (+4°C, +6°C), qui ont révélé des différences significatives concernant les paramètres morphologiques et physico-chimiques.

En ce qui concerne les propriétés morphologiques, aucune différence significative n'a été observée entre les quatre échantillons (+4°C, +6°C, -18°C, -30°C) pour la longueur des dattes (Lng Dt), la largeur du noyau (Lng Ny) et la largeur des dattes (Lrg Ny). En revanche, des différences très hautement significatives ont été observées pour le poids des dattes (Pd Dt) et le poids de la pulpe (Pd pul). De plus, une différence hautement significative a été remarquée pour la longueur des dattes (Lng Dt).

Bien que les échantillons de congélation (-18°C, -30°C) aient conservé les valeurs les plus élevées pour tous les paramètres morphologiques par rapport aux échantillons de réfrigération (+4°C, +6°C), Tous les échantillons ont montré des valeurs acceptables sur le plan morphologique, cela^{^*} est due à plusieurs facteurs tel que : fertilisation, l'irrigation, le type de pollen utilisé, Pratiques agronomiques et Facteurs génétiques.

En ce qui concerne les caractères physico-chimiques, aucune différence significative n'a été observée entre les échantillons pour les cendres (CND%) et les sucres réducteurs (SR%), Ca²⁺ et L'acidité titrable (ACD%). Cependant, des différences hautement significatives ont été observées pour l'humidité (H%), les matières organiques (MO%) et les matières sèches (MS%). De plus, une différence très hautement significative a été remarquée pour le pH, la conductivité électrique (CE), les sucres totaux (STT%), ainsi que pour les concentrations de magnésium (Mg²⁺), de sodium (Na⁺) et de potassium (K⁺), cela peut être expliqué par la région de collecte des dattes, la fertilisation du sol, l'effet métaxinique du pollen ainsi que les différentes températures étudiées pour la conservation.

Conclusion

Lors de cette étude, des effets positifs et négatifs des températures de conservation sur les caractéristiques physico-chimiques ont été observés. Tout d'abord, une teneur en sucres totaux inférieure à 50% a été considérée comme un mauvais caractère pour tous les échantillons étudiés. En ce qui concerne l'humidité, les échantillons conservés au réfrigération (+4°C, +6°C) ont montré des teneurs de bonne qualité à acceptable, contrairement au congélation (-18°C et -30°C) qui ont présentées une mauvaise qualité. On conclut que les températures de réfrigération sont les mieux recommandées pour la conservation des dattes de Deglet-Nour car elle n'affecte pas les cellules du fruit, et ne consomme pas beaucoup d'énergie,

Malgré que la température de congélation aide à prévenir la croissance microbienne et inactive ou tue la plupart des micro-organismes mais elle n'est pas préférable vue qu'elle consomme beaucoup d'énergie et elle n'est pas rentables en parlant du coût.

Enfin, les résultats obtenus ont révélé une combinaison de bonnes et de mauvaises caractéristiques des critères morphologiques et physico-chimiques de la variété Deglet-Nour, ce qui signifie que la température de conservation a une influence sur ces derniers, donc il est impératif de prendre en compte ces résultats pour choisir la méthode adéquate de conservation appropriée afin de préserver la qualité et les propriétés nutritionnelles et des dattes de Deglet-Nour lors de leur stockage à long terme.

Référence
bibliographique

Références

- 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. Vol. 8 : 19-39.
- AFNOR, (1970). Mesure de pH. Normes françaises relatives aux produits de l'agriculture et aux produits dérivés des fruits et des légumes. FV05-108.
- Aksa A. 2019. Valeur nutritive des sous-produits du palmier dattier cas des falioles et des noyaux de trois variétés de datte. Mémoire de master, université Mohamed Khider, Biskra, 47p.
- Al Hazzani A. A., Shehata A. I., Rizwana H., Moubayed N. M., Alshatwi A. A., Munshi A., Elgaaly, G. 2014. Postharvest fruit and fungi associated with date palm (*Phoenix dactylifera L.*) from Saudi Arabia. African Journal of Microbiology Research 8(11) :1228-1236.
- Al-Amrani M., Al-Alawi A., Al-Marhobi I. 2020. Assessment of enzymatic browning an evaluation of antibrowning methods on dates. International journal of food science.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Shahidi F. 2005. Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, caroténoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera L.*) varieties grown in Oman. Journal of Agricultural and food chemistry 53 :7592-7599.
- Al-Houti S., Sidhu J.S., Qabazard H. 1997. Physiocgemical charactersitics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. Plant food for humman nutrition 50 : 101-113.
- Al-Shahib W., Marshall R.J. 2003. The fruit of the date palm : it's possible use as the best food for the futur. International journal of food sciences and nutrition. 54(4) :247-259.
- Bahi D., Becer S., Belhachani M . 2022 . Etude comparative entre les différentes méthode de conservation des dattes . Mémoire de mastère , université Echahid Hamma Lakdar, EL-OUED, 36 p.
- Barreveld W.H., 1993. Date palm products. Agricultural services bulletin. FAO Food and agriculture organization of the United Nation Rome 101:211.
- Barreveld W.H. 1993. Date Palm Products. FAO Agricultural Services Bulletin. plastid transmission. Algerienn, Biskra 1(101):67.

- Ben Abbes F, 2011. Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera L.* ». mémoire de magister en Génie des procédés pharmaceutiques. Université Ferhat Abbas, SETIF, 68 p.
- Ben Abdallah A . 1990 . La phoeniciculture . Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie , Options Méditerranéennes, Sér. A / n ° 11 - Les systemes agricoles oasiens .
- Benchabane A. 1996. Rapport de synthèse de l'atelier « Technologie et qualité de la datte ». In Options méditerranéennes, série A, Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain 28: 205-210.
- Benchelah. A.C., Maka. M. 2008 .Les dattes: intérêt en nutrition. *Phytothérapie* **6**, 117–121.
- Bensayah, 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 en aridoculture. Faculté des sciences de la nature et de la vie département des sciences agronomiques, Université Kasdi Merbah-Ouargla. Pp 66-69-73-76.
- Booij I., Piombo G., Risterucci J. M., Coupe M., Thomas D., Ferry M. 1992. Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). *Journal of Fruits* 47: 667-677.
- Bouaziz D ., Bordjibai .2015 . Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de quelques variétés des dattes algériennes .Mémoire de master, UNIVERSITE 8 MAI 1945, GUELMA, 50 P.
- Boucherit Z. 2011 .Production et étude de propriétés de la protéase acide d'une. Moisissure isolée de Sebkh. Mémoire Magistère. Université Mentouri. Constantine. 71p.
- Bouguedoura .N., Benkhalifa. A., Bennaceur .M.2010. le palmier dattier en Algérie. Marsielle. 261p.
- Bouka H., Chemseddine M., Abbassi M., Brun J. 2001. La pyrale des dattes dans la région de Tafilalet au Sud-Est du Maroc. *Fruits* 56(3) : 189–196.
- Chafi A., Benabbes R., Bouakka M., Hakkou A., Kouddane N., Berrichi A. 2015. Pomological study of dates of some date palm varieties cultivated. *JMESCN* 6(5):1266-1275.

- Chaibi N. (2002). Potentialités androgénétiques du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. et culture in vitro d'anthères. *Biotechnol Agron Soc Environ* 6(4) :201-207.
- Chaibi N. 2002. Potentialités androgénétiques du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. et culture in vitro d'anthères. *Biotechnol Agron Soc Environ*. 6(4) :201-207.
- Chaira N., Smaali I., Besbes S., Mrabet A., Lachiheb B., Ferchichi A. 2011. Production of fructose rich syrups using invertase from date palm fruits. *Journal of Food Biochemistry* 35(6) : 1576-1582.
- Cheftel J. C., Cheftel H. 1977. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Lavoisier, Paris 1: 9-373.
- Cherif S. 2021. Variation de la qualité des dattes en fonction des conditions de conservation et des traitements post-récolte. Sciences agricoles. Thèse de doctorat, Université d'Avignon; Université du Centre (Sousse, Tunisie). Institut supérieur agronomique de Chott-Mariem, Français, 173 p.
- Devshony S., Etesshola E., Shani A. 1992. In : UCCIANI EUGENNE. Nouveau dictionnaire des huiles végétales. Techniques et documentation, lavoisier.
- Djerbi M., 1994. Précis de phoéniculture. FAO . 192 pages.
- Dubios M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rober P.A., Smith F.1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analyse Chemistry* 2028 :350-35.
- Favier J.C., Ireland R.J., Feinberg M. 1993. Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Tome III, ORSTOM Edition, Lavoisier, INRA Edition, 27-28.
- Fedala. N., Mokhtari.M., Mekimene. L. 2020. Contribution a la valorisation des dattes (Deglet Nour) dans la fabrication du fromage de chèvre. *Revue Agrobiologia* 10(1) :1918-28.
- Ghazal C., Mehrez A., Zebidi S. 2020. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois variétés des dattes de la région d'El-Oued (Ghars, Deglet Nour, Degla Beida). Mémoire de master, université Echahid Hamma Lakdhar, El-Oued, 44p.
- Gourchala F.2015. Caractérisation physicochimiques phytochimique et biochimique de cinq variété de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera* L.(Deglet Nour, H'mira, Tamsrite et Timissina).effet de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle. Thèse doctorat, université Badjmokhtar, Annaba, 128p.

- Hamad S. H. 2012. The microbial quality of processed date fruits collected from a factory in Al-Hofuf City, Kingdom of Saudi Arabia. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 24(2):105-112.
- Harrak H. 2019. Manuel pratique - Valorisation technologique des dattes : qualité, hygiène et procédés. INRA Edition.,Rabat, 124 p.
- Harrak H., Boujnah M. 2012. Valorisation technologique des dattes au Maroc. INRA Edition. Rabat. 157 p.
- Heral M., Feuillet M., Razet D.1980. Les dosages de oaloium méthodes et intercalibrations.I.S.TP.H La Tremblade.10 p.
- Houmad Y.2023.Dttes Algériennes : l'orinépuisable du désert. El Moudjahid.117938.
- Idder M.A., Idder-Ighili H., Saggou H., Pintureau B. 2009. Taux d'infestation et morphologie de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae* sur différentes variétés du palmier dattier *Phoenix dactylifera L.* *Cahiers Agricultures* 18(1) : 63–71.
- Jeantet R ., Croguennec T., Schuck P ., Brule G. 2007. Science des aliments, Biochimie.
- Macheix J. J., Fleuriet A., Billot J. 1990. Fruit phenolics. CRC Press Edition, 390 p.
- Manns R.2007. Guide de la mesure de conductivité. JUMO.40p.
- Matallah M.2004. Contribution à l'étude de la conservation des dates variété Deglet-Nour: Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingéniera, INA, El-Harrach. Alger, 79 p.
- Mattalah S.1970. Contribution à la valorisation de la datte algérienne, mémoire d'ingénieur en agronomie. I.N.A ,Alger,120 p.
- Microbiologie- Procédés-Produits. Volume 2.Stabilisation biologique et physico-chimique.760 p.
- Misbah A ., Essarioui A ., Noutfia Y.2022 . Technologie post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage. *AFRIMED AJ –Al Awamia* 134 :30-59.
- Misbah A ., Essarioui A., Noutfia Y . 2022. Technologie post-récolte pour la préservation de la qualité des dattes durant le stockage. *AFRIMED AJ –Al Awamia* 134 : 30-59.
- Munier P. 1973. Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve et lorose. Paris.

- Muriel N. C., Ivorra S., Tengberg M., Pintaud J.C., Terral J.F. 2013. Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*), Revue d'ethnoécologie 4 :1-16.
- Muriel, Newton C., Ivorra S., Tengberg M., Pintaud J.C., Terral J.F. 2013. Origines et domestication du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*), Revue d'ethnoécologie 4 :1-16.
- Noui Y. 2007. Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister en génie alimentaire, Université de Boumerdès, pp.33- 62.
- Noutfia Y. 2021. Stockage des dattes entre les techniques de refroidissement et de congélation, Vol.19, Khalifa International Award for Date Palm and Agricultural Innovation. EAU, 50p.
- Noutfia Y., Harrak H., Alem C., Zegzouti Y. F. 2018. Conservation par réfrigération de la datte Marocaine : État des lieux et évaluation des critères physiques et sensoriels de la qualité. Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires 6 (4) : 483-488.
- Othman A.M.A. 1995. Prospective de développement et de protection du palmier dattier dans les pays Arabes. The Arab Center for the Studies of Arides zones and dry land, 14p.
- Reynes M. 1997. Influence d'une technique de desinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité physico-chimiques et biochimique de la datte. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine. 163p.
- Reynes M., Bouabidi H., Piombo G, Risterucci A.M. 1994. Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région des Djerid en Tunisie. Fruit 49 :289-298.
- Salmi R., Zobeidi N. 2012. Effet de quatre plantes : *euphorbia guyoniana*, *zaygophyllum album*, *ononis angustissima* et *thymus vulgaris* sur développement de la pulpe (*Ectomyelois ceratoniae*) dans les dattes stockées, Mémoire de master, université Mohamed Khider, Biskra, 79p.
- Sawaya W.N., Khatechadourian H.A. et al., 1983. Processing of three major Saudi Arabian date cultivars into **j a m**. In : Journal of food science and technology 20 :4.

- Sayah Z., Oueld El Hadj M.D. 2010. Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et biochimique des dattes de la cuvette de Ouergla. Analyse des sciences et technologie 2(1) :87-92.
- Siyuan L., Lalani L. M., Arto O., Paul J.V. 2020. La teneur en sucres ajoutés, fibres et totaux et la consommation d'aliments et de boissons au Canada. Statistics Canada.
- Slimai A., Harma M. 2018. Valorisation des différents produits secondaires des dattes cas de la wilaya d'Adrar. Mémoire master académique, université Ahmed Draia, Adrar, 57p.
- Taoud H., Alaoui M.M., Errachid F., Chabir R., Aarab L. 2014. Etude comparative des caractéristiques morpho métriques et biochimiques des dattes commercialisées dans le marché régional de Fes Maroc. Revue internationale d'innervation et d'étude appliquées 8(1) :1-10.
- Toutain, G. 1996. Rapport de synthèse de l'atelier ; Techniques culturelles du palmier dattier. In: Option méditerranéennes, série. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéennes. Ed. IAM, Zaragoza, Spain 28 :201-205.
- Yaacoub R. 2009. Impact nutritionnel et sanitaire de la torréfaction des fruits et graines oléagineux. Thèse de Doctorat, l'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (Agro Prais Tech), liban, 322
- Yahia E. M., Lobo M. G., Kader A. A. 2013. Harvesting and Postharvest Technology of Dates. In Dates: postharvest science, processing technology and health benefits. Wiley Blackwell Edition. 105-135.
- Youssif A.K., Benjamin N.D., Kado A., Alldin S.M., Ali S.M. 1982. Chemical composition of four Iraqi Date cultivars. Date palm journal 1(2) : 285-294.

Annexes

Annexe 1: Les Courbes étalonnages

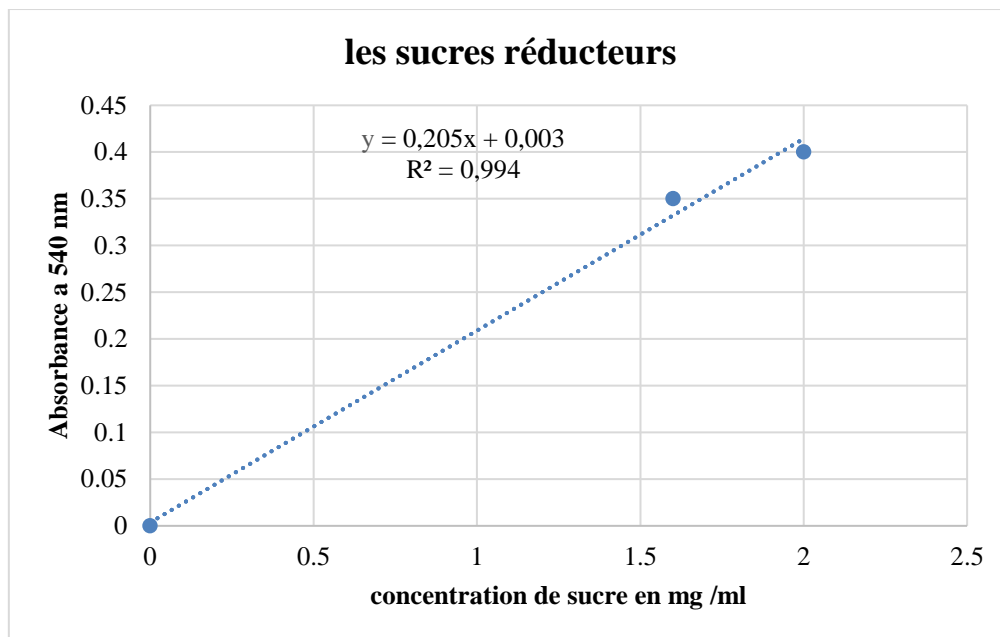


Figure 1 : Le Courbe d'étalonnage pour le dosage les sucres réducteurs

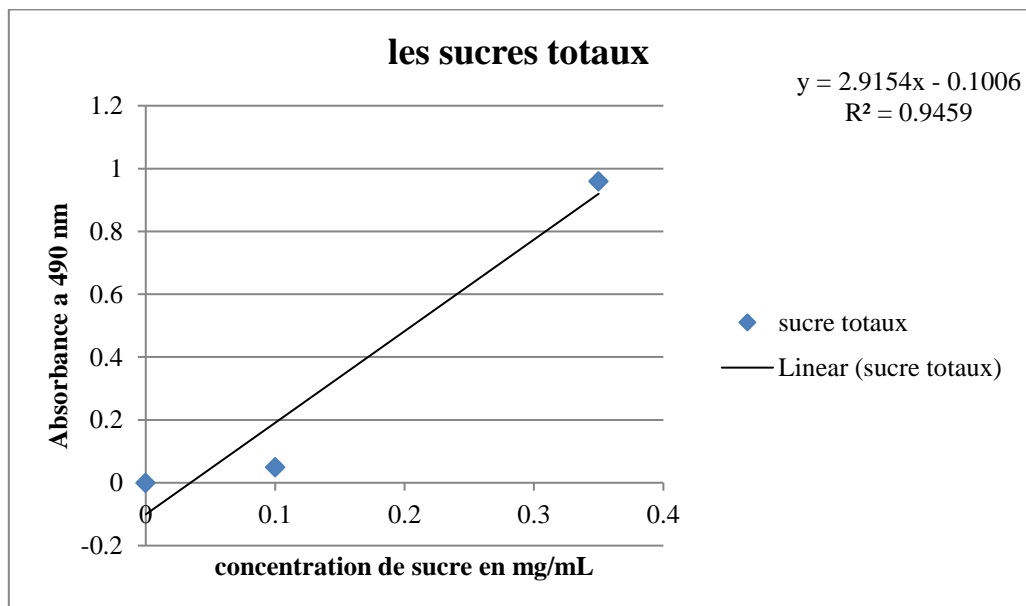


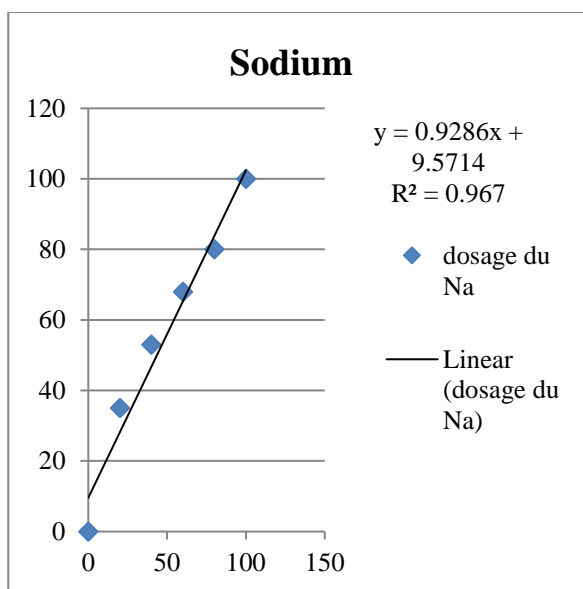
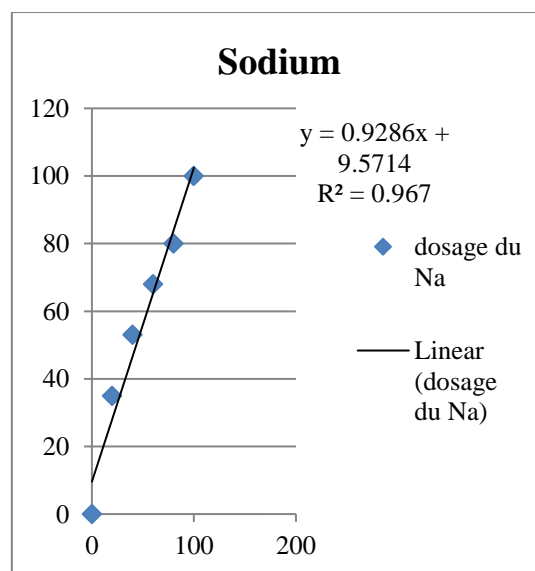
Figure 2 : Le Courbe d'étalonnage pour le dosage les sucres totaux

Tableau 1: Absorbance de sodium

X	Y
0	0
20	35
40	53
60	68
80	80
100	100

Tableau 2: Absorbance de potassium

X	Y
0	0
10	40
20	66
40	113
60	143
80	173
100	200

**Figure 2:** Le Courbe d'étalonnage pour le dosage du Na⁺**Figure 3:** Le Courbe d'étalonnage pour le dosage du K⁺

Résumé

Résumé

Cette étude a été menée pour comparer les caractères morphologiques et physico-chimiques des dattes Deglet-Nour congelées et réfrigérées. Quatre échantillons ont été prélevés et conservés à différentes températures (congélation à -18°C et -30°C , et réfrigération à $+4^{\circ}\text{C}$ et $+6^{\circ}\text{C}$). Les résultats de l'analyse morphologique ont montré que tous les échantillons présentaient de bonnes caractéristiques. Cependant, les résultats de l'analyse physico-chimique ont révélé des différences significatives entre les échantillons.

En ce qui concerne le pH, seul l'échantillon conservé à -18°C avait une valeur acceptable (pH = 5,43). Les échantillons conservés à -30°C et -18°C présentaient une teneur en humidité élevée (34,20% et 34,14% respectivement), ce qui est considéré comme un mauvais caractère. En revanche, les échantillons conservés à $+4^{\circ}\text{C}$ et $+6^{\circ}\text{C}$ avaient des teneurs en humidité de 21,31% et 29,71% respectivement, ce qui est considéré comme bon à acceptable. En ce qui concerne les sucres totaux, les résultats ont présenté des taux inférieurs à 50%, ce qui est considéré comme un mauvais caractère. De plus, la concentration des éléments minéraux (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) variait en fonction des conditions de conservation.

Mots clés : Deglet-Nour, l'analyse morphologique, l'analyse physicochimique, la réfrigération, la congélation.

Abstract

This study was conducted to compare the morphological and physico-chemical characteristics of frozen and refrigerated Deglet Nour dates. Four samples were taken and stored at different temperatures (freezing at -18°C and -30°C , and refrigeration at $+4^{\circ}\text{C}$ and $+6^{\circ}\text{C}$). The results of the morphological analysis showed that all samples exhibited good characteristics. However, the results of the physicochemical analysis revealed significant differences among the samples.

Regarding pH, only the sample stored at -18°C had an acceptable value (pH = 5.43). The samples stored at -30°C and -18°C showed high moisture content (34.20% and 34.14% respectively), which is considered a poor trait. On the other hand, the samples stored at $+4^{\circ}\text{C}$ and $+6^{\circ}\text{C}$ had moisture contents of 21.31% and 29.71% respectively, which are considered good to acceptable. Regarding total sugars, the results indicated levels below 50%, which is considered a poor trait. Additionally, the concentration of mineral elements (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) varied depending on the storage conditions.

Keywords: Deglet Nour, morphological analysis, physicochemical analysis, refrigeration, freezing.

الملخص

أجريت هذه الدراسة لمقارنة الخصائص المورفولوجية والفيزيوكيميائية لتمور صنف دقلة نور المجمدة و المبردة. تم أخذ أربعة عينات مخزنة عند درجات حرارة مختلفة (التجميد عند -18 درجة مئوية و -30 درجة مئوية، والتبريد عند +4 درجة مئوية و +6 درجة مئوية). أظهرت نتائج التحليل المورفولوجي أن جميع العينات تتمتع بخصائص جيدة. ومع ذلك، كشفت نتائج التحليل الفيزيوكيميائي عن وجود اختلافات ملحوظة بين العينات.

فيما يتعلق بقيمة الرقم الهيدروجيني (pH)، كانت العينة المخزنة عند -18 درجة مئوية هي الوحيدة التي أظهرت قيمة مقبولة (pH = 5.43). أما العينات المخزنة عند -30 درجة مئوية و -18 درجة مئوية، فقد أظهرت محتوى عالي من الرطوبة (34.20% و 34.14% على التوالي)، وهو ما يُعتبر سمة سيئة. وبالمقابل، كانت العينات المخزنة عند +4 درجة مئوية و +6 درجة مئوية لديها محتوى رطوبة بنسبة 21.31% و 29.71% على التوالي، وهو ما يُعتبر جيدًا إلى مقبول. فيما يتعلق بإجمالي السكريات، أظهرت النتائج نسبةً أقل من 50%، وهو ما يُعتبر سمة سيئة. بالإضافة إلى ذلك، تباين تركيز العناصر المعدنية (Na^+ ، Ca^{2+} ، K^+ ، Mg^{2+}) وفقًا لظروف التخزين.

الكلمات المفتاحية: دقلة نور، التحليل المورفولوجي، التحليل الفيزيوكيميائي، التبريد، التجميد.