

## Étude du traitement thermique à l'eau chaude en vue d'amélioration de la qualité des dattes sèches

Abdelghani BOUBEKRI<sup>1,\*</sup>, Hocine BENMOUSSA<sup>2</sup>, Francis COURTOIS<sup>3,4</sup>  
et Catherine BONAZZI<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>*Département de Génie Mécanique, Faculté de Sciences Appliquées,  
Université Kasdi Merbah Ouargla, Ouargla 30000 Algérie*

<sup>2</sup>*Département de Génie Mécanique, Université Hadj Lakhdar, Batna 05000 Algérie*

<sup>3</sup>*INRA, UMR1145 Ingénierie Procédés Aliments, 1 avenue des Olympiades, 91300 Massy, France*

<sup>4</sup>*AgroParisTech, UMR1145 Ingénierie Procédés Aliments, 1 avenue des Olympiades, 91300 Massy, France*

\*Email : [boubekri.abdelghani@univ-ouargla.dz](mailto:boubekri.abdelghani@univ-ouargla.dz)

**RÉSUMÉ :** Une étude expérimentale de la réhydratation, par imprégnation à l'eau chaude, de la datte Deglet-Nour a été faite en vue d'améliorer la qualité des dattes sèches. A cet effet plusieurs paramètres de qualité ont été testés simultanément : humidité, sucres, texture et couleur afin de permettre une bonne appréciation du produit fini. Différents échantillons ont été réhydratés à 25, 45 et 65°C dans des solutions d'eau pure sucrées à 0°, 10° et 20° Brix. Les résultats obtenus ont mis en évidence une maturation complémentaire par prise en eau et inversion de sucres. Le phénomène de diffusion eau-datte a été accéléré par l'augmentation de la température de trempage mais celui-ci a été freiné par l'augmentation de concentration des solutions sucrées et les pertes de sucres dans la solution de trempage étaient négligeables. Parmi plusieurs conditions opératoires investies, le trempage à 30°C, pendant environ huit heures, a été choisi comme traitement optimal pour un produit fini de meilleure qualité. Afin de restituer au produit sa teneur en eau normale pour un stockage sain, une opération complémentaire de séchage peut être proposée.

**MOTS - CLES :** réhydratation, diffusion, datte, deglet-nour, qualité

**ABSTRACT:** An experimental study of the rehydration, by hot water impregnation, of Deglet-Nour dates was made in order to improve the quality of dry dates. To this end several parameters of quality were simultaneously tested: moisture content, sugars, texture and color in order to allow a good appreciation of the final product. Various samples were rehydrated with 25, 45 and 65°C in solutions of ultrapure water sweetened to 0, 10 and 20 Brix. The obtained results highlighted a complementary maturation by hydrant and sugar inversion. The phenomenon of diffusion water-date was accelerated by the increase in the temperature of steeping but this one was slowed down by the increase in concentration of the sweetened solutions and the sugar losses in the steeping solution were negligible. Among several invested operating conditions, steeping with 30°C, during about eight hours, was selected as optimal treatment for a better quality of the final product. In order to restore the standard moisture content allowing a safe storage, a complementary drying operation can be proposed.

**KEY WORDS :** Rehydration, diffusion, date, deglet-nour, quality

### 1. Introduction

L'homme a, depuis longtemps, connu et vécu avec le palmier dattier (*Phoenix Dactylifera L.*) dont les fruits (dattes) constituent une source alimentaire énergétique. La pratique de conservation et stockage de ce fruit était déjà présente, sous diverses formes, dans les traditions étant donné que la récolte est assurée une fois par an. Selon les statistiques de la FAO [1] pour l'année 2011, la production mondiale de dattes oscille autour de 6.9 millions de tonnes. Avec une part de production d'environ 724894 tonnes, l'Algérie est classé comme le quatrième producteur mondial de la matière. La variété Deglet-Nour largement produits aux oasis algériens est caractérisée par sa consistance demi-molle, sa couleur claire et son aspect translucide, ce qui lui offre une valeur marchande élevée. Cette variété est connue d'une bonne appréciation sur le marché Européen, et particulièrement français [2]. Mais d'autre part ce cultivar présente le problème de sensibilité au climat excessivement chaud comme au climat très humide et pluvieux. En effet chaque année environ 20% de la récolte se dessèche sur l'arbre [3] et est triée comme catégorie sèche connue communément par « frezza » ou « sifi » faiblement appréciée par les consommateurs. En effet

L'appréciation du consommateur, vis-à-vis d'un produit alimentaire, est liée à un ensemble de paramètres pouvant définir le sens de bonne qualité. Or cette définition est souvent confrontée à plusieurs difficultés relatives principalement à la diversité biologique des produits alimentaires, au sensoriel du consommateur et à ses traditions diététiques. Une autre difficulté s'ajoute lorsqu'il s'agit des dattes et réside en ce que ces dernières, à l'état naturel, peuvent être consommées au stade prématuré, dit « Routab », comme c'est le cas courant des dattes du Moyen-Orient, ou au stade à maturation complète, dit « Tamar », et c'est le cas de la variété Deglet-Nour largement produite aux pays du Maghreb. En vue de faciliter leur commercialisation, la norme standard CEE/ONU DF-08 (1987) retient que les dattes doivent être entières, seines, mures, propres, charnues et souples. Elles doivent aussi être exemptes d'insectes, de moisissures, de fermentation et de saveurs ou d'odeurs étrangères. Le taux d'humidité ne doit dépasser 26% de la matière fraîche pour les variétés à saccharose (ex. Deglet Nour, Degla Beida) et 30% pour celles à sucre réducteur (ex. Barhee, Zahdi, Sayer). Un maximum de 30% d'humidité est exceptionnellement toléré pour la variété Deglet-Nour à l'état naturel. Des exigences de forme, de développement et de coloration typique de la variété sont aussi considérées par cette même norme. Il ressort de cela que les différents critères de qualité à considérer pour les dattes peuvent être attribués à des aspects physiques (forme, poids, volume), chimiques ou biochimiques (teneur en eau, sucres, enzymes, acides aminés) ou biologiques (moisissures, larves..). On peut aussi constater que les critères de texture, couleur, flaveur et humidité sont adoptés par la majorité des auteurs [3-10] qui ont essayé de définir ou de suivre la qualité totale des dattes au cours de maturation naturelle ou à travers un procédé industriel tel que la maturation artificielle, la réhumidification, le séchage ou le stockage à froid. Il convient de noter ici que l'état de maturation de la datte représente la donnée de référence pour une meilleure connaissance des critères de bonne qualité, cette connaissance étant la donnée de base à considérer lors des traitements post-récolte de la datte [11-15]. Étant donné que les dattes, à la récolte, couvrent une large plage en humidités (de 10% à 45% en moyenne), les traitements thermiques qui y sont destinés et dont principalement l'hydratation et le séchage, sont pratiqués dans le but d'améliorer la qualité du fruit par homogénéisation de celui-ci vis à vis de son humidité et par extension de sa durée de vie pendant le stockage et la commercialisation [7, 10, 13-14]. Les références bibliographiques consultées à ce sujet montrent une tendance des travaux vers la maîtrise de la maturation artificielle. Cette tendance est simplement justifiée par le fait qu'une bonne partie de la production mondiale de dattes aussitôt récoltées aux stades prématurés Khalal et Routab de crainte des effets nocifs d'un climat humide et pluvieux. Il s'agit là particulièrement des pays du golf, Pakistan, Iran, Espagne etc. Dans le cas de notre étude il est à noter qu'il y a plus besoin à l'hydratation des dattes Deglet Nour sèches, opération quelque peu similaire à la maturation artificielle mais dont les conditions de traitement sont différentes. L'hydratation ou la réhumidification est une opération nécessaire pour ramener les dattes Deglet Nour sèches, à un état d'humidité et de texture répondant aux exigences du consommateur. Plusieurs techniques ont été utilisées à ce sujet entre le traditionnel et l'industriel, mettant en œuvre le trempage à l'eau chaude, l'arrosage à l'eau, l'étuvage à la vapeur etc. Le dessèchement des dattes Deglet-Nour sur le palmier peut être dû à une irrigation irrégulière, à une saison chaude ou à une récolte tardive. Or l'aspect ramolli que peut subir une datte hydratée est obtenu à cause d'une augmentation de l'humidité d'une part et d'autre part à l'inversion du saccharose en sucre réducteur [4]. La non disponibilité d'études récentes à ce sujet nous a obligé à voir ce problème à travers quelques anciennes études notamment celles rapportées par El-Bekr [3], Barreveld [4] et Zaid A. [7]. Selon Barger (1936), cité par [13] un gain d'humidité pouvant atteindre 18.7% peut être obtenu par séjour de huit jours dans une ambiance de 38°C et HR 98% avec des dattes Deglet-Nour initialement à 14% d'humidité, mais la mise en œuvre de cette méthode semble ne pas être aisée. Dans la pratique plusieurs méthodes ont été essayées à partir des traitements plus ou moins simples. Dowson, V.H.W. [13, 14] a rapporté une méthode simple par arrosage d'un amas de dattes sèches suivi d'un séchage au soleil pour voir le résultat dans quelques semaines. Une autre méthode simple séjourne les dattes dans de l'eau froide puis dans de l'eau chaude. Le problème de moisissures ajouté au temps requis pour l'opération ont déclassé ces méthodes. Le trempage à l'eau sous vide partiel a été introduit par

Richert (1950) cité par [4], selon lequel des dattes trempées dans un bac d'eau sous une pression d'environ 120mmHg (soit 0.16atm) présentaient un bon ramollissement après deux jours. L'effet du vide est l'évacuation de l'air des dattes immergées dans l'eau permettant la pénétration de l'eau et par conséquent le gain en humidité de la datte. Vu la rareté des études récentes sur les traitements post-récolte des dattes et vu le grand besoin des industriels à ce sujet, nous avons entrepris ce travail comme contribution pour palier à ce problème. L'objectif de la présente étude est de rechercher, par voie expérimentale, des meilleures conditions de trempage à l'eau permettant d'augmenter la teneur en eau des dattes, récoltées sèches (Frezza), et de relancer l'inversion des sucres qui se manifeste par un ramolli de la texture et une amélioration de la couleur, signes de complément de maturation.

## **2. Matériel et Méthodes**

### **2.1 Préparation du produit végétal**

Les échantillons utilisés pour les essais ont été achetés auprès de l'unité de traitement de dattes SOCPA (Djamaa, Algérie) où ils ont été triés comme dattes sèches fraîches (catégorie dite "frezza" ou "sifi") dont la récolte est originaire de la région de Oued-Righ (Oasis du sud-est algérien). Au laboratoire, les échantillons ont été assortis encore dans des lots de fruits homogènes avec des dimensions moyennes uniformes ( $1.55 \pm 0.1$  centimètre de diamètre, et  $3.5 \pm 0.2$  centimètre de longueur). Ils ont été alors répartis dans des lots homogènes de 55 dattes pour chaque essai ; cinq dattes ont été gardées pour des mesures de qualité à l'état initial. Les fruits clairs seulement ont été choisis, scellés dans des sacs en plastique, et stockés au froid de +4°C. Les fruits déjà bruns ou physiquement endommagés ont été rejetés.

### **2.2 Matériel et procédé de réhydratation**

Les essais d'hydratation ont été réalisés dans un bain d'eau thermostaté et régulé (HAAKE Phoenix II P1-C25P) employant de l'eau ultrapure obtenue sur un système de purification d'eau (Elix -3). Les échantillons de dattes naturellement sèches ont été réhydratés en imbibant 55 fruits dans 10 L d'eau ultrapure afin de maintenir un rapport de volume (fruit:eau) d'environ 1:20 (v/v). Tout d'abord, chaque échantillon de cinq dattes a été pesé, placé dans un filet en plastique séparé et imbibé dans l'eau, comme représenté sur la figure 1. Toutes les trente minutes, le même échantillon de cinq dattes a été ressorti du bain, doucement essuyé avec du papier absorbant, pesé et remis dans le bain. À chaque instant de prélèvement, cinq fruits ont été enlevés du bain, doucement essuyés, scellés dans un sac en plastique et stockés à +4°C pour des mesures ultérieures de qualité. Les températures de trempage étaient 25°C, 45°C et 65°C, et tous les essais ont duré six heures. La teneur en eau initiale et finale a été systématiquement mesurée pour chaque essai. Cette méthode de réhydratation avait été déjà décrite pour la réhydratation des dattes par Falade et Abbo [16] et également employée par Rastogi et *al.* [17] et Rastogi et *al.* [18] pour d'autres produits. La conduite suivie pour les prélèvements d'échantillons destinés aux mesures de qualité et l'enchaînement de celles-ci est illustrée sur l'organigramme de la figure 2.

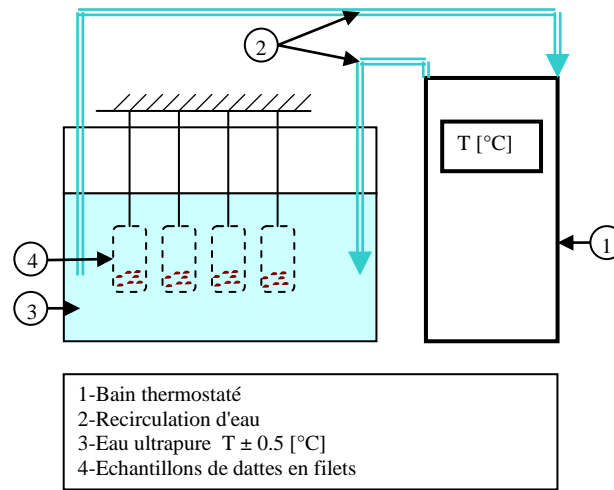


Figure 1 : Système de trempage à l’eau chaude

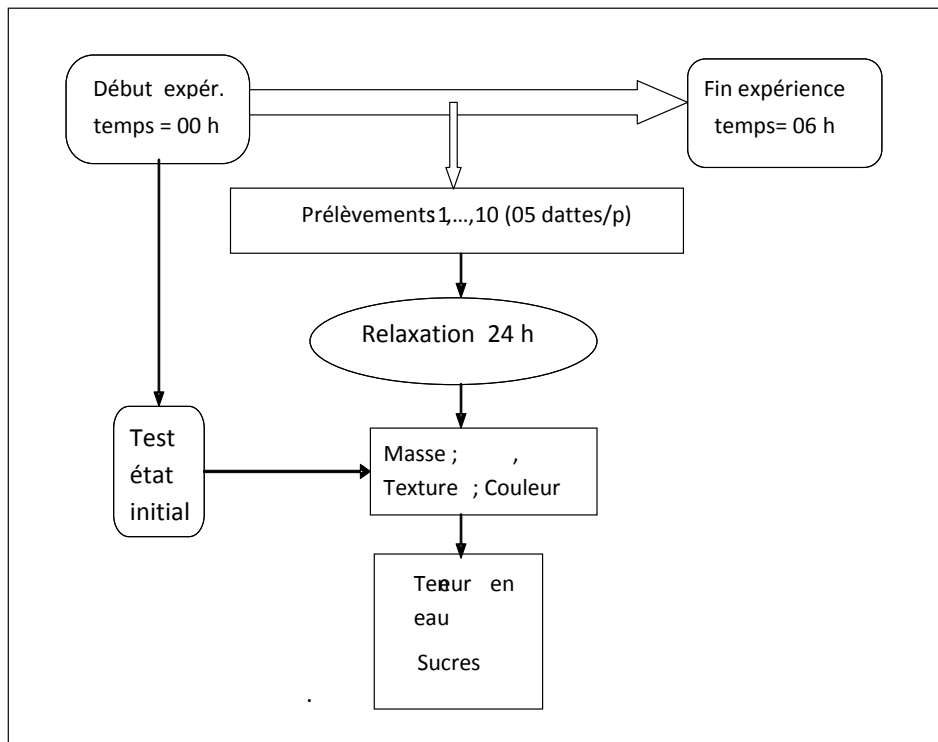


Figure 2 : Organigramme d’une expérience d’hydratation

**2.3 Mesures et analyses de qualité**

**2.3.1 Mesure de texture (État mécanique)**

Les mesures de texture [19-20] ont été effectuées en utilisant un analyseur rhéologique de texture de type TAXTi (XT rad, Rheo) dans une chambre maintenue à 23°C. Des essais de compression uniaxiale ont été effectués sur des particules de dattes entières. La mesure consiste à enregistrer la force maximum pendant la compression avec la surface plane d’un cylindre actif, de 40 millimètres de diamètre, descendant à une vitesse de 0.5 mm/s jusqu’à atteindre une distance de déformation de 3 millimètres. La valeur de la force pour un échantillon prélevé est alors calculée sur la base de la moyenne des enregistrements pour cinq mesures sur cinq fruits différents du même prélèvement.

### 2.3.2 Mesure de couleur

La quantification des changements de couleur des échantillons traités a été déterminée en utilisant un colorimètre Minolta CR-400 permettant l'acquisition automatisée des paramètres  $L$ ,  $a$ ,  $b$ , dans le système Hunter-Lab où  $L$  représente le paramètre d'échelle noir/blanc,  $a$  le paramètre d'échelle rouge/vert et  $b$  le paramètre d'échelle jaune/bleu [21-22]. Pour chaque prélèvement d'échantillon, les paramètres de couleur de la surface de cinq différentes dattes entières ont été mesurés (à raison de dix mesures par fruit) puis ramenés à une moyenne. Le changement de couleur global est alors exprimé par la quantité  $\Delta E$  dite distance de couleur. C'est une valeur simple qui tient compte des différences de  $L$ , de  $a$  et de  $b$  entre un échantillon et un autre échantillon de référence.  $\Delta E$  est calculée en utilisant l'équation 1, où  $L_0$ ,  $a_0$  et  $b_0$  se rapportent aux valeurs de couleur mesurées pour un échantillon de quinze dattes de variété Deglet-Nour récemment récoltées achetées sur le marché comme premier choix de qualité. Ce même échantillon a été employé comme référence pour toutes les autres mesures de qualité.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2} \quad (1)$$

### 2.3.3 Mesure de teneur en eau

La détermination de la teneur en eau, donc de la masse sèche, des échantillons traités a été faite par la méthode des pesées successives jusqu'à stabilisation de la masse en s'inspirant des normes internationales à ce sujet. La perte de masse d'un échantillon de 3 g de datte (pesé sur une balance de précision à  $10^{-4}$  gramme près) a été mesurée après un séjour de 64 heures dans un four ventilé réglé à  $105^\circ\text{C}$ . La teneur en eau a été exprimée en kilogramme d'eau par kilogramme de matière sèche.

### 2.3.4 Mesure de teneurs en sucres

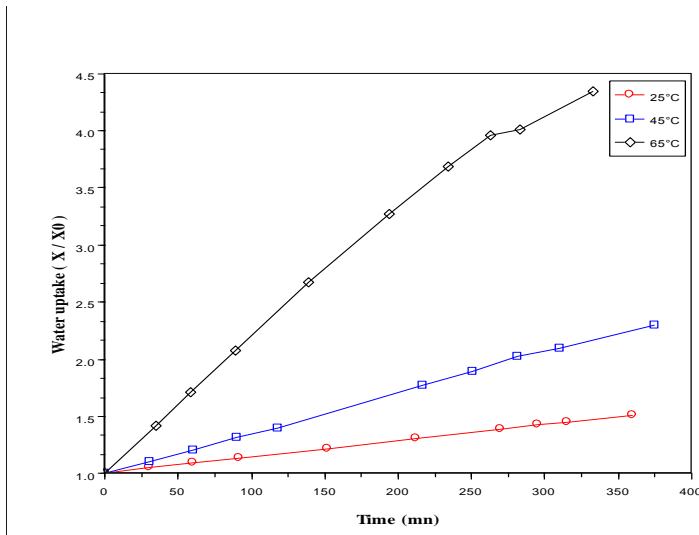
La détermination des teneurs en sucres des dattes a été faite par extraction utilisant 3g de broyat de pulpe de datte dans 100 ml d'éthanol à 80% (v/v) et à  $100^\circ\text{C}$  pendant 1 heure ; après centrifugation le surnageant a été filtré ( $0.45 \mu\text{m}$ ) et le saccharose, glucose et fructose ont été alors séparés et analysés par HPLC (chromatographie liquide à haute pression) à  $85^\circ\text{C}$  [4]. Dans cette technique il a été utilisé une colonne d'hydrate de carbone de type Biorad Aminex HPX 97C (300 millimètres x 7.8 millimètres). La phase mobile utilisée consistait en l'eau ultra pure. Enfin les trois types de sucres ont été séparés par injection de  $20\mu\text{L}$  d'extraits dans le système HPLC à un débit de 0.6 ml/mn et les concentrations ont été alors mesurées avec un détecteur à indice de réfraction de type Shimadzu.

## 3. Résultats et interprétations

### 3.1 Mécanisme de prise en eau

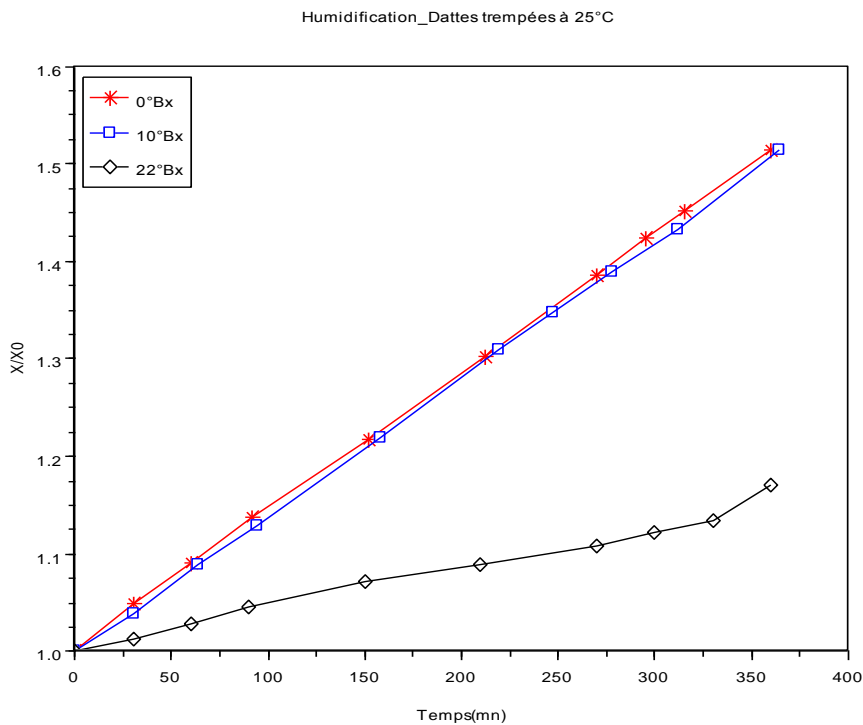
Des dattes préparées ont été imbibées en eau chaude à  $25^\circ\text{C}$ , à  $45^\circ\text{C}$  ou à  $65^\circ\text{C}$  en utilisant le système décrit sur la figure 1 et selon le procédé ci-dessus. Les intervalles de temps des prélèvements ont été choisis afin d'assurer quatre à dix mesures de qualité par essai.

Les courbes de prise en eau données sur la figure 3.3 prouvent que les taux d'humidification augmentent avec la température de trempage. Il est remarquable que pour les teneurs en eau initiales de 0.20 - 0.26 kg/kg (m.s), le produit a pu, en 6 heures de trempage, atteindre jusqu'à 0.35, 0.50 et 0.90 kg/kg (m.s) respectivement pour les trois températures choisies.



**Figure 3 : Cinétiques de gain en masse pour différentes températures de trempage à l’eau ultra-pure**

Sur la figure (3) on peut lire lisiblement un classement par température de traitement avec l’eau pure, la prise en masse maximale était observée à 65°C où les dattes étaient à saturation et commençaient à éclater au bout de 5h. Cette situation est justifiée par l’effet connu de la température sur les mécanismes de diffusion massique. Entre autres dans le cas d’utilisation des solutions sucrées, on a constaté que ce traitement à 25°C avec une basse concentration en sucre donne une cinétique de gain en eau ne s’éloignant pas de celle de l’eau pure (figure 4). Sur cette même figure il a été noté que les solutions sucrées en glucose avaient un effet ralentissant le processus d’humidification par trempage du produit. Ce phénomène de ralentissement devient plus lisible en cas de concentration élevée (22°Bx) notamment pour la température de 45°C comme le montre la figure (5)



**Figure 4 : Cinétiques de gain en masse pour trempage à 25°C dans différentes solutions sucrées**

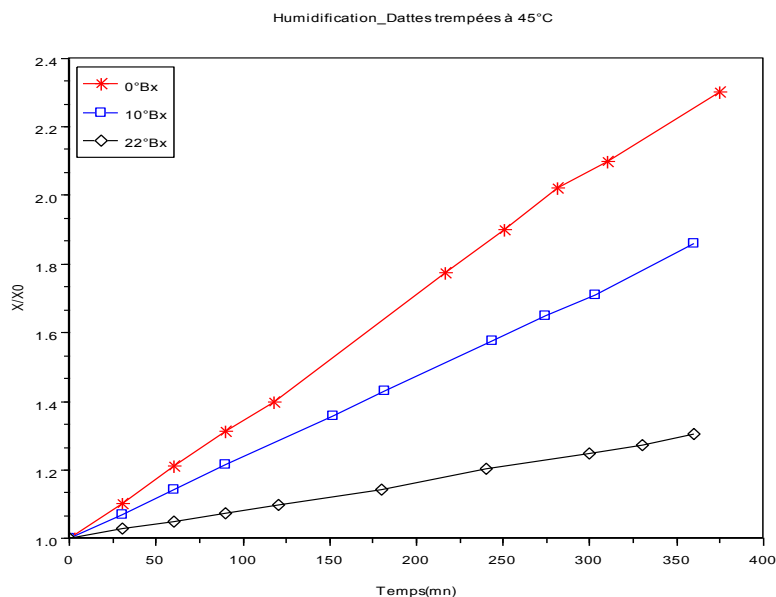


Figure 5 : Cinétiques de gain en masse pour trempage à 45°C dans différentes solutions sucrées

### 3.2 Evolution de la qualité des dattes hydratées

La figure 6 illustre le phénomène important d'inversion des sucres de dattes sujettes d'un traitement thermique. En effet on observe une diminution en saccharose avec une augmentation simultanée en fructose et glucose. Plus la température est élevée, plus le taux d'inversion de sucre augmente, confirmant que la chaleur favorise l'hydrolyse du saccharose en glucose et fructose. Cette réaction est catalysée par l'invertase qui montre une activité relativement élevée atteignant son maximum à environ 55°C [3,5]. Il est intéressant de noter qu'après 6 h de trempage à 45°C, les concentrations en saccharose et en sucres invertés sont pratiquement dans leurs proportions dans des dattes Deglet-Nour fraîches à l'état entièrement mûr.

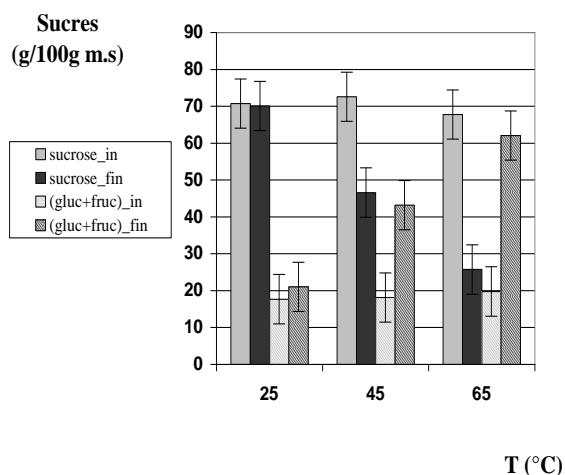


Figure 6 : Teneurs en sucres mesurées sur des dattes sèches (in) et hydratées (fin) pour différentes températures d'hydratation. Ecartis types estimés par triplification de l'analyse

Dans un autre aspect qualité et afin d'examiner l'état mécanique de la texture du fruit nous avons présenté sur la figure 7 la force maximale de compression mesurée sur des dattes hydratées pendant six heures en comparaison avec les mesures faites sur un échantillon témoins faisant la référence de bonne qualité. Le ramollissement du fruit était plus important à 45°C, probablement dû

à l'activité élevée de l'invertase dans ces conditions [12, 23]. Par contre le cas du traitement à température élevée (65°C) induit comme conséquence une texture plus dure, même si la teneur en sucres invertis (glucose et fructose) était plus élevée. Or l'exploration de cette situation nous a montré que la force de compression particulièrement élevée dans ce cas reflète l'interférence entre le gonflement du fruit, près de la saturation, avec une tension élevée de la peau d'une part, et le phénomène de ramollissement lié à l'inversion des sucres, d'autre part. En se rapportant à la qualité exigée du produit final, il semble que le trempage à 45°C pourrait être un meilleur choix. Cela se trouve facilement justifié dans les évolutions du saccharose, des sucres invertis et de la texture en fonction du temps de trempage observés à cette température. montre que l'hydratation à 45°C met en évidence un phénomène parfaitement compensatoire pour la composition en sucres : la diminution en saccharose est entièrement compensée par une augmentation en fructose et glucose. Elle montre également une diminution de la force maximum de compression étroitement liée à une diminution de teneur en saccharose, par conséquent reflétant une diminution de la fermeté de texture. De plus, la teneur en sucres totaux restant pratiquement constante montre que la perte de sucres dans la solution de trempage peut être négligée dans ce cas d'application.

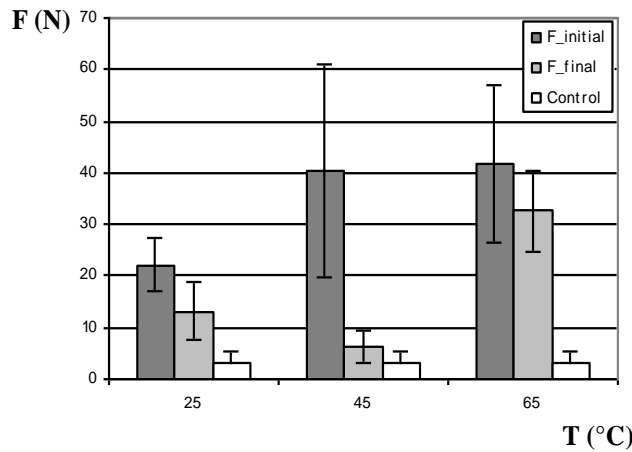


Figure 7 : Force maximale de compression mesurée à l'état sec et après 6h d'hydratation en fonction des températures de trempage. Comparaison à un échantillon témoin

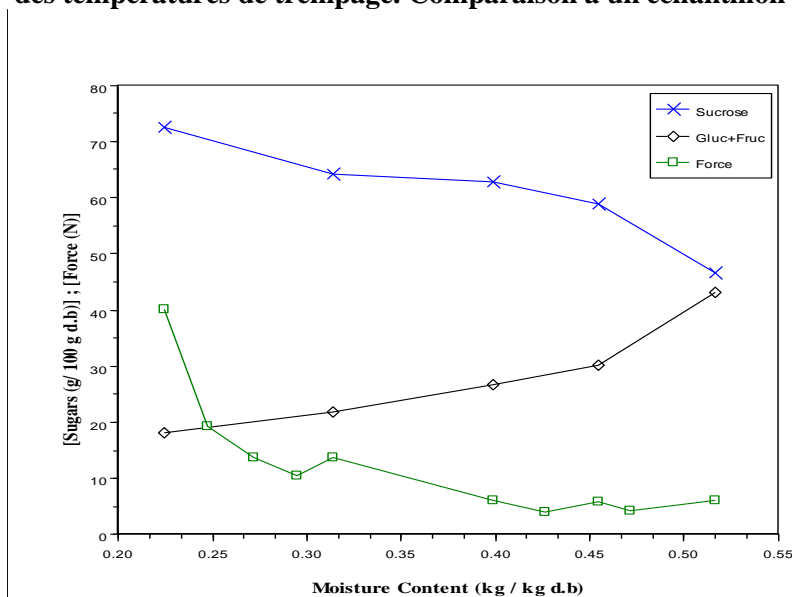
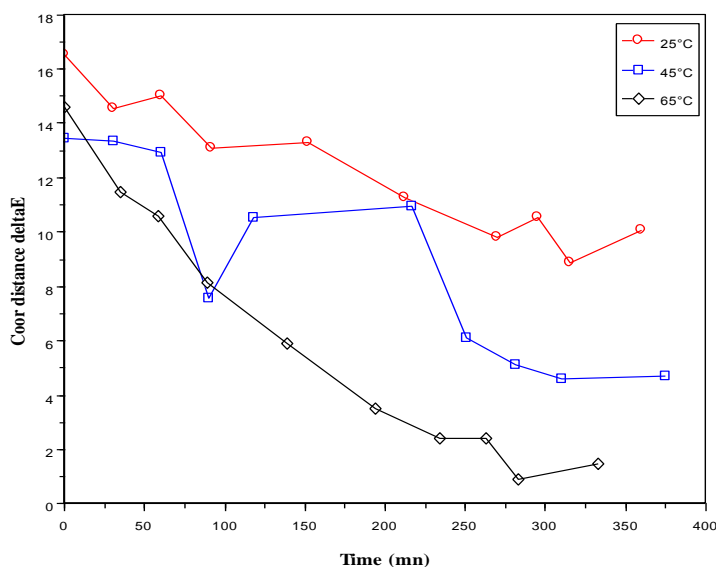


Figure 8 : Teneurs en sucres et état de texture en fonction de la teneur en eau des dattes hydratées à 45°C



L'évolution de la couleur des dattes hydratées est illustrée sur la figure 9. La différence en couleur avec la cible diminue avec le temps de trempage, de plus en plus rapidement quand la température est augmentée. Les fruits traités à 65°C ont été trouvés très proches en couleur à l'échantillon de référence avec une valeur minimale de la distance  $\Delta E$  ( $\Delta E < 1$ ). Cependant la considération simultanée de tous les critères de qualité indique qu'après 6 heures de trempage dans l'eau à 45°C et à 65°C les fruits étaient déjà près de la qualité exigée mais ont dépassé la teneur en eau normale pour un stockage sain. Une opération suivante de séchage est donc nécessaire mais avec un risque de brunissement dû aux réactions de Maillard (oxydation des sucres) et probablement une modification de l'état de la texture. Au contraire, le traitement à 25°C induit une très faible inversion de sucres avec une texture encore dure faisant indice d'un produit non mûr. Une alternative compromettante serait de réhydrater les dattes sèches à une température dépassant 25°C pour assurer la catalyse du processus d'inversion de sucre, mais inférieure à 45°C pour éviter un excès de ramolli de la texture et un brunissement de la couleur. Dans tous les cas on a observé qu'une amélioration des paramètres de couleur et de texture conduisait inévitablement à une teneur en eau au-delà de la valeur standard requise. Cette situation fait qu'une opération de séchage après ce traitement de trempage devient nécessaire. Les résultats ci-dessus en plus des essais complémentaires que nous avons effectué à 35°C et pour des durées plus ou moins longues, nous ont menés à choisir les conditions du prétraitement par trempage dans l'eau à 30°C pour une durée de huit heures. Un tel processus aboutit sur un produit à une teneur en eau d'environ 0.5 kg eau par kg de matière sèche tout en conservant la couleur et la texture du fruit dans un état très faiblement altéré.



**Figure 9 : Evolution de couleur des dattes hydratées en fonction du temps pour différentes températures de trempage.**

#### 4. Conclusion

Une étude expérimentale de la réhydratation, par imprégnation à l'eau chaude, de la datte Deglet-Nour a été faite en vue d'améliorer la qualité des dattes sèches. A cet effet plusieurs paramètres de qualité ont été testés simultanément afin de permettre une bonne appréciation du produit fini. Les résultats obtenus montrent que le trempage à l'eau chaude s'est avéré un processus utile pour assurer une maturation complémentaire par prise en eau et inversion de sucre mais celui-ci doit être nécessairement poussé à un état de réhumidification dépassant la teneur en eau standard permettant d'assurer un bon stockage. Il a été aussi constaté que les températures de trempage plus élevées accélèrent la diffusion responsable de la prise en eau du fruit et induisent un phénomène de brunissement non enzymatique. L'inversion significative du saccharose en fructose et glucose s'est avérée en relation directe avec le ramolli de la texture. D'autre part il a été ressorti de la présente

étude que les pertes de sucres dans la solution de trempage étaient négligeables ce qui assure la conservation de la valeur nutritive du fruit. Dans ce même sens nous avons pu conclure qu'il n'y avait pas besoin d'hydrater dans des solutions sucrées étant donné que celles-ci freinent le processus de gain en eau d'autant plus que les pertes en solution pure sont négligeables comme déjà mentionné. Parmi plusieurs conditions opératoires investies, le trempage à 30°C, pendant environ huit heures, a été choisi comme traitement optimal pour une qualité du produit faiblement altérée. Afin de restituer au produit sa teneur en eau normale pour un stockage sain, une opération complémentaire de séchage peut être proposée.

## Références

- [1] FAO-Stat ; Siteweb : <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, consulté le 03/09/2013 à 23 :00 pm
- [2] Bernard Ordine. Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles, étude réalisée pour le compte de la FAO, Source : siteweb : [www.fao.org](http://www.fao.org), (2000)
- [3] Barreveld W.H.; *Date palm products*; FAO agricultural service bulletin n°101, Rome (1993)
- [4] Al-Bekr Abdul-Jabbar. *The date palm: A review of its past and present and the recent advances in its culture, industry and trade*, 1085p. (Edition originale en arabe, imprimé en IRAK) (1972)
- [5] Reynes Max. Influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité physico-chimiques de la datte; *Thèse de doctorat de l'INPL* (1997).
- [6] Baraem Ismail, Imad Haffar, Riad Baalbaki, Jeya Henry. Development of a total quality scoring system based on consumer preference weightings and sensory profiles : application to fruit dates (Tamer); *Food quality and Preference*; 12, 499-506 (2001)
- [7] Zaid A. and E.J. Arias-Jiménez ; *Date palm cultivation*, FAO, Rome (2002)
- [8] Kalra S. K., Jawanda J. S., Munshi S. K., Studies on curing of dates (*Phoenix Dactylifera L.*) by hot water treatments; *Indian Journal of Horticulture*; 32 ,2, 146-151 (1976).
- [9] Thatai S.K. and Kalra S.K., Saline water treatments for softening of Doka dates; *J. Res. Panjab Agric. Univ.*; 19(4), 320-323 (1982).
- [10] Rygg G.L., Date development, handling and packing in the United States. Agricultural Handbook No. 482, Agr. Research Service, U.S. Dept. of Agriculture date development, handling and packing in the United States. Agr. Research Service, U.S. Dept. of Agriculture. (1975)
- [11] Saleem S. A., Baloch A. K., Baloch M. K., Saddozai A. A., Abdul Ghaffoor. Influence of hot water on ripening /curing of Dhakki dates; *Pakistan Journal of Biological Sciences*; 7(12), 2034-2038 (2004).
- [12] Aziza B. Mustafa, David B. Harper and Donald E. Johnston,. Biochemical changes during ripening of some Sudanese date varieties; *J. Sci. Food Agric.*; 37, 43-53 (1986)
- [13] Dowson, V.H.W.,. Dates - Handling, Processing and Packing. FAO Agricultural Development Paper No. 72, FAO, Rome (1962).
- [14] Dowson V. H. W. et Aten A., Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. ; *Collection FAO, Cahier n°72*, 1-394; Rome (1963).
- [15] Dorab C. Smolensky, W. R. Raymond, S. Hasewga and V.P. Maier ; Enzymatic improvement of date quality. Use of invertase to improve texture and appearance of "sugar wall" dates; *J. Sci. Fd Agric.*; 26, 1523-1528 (1975)
- [16] Falade, K.O.; Abbo, E.S. Air-drying and rehydration characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruits; *Journal of Food Engineering* ; 79 (2), 724-730 (2007).
- [17] Rastogi, N. K.; Angersbach, A.; Niranian; K., Knorr, D. Rehydration kinetics of high pressure pretreated and osmotic dehydrated pineapple; *Journal of Food Science*; 65 (5), 838-841 (2000)
- [18] Rastogi, N.K.; Nayak, C.A.; Raghavarao, K.S.M.S. Influence of osmotic pre-treatments on rehydration characteristics of carrots; *Journal of Food Engineerin*; 65 (2), 287-292 (2004)
- [19] Hasan B.H., AlHamdan A.M., Elansari A.M.; Stress relaxation of dates at Khalal and rutab stages of maturity; *Journal of Food Engineering*; 66, 439-445 (2005)

- [20] Mohammad Shafiur Rahman, Sohrab Aliakbar Al-Farsi., Instrumental texture profile analysis (TPA) of date flesh as a function of moisture content; *Journal of Food Engineering*, 66, 505-511. (2005)
- [21] Suad Al-Hooti, J.S. Sidhu and H. Qabazard; Objective color measurement of fresh date fruits and processed date products. *Journal of Food Quality*, 20, 257-266 (1997)
- [22] Al-Janobi A.A.; Date inspection by color machine vision. *J. King Saud University*, Vol.12, Agric. Sci. (1), 69-79 (2000)
- [23] Hasegawa S., et Smolensky D.C., 1970. Date invertase: Properties and activity associated with maturation and quality; *J. Agr. Food Chem.* 18:902 (1970)