

Réalisation d'une chambre froide solaire photovoltaïque pour la conservation des produits agricoles : application au stockage des mangues

**Charles Mathurin Roger COMPAORE^{1*}, Oumar SANOGO¹, Ousmane OUEDRAOGO¹
et Dieudonné Joseph BATHIEBO²**

¹ *Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (CNRST/ IRSAT/DE), 03 Po. Box 7047 Ouagadougou, Burkina Faso*

² *Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences Exactes et Appliquées, Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables (L.E.T.RE), 03 Po. Box 7021 Ouagadougou, Burkina Faso*

* Correspondance, courriel : charles.compaore@yahoo.com

Résumé

Cet article présente les résultats d'une étude menée sur la réalisation d'une chambre froide solaire photovoltaïque pour la conservation des produits agroalimentaires avec application à la mangue. Le dispositif conçu et réalisé à cet effet est une chambre froide alimentée par l'énergie solaire photovoltaïque. Après caractérisation à vide de l'entrepôt et évaluation des différents profils de températures de la chambre froide, deux tonnes de mangues ont été conservées sur une période de sept semaines. Des échantillons de mangues ont également été étudiés dans un laboratoire d'analyses physico-chimique et microbienne afin d'évaluer leurs qualités durant la conservation. Il ressort que la chambre froide présente de bons profils thermiques pour la conservation des produits agricoles. Afin d'évaluer le retard de murissement dû au stockage en froid, un échantillon de mangues a été déposé à l'air libre. Cet échantillon a atteint un murissement optimal en 1 semaine de conservation. Le stockage des mangues dans la chambre froide a permis d'augmenter de six semaines le temps de conservation tout en permettant aux mangues de garder leurs propriétés nutritives.

Mots-clés : *chambre froide, conservation, mangue, température de stockage, humidité relative.*

Abstract

Solar photovoltaic cold room for the conservation of the agricultural products : application to the storage of mangoes

This article presents results of a study on the realization of a photovoltaic solar cold room for the conservation of agricultural products with application to the conservation of mangoes. The room is designed and built at the Energy department of the IRSAT/CNRST. It is a cold room powered by photovoltaic solar energy. After a vacuum characterization of the warehouse and evaluation of the different temperature profiles of the cold room, two tons of mangoes were used for the experiments, which lasted seven weeks. Samples of mangoes were also sent to a physico-chemical and microbial analysis laboratory to evaluate their qualities during storage. It appears that the cold room has good thermal profiles for the conservation of agricultural products. In order to evaluate the ripening delay due to cold storage, a sample of mangoes was store in the open air. The storage of mangoes in the cold room used allowed increasing by six weeks the preservation time while allowing the mangoes to keep their nutritive properties.

Keywords : *cold room, conservation, mango, temperature of storage, relative humidity.*

1. Introduction

Au Burkina Faso, le sous-secteur des fruits et légumes est en plein essor. Cependant, il rencontre d'énormes difficultés liées à la conservation des produits. Une très grande partie de la production est perdue pendant la période qui s'étale entre la production et la consommation. Quand ils refusent de « brader » leurs productions, les producteurs de fruits et légumes ont souvent des pertes qui atteignent 30 à 40 % voire 50 % [1]. Ces produits doivent être bien conservés pendant leur transport et leur entreposage jusqu'au moment de leur consommation. Dans les pays en développement, une partie importante de la population rurale n'a pas accès à l'électricité du réseau [2]. Alors que les lieux de production se situent généralement en zone rurale où l'état des routes est mauvais. Les températures très élevées dans les pays comme le Burkina Faso sont également responsables de ces pertes énormes. Les pertes post-récolte des fruits et légumes dans ces pays sont principalement dues à la médiocrité des installations de stockage et du manque d'infrastructures [2]. Dans le monde, plusieurs études dont celle effectuée par [3] a établi les pertes post récolte des mangues à environ 22 %. Plus particulièrement au Burkina Faso ces pertes sont estimées à environ 1/3 de la production d'après [4]. Une autre étude réalisée par [5] a établi que les pertes post-récolte sont estimées entre 5 et 15 % selon les étapes. Malgré ces pertes, la filière mangue a généré un revenu de plus de 18 732 400 000 de francs CFA en 2016 (tous les acteurs de la filière confondus) [6].

Ainsi, l'exportation de la mangue représente une voie de développement économique intéressante pour les pays du Sud qui sont les principaux producteurs [7]. En effet, les fruits sont des produits alimentaires à haute valeur nutritive et commerciale [8]. La mangue est riche en hydrates de carbone, en sels minéraux et autres substances bioactives telles que le carotène, les vitamines C, B1, B2 et les composés phénoliques [9, 10], elle est la plus importante production nationale fruitière et de ce fait considérée comme « premier fruit national » [11]. C'est pourquoi la réduction des pertes post-récolte de fruits et légumes est un but à atteindre mondialement [12]. Une solution à ces pertes de produits agricoles et notamment de la mangue consiste à élaborer des dispositifs de stockage et de conservation basée sur le froid. Cependant, les chambres froides classiques sont énergivores, coûteuses et ne peuvent pas être construites dans une région éloignée [13]. Il s'est agi pour nous, de faire une étude technique d'un prototype de chambre froide solaire sous forme de conteneur donc transportable, respectueux de l'environnement, permettant de conserver plus de 5 tonnes de fruits et légumes pendant plusieurs mois. A travers ce travail nous contribuons à réduire les pertes post-récoltes en utilisant la conservation par le froid solaire, à l'augmentation durable de la productivité et fournissons en milieu rural ou périurbain des possibilités de conservation des produits agro-alimentaires.

2. Matériel et méthodes

Les expérimentations ont été réalisées sur le site de l'IRSAT sis à KOSSODO (Ouagadougou) du 14 juin au 2 Août 2017. Le matériel utilisé provient du Département Energie de l'IRSAT et du Laboratoire des Energies Thermiques Renouvelables (LETRE) de l'Université Ouaga 1 Pr Joseph KI ZERBO.

2-1. Description du matériel

Le matériel utilisé pour la réalisation des différentes expériences se compose de :

- *Chambre froide*

C'est un dispositif parallélépipédique de volume utile 32,2 m³ (5,0m x 2,8 m x 2,3 m) équipé de deux groupes froids de puissance 1,5 CV chacun et utilisant le R404A comme fluide frigorigène. L'alimentation en énergie électrique des groupes froids est assurée par un système solaire photovoltaïque (*Figure 1*)

d'une puissance totale de 5 kilowatt crête (kWc). Le parc de stockage constitué de 24 batteries d'accumulateurs d'une capacité de 2 V-500 Ah assure la continuité de la fourniture électrique pendant les périodes nocturnes. La chambre froide abrite également les évaporateurs et est supportée par un cadre en acier inoxydable. Elle est complétée par un local technique contenant les groupes compresseurs, les batteries et les onduleurs.



Figure 1 : Aperçu de la chambre froide solaire PV

- *Thermocouples*
Vingt (20) unités de thermocouples ont été utilisées pour la mesure des températures.
- *Datalogger*
Deux (02) unités de datalogger de marque GRAPHTEC GL200A et GL220 ont été utilisés pour la collecte des données de mesures aux sorties des thermocouples.



Figure 2 : Aperçu du datalogger GL220

- *Hygromètres*
Les prises et l'enregistrement des humidités relatives de l'air intérieur et extérieur ont été effectués à l'aide de deux (02) unités d'hygromètre.
- *Pyranomètre (ou Solarimètre)*
Un pyranomètre a servi durant le temps des expériences à récolter les données de l'ensoleillement.
- *Balance*
Une balance analogique a été utilisée pour mesurer la masse des échantillons de mangues hebdomadairement.

- *Des mangues*

Deux tonnes de mangues de variété « camerounaise » ont été acquises auprès d'une coopérative locale. Ces mangues ont préalablement subi une série de traitements appropriés nécessaire pour une bonne conservation. Cela va du nettoyage à l'emballage en passant par le tri et le cirage, comme indiqué dans la référence [14]. La **Figure 3** donne un aperçu de la disposition des mangues dans la chambre froide.



Figure 3 : *Aperçu des mangues entreposées*

2-2. Conservation des mangues

Il existe plusieurs techniques de conservations des mangues, des fruits et légumes : la conservation par les traitements thermiques [15], la conservation par séchage [16], la conservation sous atmosphères contrôlées et modifiées [17], la conservation par le froid [18]. La conservation par la réfrigération consiste au maintien artificiel d'un produit à une température optimum pour sa conservation, laquelle température est en dessous de sa température ambiante. L'humidité relative joue également un rôle important pour la conservation, il est donc important de maintenir l'humidité relative de l'air à des valeurs élevées [19]. Ainsi, le froid ralentit le métabolisme de la maturation [20, 21]. Cependant, certains fruits ne doivent pas être conservés à des températures basses, comme par exemple la tomate ou la banane, car cela altère leur saveur. La conservation de la mangue consiste à maintenir sa température basse tout en augmentant l'humidité relative de l'environnement fermé, car la mangue est un fruit climactérique [20, 22]. En effet, un tel environnement (8°C et 90 %) [20] limite la respiration et la transpiration des mangues tout en maintenant aussi bas que possible le taux d'éthylène qui est l'hormone de murissement des mangues [23]. Le processus du mûrissement de la mangue dure 3 à 9 jours [24] et est associé à une augmentation de l'intensité respiratoire et à une production auto catalytique d'éthylène. La phase de conservation des mangues dans la chambre froide s'est déroulée du 14 juin au 2 août 2017, soit environ sept (07) semaines. Afin de déterminer le comportement thermique des parois de la chambre froide, et principalement de l'entrepôt, les températures intérieures et extérieures de chaque paroi (nord, sud, est, ouest, plafond, plancher) ont été mesurées à vide, puis durant la phase de conservation des mangues, des mesures de température ont été effectuées sur les mangues. La masse d'un échantillon de mangues a été mesurée durant toute la phase de stockage. Cette expérience a permis d'évaluer la perte de masse (en %) des mangues. Afin d'évaluer le retard de murissement dû au stockage en froid, un échantillon de mangues a été déposé à l'air libre. Des mesures de température ont été effectuées sur le groupe froid afin de déterminer le Coefficient de performance frigorifique (COP).

2-3. Dimensionnement de la chambre froide

Le dimensionnement de la chambre froide a consisté à établir le bilan thermique de l'entrepôt afin d'évaluer la puissance frigorifique nécessaire, puis les caractéristiques du système d'alimentation photovoltaïque à installer. Le bilan frigorifique consiste à faire l'inventaire des quantités de chaleur à extraire de l'intérieur de la chambre froide pour maintenir constante la température des produits. Ces quantités de chaleur sont calculées sur 24 h et sont données par la relation ci-après. La puissance frigorifique de l'évaporateur donnée en kilowatt (KW) a été évaluée suivant la relation ci-après :

$$P_f = 1,05 \cdot (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8) / t \tag{1}$$

t étant le temps de fonctionnement de l'installation frigorifique (en h/jour) qui est de 16 h, Q_1 la charge thermique par transmission à travers les parois (en kWh/jour), Q_2 la charge thermique due aux denrées entrantes (en kWh/jour), Q_3 la charge thermique due à la respiration des denrées (en kWh/jour). Q_4 représente la charge thermique par renouvellement d'air, Q_5 la quantité de chaleur par renouvellement d'air par jour (en kWh/jour), Q_6 la quantité de chaleur due aux personnes par jour (en kWh/jour), Q_7 la quantité de chaleur par éclairage par jour (en kWh/jour), Q_8 la charge thermique due aux moteurs des évaporateurs en kWh/jour.

3. Résultats et discussion

3-1. Résultats du dimensionnement de la chambre froide

Les parois (murs verticaux, plafond et plancher) sont constituées de mêmes matériaux (Aluminium, Polystyrène expansé, tôle galvanisée). La détermination de leur coefficient de transmission surfacique global a donné $K = 0,285 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ que nous avons majorée de 5 % pour tenir compte des imperfections liées entre autres à l'assemblage des panneaux sandwich, aux joints d'étanchéité (silicone) et le peu d'informations que nous avons sur les résistances surfaciques interne et externe de la chambre froide. La valeur que nous avons retenue pour le dimensionnement est donc $K = 0,3 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Les quantités de chaleur totale à évacuer de la chambre froide par jour pour conserver cinq (5) tonnes de mangues, est consignée dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Bilan thermique de la chambre froide

CHARGES THERMIQUES	Valeur (kWh/jour)
Apport thermique par les parois (Q_1)	14,65
Apport par refroidissement des denrées (Q_2)	24,72
Apport par respiration des denrées (Q_3)	4,07
Apport thermique par l'emballage (Q_4)	1,24
Apport thermique par renouvellement d'air (Q_5)	10,12
Apport thermique par les personnes (Q_6)	1,68
Apport thermique par l'éclairage (Q_7)	0,56
Apport par les ventilateurs de l'évaporateur (Q_8)	10,08
<i>Sous-Total</i>	<i>67,12</i>
Facteur de sécurité (5%)	3,36
TOTAL	70,48
Puissance frigorifique (kW)	4,40

Nous avons fait un bilan thermique qui permet d'avoir un bon compromis entre une bonne qualité de conservation et un coût d'investissement relativement abordable. Nous avons majoré de 5 %

(facteur de sécurité) pour tenir compte des apports thermiques difficiles à prendre en compte. À partir des différentes caractéristiques thermodynamiques des points du cycle frigorifique, les paramètres de performance théorique ont été déterminés et résumés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Paramètres de performance théorique de l'installation frigorifique

Paramètres	Valeur
Débit masse du fluide (kg/s)	0,035
Taux de compression	2,28
Puissance absorbée par le moteur électrique (kW)	1,01
Coefficient de performance frigorifique (COP)	4,41

Nous constatons que pour conserver principalement les 5 tonnes de mangues un compresseur 1104 W de soit 1,5 CV suffit. Les résultats du dimensionnement du système PV sont regroupés dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 : Caractéristiques du système photovoltaïque obtenues

Désignation	Groupe froid
	1,5 CV
Besoins journaliers	$E_j = 17\ 664\ Wh$
Puissance crête	$P_c = 5\ 000\ W_c$ soit 20 modules de 250 Wc
Système de stockage	$C = 460\ Ah$ $C = 800Ah$ (retenu) 24 batteries de 2 V
Onduleurs	1 onduleur de 5 KVA

3-2. Comportement thermique de la chambre froide

La **Figure 4** présente l'évolution de la température des parois internes de la chambre froide, à savoir les parois Est, Ouest, Nord, Sud, Plafond et Plancher, et la variation de la température de l'air intérieur sur une durée de 24 heures.

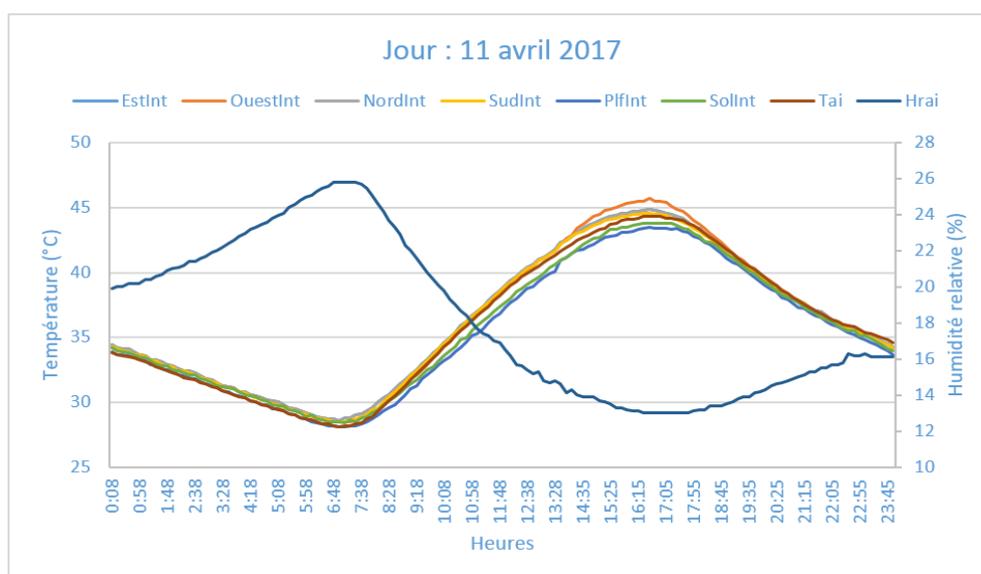


Figure 4 : Profil de la température interne des parois de la chambre froide

La **Figure 5** présente l'évolution de la température des parois externes de la chambre froide, à savoir les parois Est, Ouest, Sud, Nord, Plafond et Plancher. Elle donne également la variation de la température de l'air extérieur et de l'irradiation solaire sur une durée de 24 heures.

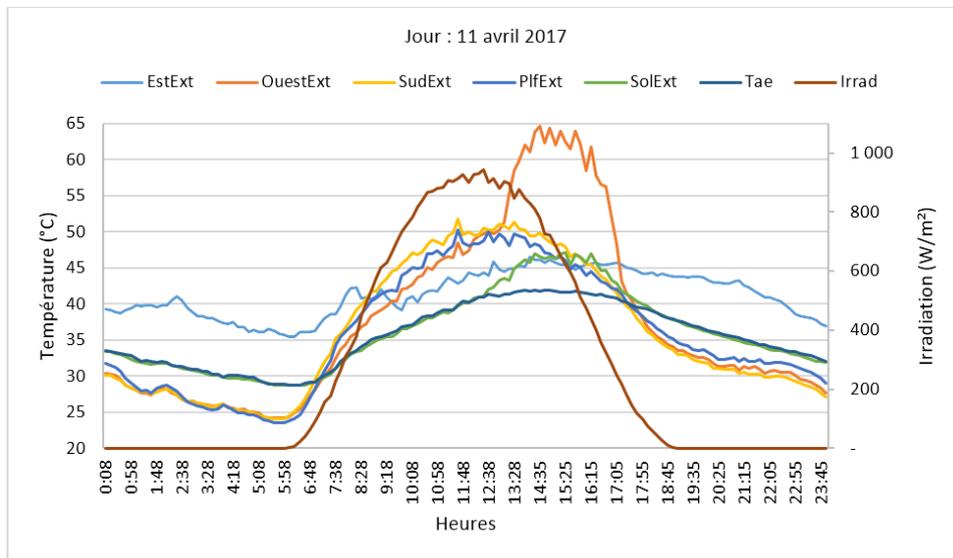


Figure 5 : Profil de la température externe des parois de la chambre froide (11/04/2017)

Grâce à l'isolation, la température interne de chambre froide est amortie par rapport à la température externe. En effet, la différence entre le maximum de la température externe et celle de la température interne peut atteindre 20°C. La **Figure 6** montre l'amortissement et le déphasage des parois Ouest et Sud. Quand la température extérieure atteint son maximum, la température interne met 3 à 4 heures pour atteindre à son tour son maximum, ce qui donne le déphasage de 3 à 4 heures.

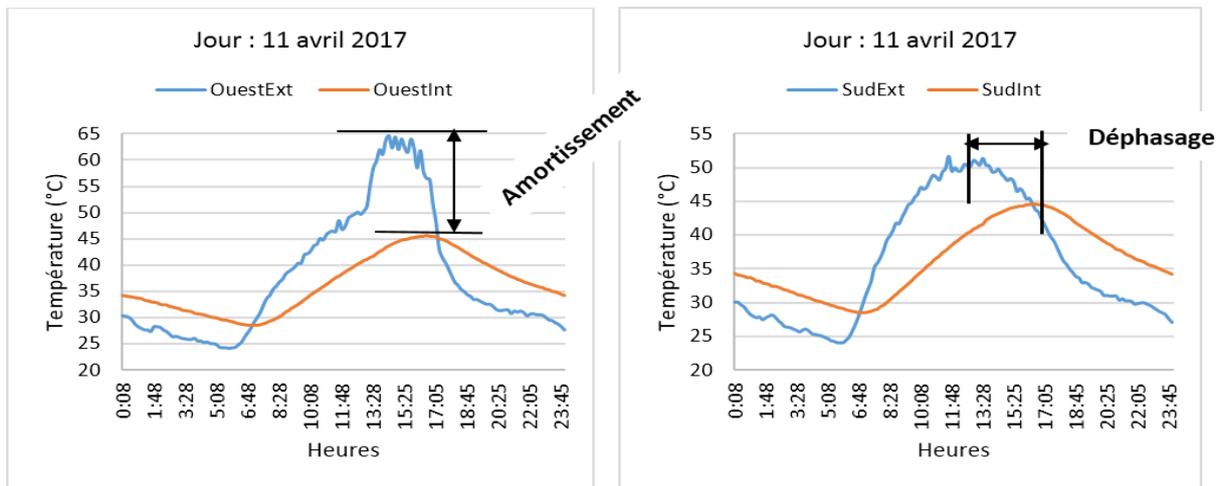


Figure 6 : Évolution des températures externe et interne des parois Ouest et Sud (11/04/2017)

La **Figure 7** donne un aperçu des paramètres expérimentaux de la chambre froide avant introduction des mangues. On remarque une baisse significative de la température intérieure de la chambre froide de 30 à 5 degré, seulement trois heures après le démarrage du groupe froid. Durant cette phase d'essais à vide, la température minimale atteinte est de 0 degré Celsius. On remarque également sur la **Figure 7** qu'en moyenne, la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de la chambre froide se situe autour de 28 degré Celsius.

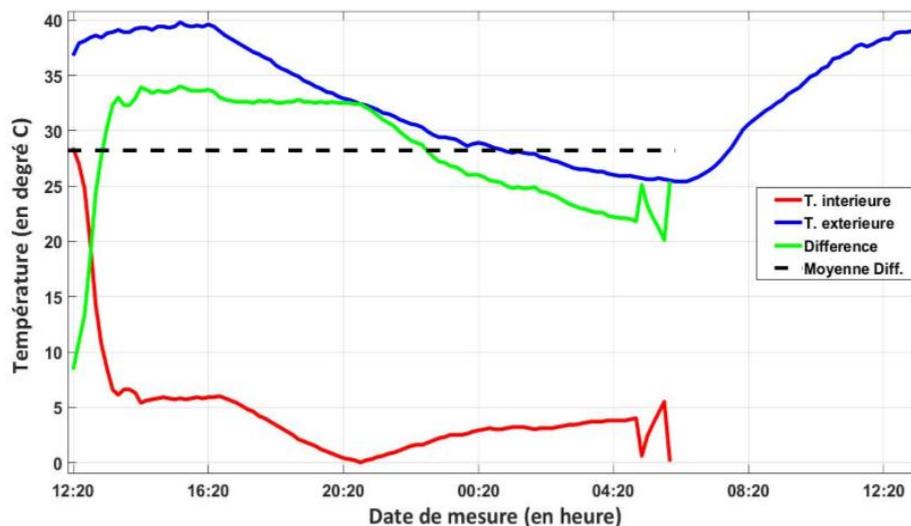


Figure 7 : Variation de température du dispositif à vide, c'est à dire sans produits à l'intérieur

La chambre froide utilisée dans notre expérience pour le stockage des mangues a été installée dans un environnement où l'humidité relative est inférieure à 20 %, comme on peut le voir sur la **Figure 8**. Sur la même figure, on remarque également que l'humidité relative à l'intérieur de la chambre se situe autour de 47 %, ce qui conduit à une différence d'environ 33 % en moyenne.

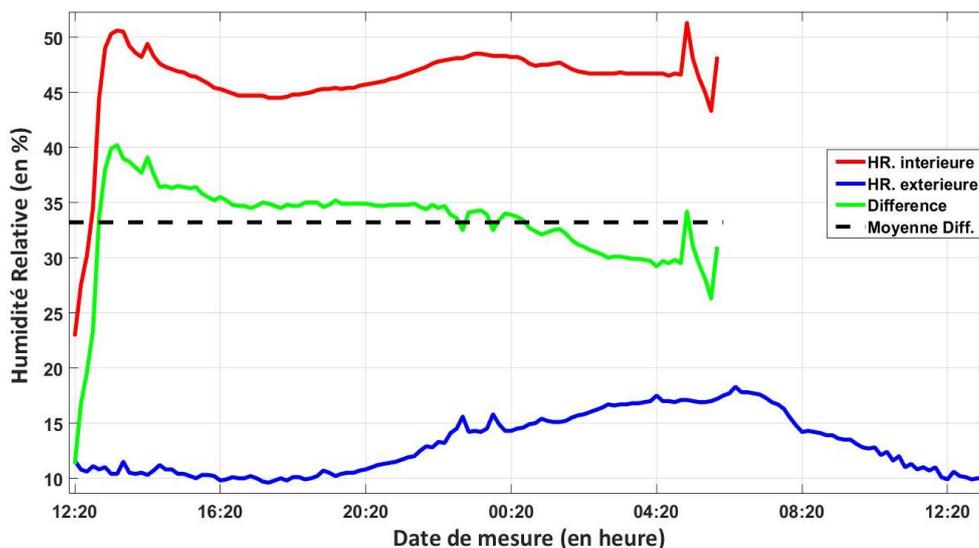


Figure 8 : Évolution de l'humidité relative du dispositif à vide, c'est à dire sans produits à l'intérieur

La phase de conservation des mangues dans la chambre froide s'est déroulée du 14 juin au 2 Août 2017, soit environ sept (07) semaines. Durant cette phase d'expérimentation, les températures des parois internes et externes de l'entrepôt et des mangues ont été mesurés afin d'établir leurs profils. Une différence moyenne de 26 °C de température entre l'extérieure et l'intérieure de la paroi Est, est observée durant la conservation des mangues, comme on peut le voir sur la **Figure 9**.

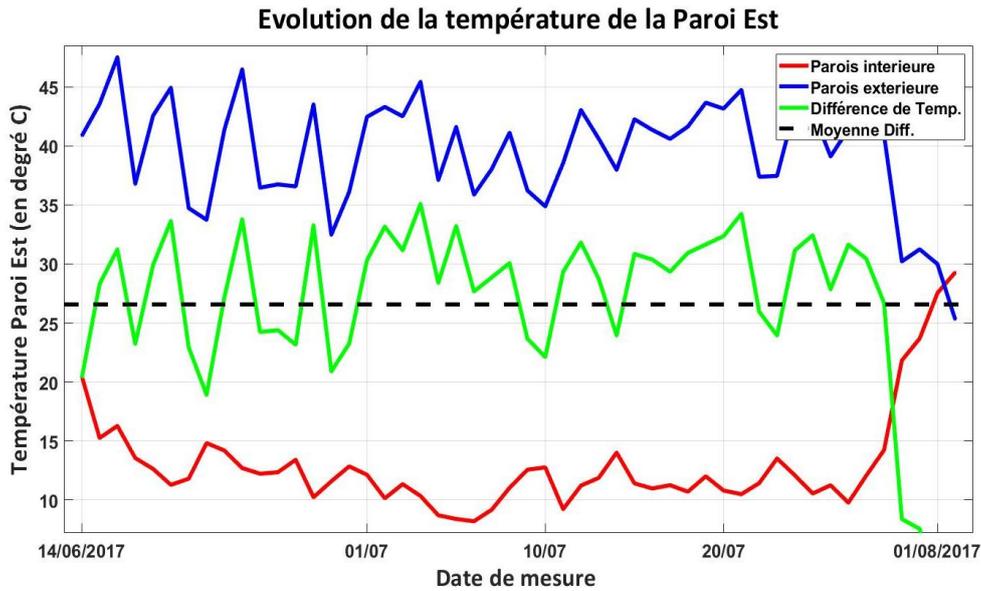


Figure 9 : *Évolution des températures intérieures et extérieures de la paroi Est de la chambre froide durant la phase de conservation des mangues*

Les mesures de températures réalisées sur les parois Ouest et Sud de la chambre froide durant le stockage des mangues ont permis de comprendre qu'en moyenne, ces parois internes étaient thermiquement moins chaudes de 21°C par rapport aux parois extérieures correspondantes, comme on peut le voir sur la **Figure 10 & la Figure 11**.

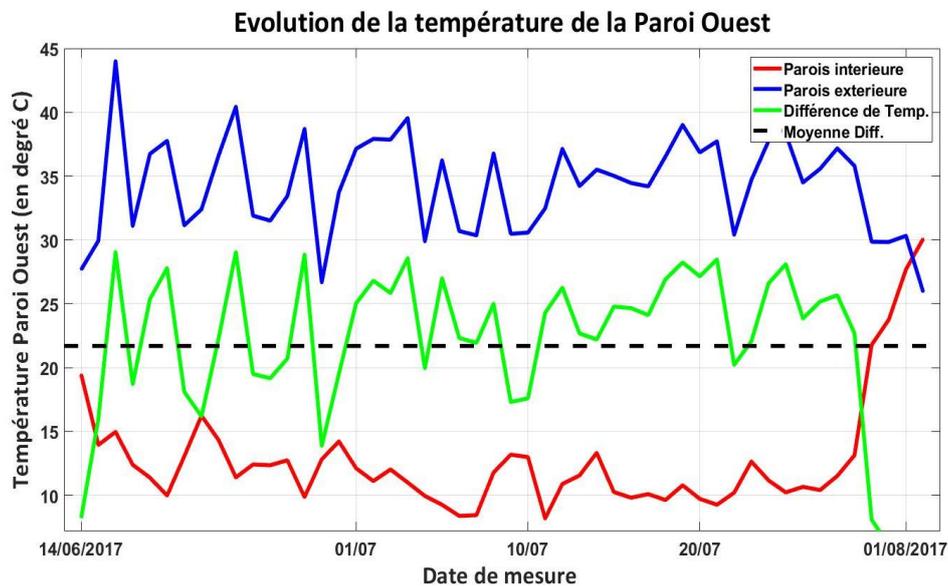


Figure 10 : *Évolution des températures intérieures et extérieures de la paroi Ouest de la chambre froide durant la phase de conservation des mangues*

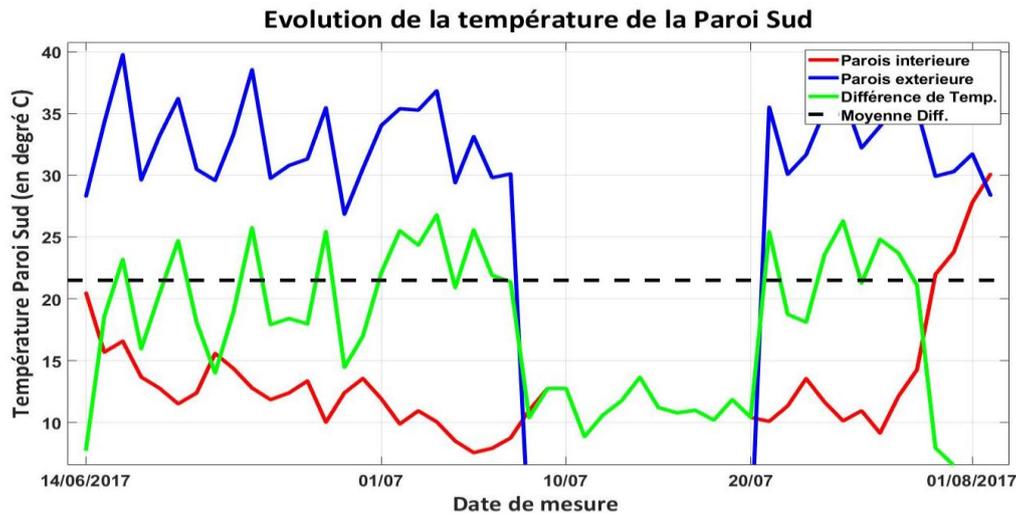


Figure 11 : *Évolution des températures intérieures et extérieures de la paroi Sud de la chambre froide durant la phase de conservation des mangues*

En moyenne, une différence de température de 23 °C entre l'extérieure et l'intérieure de la paroi Nord est observée durant la conservation des mangues, comme on peut le voir sur la **Figure 12**.

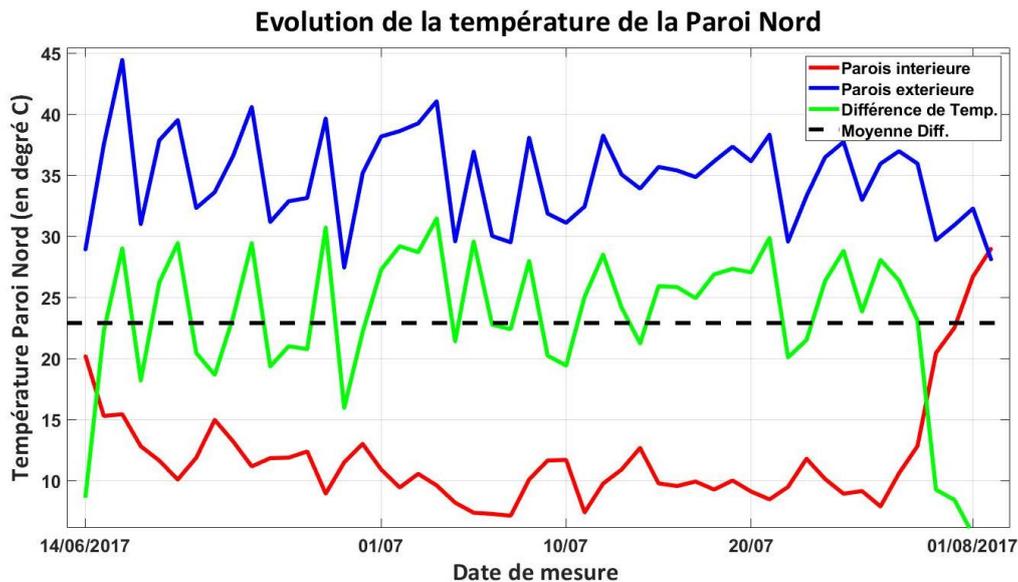


Figure 12 : *Évolution des températures intérieures et extérieures de la paroi Nord de la chambre froide durant la phase de conservation des mangues*

Cette phase de mesure a ainsi permis de comprendre qu'en ce qui concerne les profil de température des parois intérieures de l'entrepôt, la paroi Est était la plus froide (26°C de différence avec l'extérieur), tandis que les parois Ouest et Sud étaient les plus chaudes (21°C de différence avec l'extérieur).

3-3. Conservation des mangues

L'expérience suivante a consisté en l'entreposage de deux (2) tonnes de mangues dans la chambre froide. La **Figure 13** donne un aperçu de l'évolution de la température des mangues stockées.

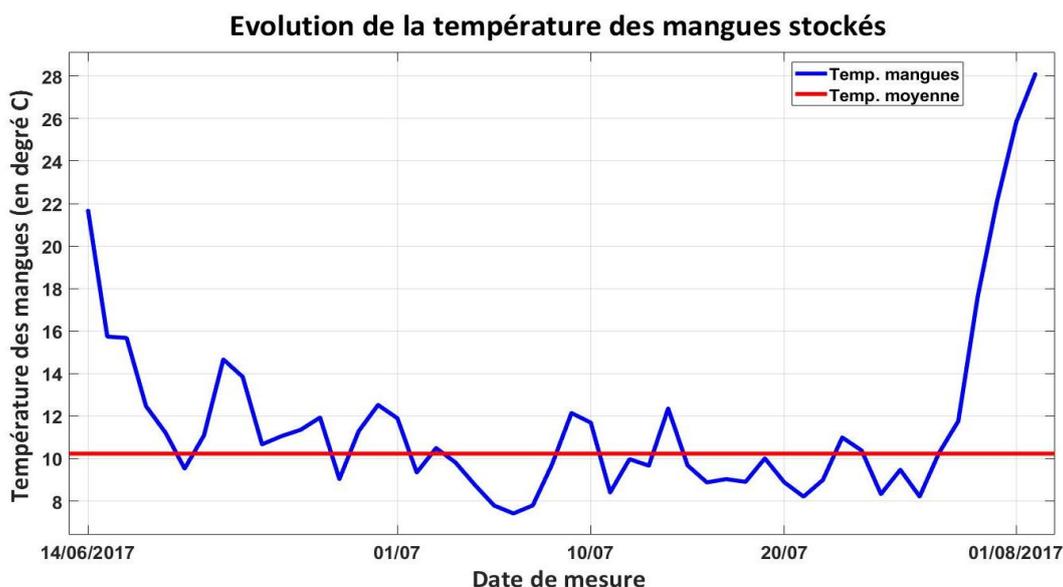


Tableau 4 : Performance du groupe froid durant la phase de conservation

Paramètres réels	Valeur
Puissance frigorifique (kW)	2,8
Puissance électrique (kW)	2
Coefficient de performance frigorifique (COP)	1,4

On remarque dans le **Tableau 4** une valeur de COP relativement basse. Ceci peut être expliqué par le fait que le local technique abritant le groupe compresseur a une température ambiante anormalement élevée.

4. Conclusion

Cette étude portant réalisation d'une chambre froide solaire photovoltaïque pour la conservation des produits agricoles avec application à la mangue a été effectuée sur un dispositif conçu et réalisé au Département Energie (DE) de l'IRSAT/CNRST. Afin d'évaluer le retard de murissement dû au stockage en froid, un échantillon de mangues a été déposé à l'air libre. Cet échantillon a atteint un murissement optimal en 1 semaine de conservation. Rappelons que les mangues stockées dans la chambre froide ont atteint leur murissement optimal en 7 semaines de conservation. Il ressort donc de cette étude que le stockage en froid peut permettre d'augmenter de 6 semaines le temps de murissement des mangues tout en leur permettant de garder une bonne qualité. L'analyse physico-chimique et microbiologique a montré que les mangues ont globalement gardé une bonne qualité jusqu'à la 7^e semaine de conservation. En ce qui concerne le COP du groupe froid la valeur trouvée est relativement basse ; ceci peut être expliqué par le fait que le local technique abritant le groupe compresseur a une température ambiante anormalement élevée. Cependant, au regard de la qualité de l'isolation utilisée, la chambre froide présente de bons profils thermiques pour la conservation des produits agricoles. Cette étude pourrait permettre d'augmenter les revenus des producteurs, et apporter quantitativement des devises à l'économie nationale. Elle pourrait aussi permettre d'augmenter durablement la productivité et fournir en milieu rural ou périurbain des possibilités de conservation des produits agro-alimentaires.

Remerciements

Les auteurs voudraient remercier Dr Hagrétou SAWADOGO/LINGANI, Directeur de Recherche DTA/IRSAT/CNRST, pour avoir gracieusement effectué les analyses physico-chimiques et microbiennes des mangues, et Kassoum YAMBA, chercheur au DE/IRSAT/CNRST pour la vérification des données. Cette étude a été réalisée en partie grâce au soutien du Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO/WAAPP).

Références

- [1] - M. Z. ASSANE, Conférence régionale d'échange sur la dynamique des marchés en Afrique de l'ouest, exemple de l'oignon et du sésame 14, 15, 16 juillet 2009, (2009) 26 p.
- [2] - D. N. BASU, A. GANGULY. *Applied Energy*, Vol. 165, (2016) 308 p.
- [3] - G. KANSKI, B. KOUBALA, L. I. MBOME, *African Journal of Biotechnology*, Vol. 2, N°9 (2003) 301 - 306
- [4] - K. FOGUE, « Technologie de séchage des fruits et légumes ». *CEAS Burkina-Faso*, (1998) 51 p.
- [5] - L. PARROT, « Analyse de la chaîne de valeur mangue au Burkina Faso ». *CIRAD*, mars (2018) 6 p.

- [6] - APROMAB, *Rapport bilan de la campagne 2016 de la commercialisation de la mangue au Burkina Faso*. Bobo Dioulasso (Burkina Faso): [s.n.], (2016)
- [7] - D. LOEILLET, « The European mango market: A promising tropical fruit. », Vol. 49, (1994) 434 - 435
- [8] - A. S. PASSANNET, J. AGHOFACK-NGUEMEZI, D. GATSING « Diversité de variétés, de production et de conservation de mangues au Tchad ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 11, 3 (juin 2017) 1145 - 116
- [9] - H. SAWADOGO-LIGANI, *Journal des Sciences*, Vol. 2, N°1 (2001) 35 - 39
- [10] - M. MASIBO, Q. HE, « Major mango polyphenols and their potential significance to human health. » *Comprehensive Reviews in Food Sci. Food Saf.*, 7(2008) 309 - 318
- [11] - H. KANTE-TRAORE et al., « Procédés de transformation de la mangue et niveau de connaissance des normes de qualité par les unités de production au Burkina Faso ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 11, N°1 (février 2017) 2 p.
- [12] - V. CLEMENT, T. S. W. JAMES, « Postharvest Technologies for Horticultural Crops », Vol. 2, (2009) 25 - 47
- [13] - K. V. VALA, F. SAIYED, D. C. JOSHI, « Evaporative Cooled Storage Structures: An Indian Scenario ». *Jakraya Publications*, Vol. 2, N°3 (septembre 2014) 23 p.
- [14] - M. MOMIN et al., « Geometry-based mass grading of mango fruits using image processing ». *Information Processing in Agriculture*, Vol. 4, N°2 (2017) 150 - 160
- [15] - J. D. KLEIN, S. LURIE, « Heat treatments for improved postharvest quality of horticultural crops ». *HortTechnology*, Vol. 2, N°3 (1992) 316 - 320
- [16] - H. DESMORIEUX, *Le séchage en zone subsaharienne : une analyse technique à partir des réalités géographiques et humaines*.
- [17] - I. J. CHURCH, A. PARSONS, « Modified atmosphere packaging technology: a review. » *J.Sci. Food Agric.*, Vol. 67, (1995) 143 - 152
- [18] - *TECHNIQUE DU FROID COURS DE BASE*, (juillet 2007)
- [19] - S. A. TASSOU, W. XIANG, « « Modeling the Environment within a Wet Air-Cooled Vegetable Store » ». *Journal of Food Engineering*, Vol. 38, (1998) 169 - 187
- [20] - E. LAVILLE, « La protection des fruits tropicaux après récolte », *Tec. & Doc-Lavoisier*, (1994) 190 p.
- [21] - J. BURDON, « Postharvest handling of tropical and subtropical fruit for export ». *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*, (1997)
- [22] - D. K. SALUNKHE, H. R. BOLIN, N. REDDY, *Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables. Volume I. Fresh fruits and vegetables*. [s.l.]: CRC press, ISBN: (1991) 0-8493-5623-7
- [23] - J.-C. PECH, M. BOUZAYEN, A. LATCHE, « Maturation des fruits », (2002)
- [24] - M. A. GOMEZ-LIM, « La Physiologie Post-Récolte dans : Litz, RE. La Mangue Botanique, Production et Utilisations. » *Wallingford : CAB International*, (1997) 425 - 443