

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique**



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie mécanique

Spécialité : Energétique

Thème

**Séchage de la viande cas d'application
(Scincus scincus)**

Devant le jury composé de :

MEGDOUD Soufiane Président
ZOBIRI Oussama Examineur
LAOUINI Abdjalil Encadreur

Présenté par :

- DJANI Tahar
- FETHIZA ALI Said
- ZIANE Yahia

2022-2023



REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont tout premièrement

À « Allah » tout puissant

Pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous

A donné pour terminer ce travail.

*Nous remercions notre encadreur **DR. LAOUINI ABD EL DJALIL***

Pour sa collaboration et pour son orientation avec nous.

Nous adressons nos remerciements à tous les orienteurs,

Tous ceux qui d'une façon ou d'une autre a fait part de leur aide.

Nous exprimons nos remerciements

Aux membres du jury qui ont

Accepté de juger notre travail.

Merci

Dédicace

Nous dédions cet humble travail

A nos chers parents

A nos frères et sœurs

A toute notre famille DJANI. FETHIZA ALI. ZIANE

À mon superviseur DR. LAOUINI Abd jalil

À la famille du département mécanique

A tous nos collègues et amis

A tous ceux qui sacrifient leur temps pour la science et

À tous ceux qui utilisent la science

Pour le bien et la prospérité de l'humanité

الملخص:

تقدم هذه الأطروحة دراسة لتجفيف اللحوم بهدف معرفة تأثير التملح على سرعة تجفيف الحوم وتم تطبيق الدراسة على سمك الرمال.

تشير نتائج تجفيف ثلاث مجموعات من سمك الرمال بتركيزات مختلفة من ملح. حيث كانت العينة التي بها أعلى نسبة من هي الأسرع في تجفيف وقدرت مدة بلوغ المحتوى المائي 0.25 ب 7 ساعات، مما يدل على أن التملح يسرع في عملية تجفيف.

الكلمات المفتاحية: تجفيف اللحوم، سمك الرمال (S. Scincus)، التجفيف الشمسي

Abstract:

This thesis presents a study of meat drying in order to know the effect of salting on the drying speed of meat. The study was applied to sand thickness.

The results of drying three groups of sandfish with different salt concentrations. Whereas, the sample with the highest percentage was the fastest in drying, and the time to reach the water content to the value of 0.25 was estimated at 7 hours, which indicates that salting speeds up the drying process.

Keywords: drying meat, sand fish ((S.scincus), sun drying

Résumé

Cette thèse présente une étude du séchage de la viande afin de connaître l'effet du salage sur la vitesse de séchage de la viande. L'étude a été appliquée poisson des sables.

Les résultats du séchage de trois groupes de poisson des sables avec différentes concentrations de sel. Alors que l'échantillon avec le pourcentage le plus élevé était le plus rapide à sécher, et le temps pour atteindre la teneur en eau à la valeur de 0,25 a été estimé à 7 heures, ce qui indique que le salage accélère le processus de séchage.

Mots-clés : séchage de la viande, poisson des sables ((S.scincus), séchage solier.

Table des matières

Table des matières

REMERCIEMENTS.....

Dédicace

Résumé 4

 Table des matières i

Liste des figuresiii

Liste des tableaux v

Nomenclature vi

 Introduction Général 1

I. Séchage au soleil de produits alimentaires 2

 I.1. Introduction..... 2

 I.2. Importance et intérêt de séchage..... 2

 I.3. Mécanisme de séchage..... 2

 I.4. Technologies actuelles des séchoirs solaires 3

 I.4.1. Technologies de séchoirs solaires basées sur le mouvement de l'air[3] 4

 I.4.2. Technologies de séchoirs solaires basées sur l'exposition des produits au rayonnement solaire[3]..... 5

 I.4.3. Séchoirs solaires mixtes 6

 I.4.4. Séchoirs solaires hybrides 7

 I.5. Améliorations des systèmes de séchage solaire[8] 8

 I.6. Avantages du séchoir solaire[8] 10

 I.7. Limites du séchoir solaire[8] 10

 I.8. Séchage solaire des produits agricoles..... 10

 I.8.1. Qualité des produits séchés au soleil à partir d'études sélectionnées..... 10

 I.9. Conclusion 17

II. Études antérieures sur le séchage de la viande	20
II.1. Introduction	20
II.2. Définition de la viande	20
II.3. Effet du séchage solaire de la viande sur sa valeur nutritionnelle :.....	21
II.4. Études choisies sur le séchage de la viande.....	21
II.4.1. Viande de chameau.....	21
II.4.2. Séchage de bœuf.....	23
II.4.3. Séchage du poisson.....	25
II.5. Conclusion	28
III. Chapitre III : Résultats et discussion.....	29
III.1. Introduction	29
III.2. Préparation des produits	29
III.2.1. Viande	29
III.2.2 Poisson	30
III.3. Matériels.....	31
III.3.1. Scincus scincus.....	31
III.3.2. Séchoir solaire	31
III.3.3. Appareil de mesure de la température.....	32
III.3.4. Balance électrique	33
III.4. Étapes de réalisation des travaux	33
III.5. Résultats et discussions	35
III.5.1. Effet du salage sur le temps de séchage :.....	35
III.6. Conclusion.....	39
Conclusion générale	40
Références	vii

Liste des figures

Liste des figures

Figure I-1: *Classification des séchoirs solaires*[3]. 3

Figure I-2: *séchoir solaire passif indirect* .[4] 4

Figure I-3: *Prototype De Séchoir Solaireactif Indirect* [5]..... 5

Figure I-4: *Séchoir solaire directe (serre) avec tubes d'évacuation supplémentaires*[6] 5

Figure I-5 : *Séchoir solaire indirect à convection naturelle*[7] 6

Figure I-6: *Séchoir solaire mixte*[3] 7

Figure I-7: *Séchoir solaire hybride pour le séchage du bois*[3]. 8

Figure I-8: *Système de séchage solaire utilisant PCM*[8]. 8

Figure I-9: *Système de séchage solaire utilisant le capteur solaire à rainure en V*[8]. 9

Figure I-10: *café séché* 11

Figure I-11: *Le Tamotamo ou curcuma*. [10] 11

Figure I-12: *piment rouge séché*..... 12

Figure I-13: *coriandre séchée*. [13] 12

Figure I-14: *Le grenier (a), les capteurs solaires (b), la pompe à chaleur (c) et l'agitateur à grains (d) utilisés dans le système de démonstration* 13

Figure I-15: *figues sèches* [16]..... 14

Figure I-16: *Tranches de citrons*[17] 14

Figure I-17: *prune sèche*[19] 15

Figure I-18: *Pistaches séchées en coque*[20]..... 16

Figure I-19: *Fèves en cours de séchage*[22] 16

Figure I-20: *feuilles séchées de romarin* 17

Figure II-1: *Plateaux chargés de viande de chameau : (a) avant séchage, (b) après séchage*[24]. 22

Figure II-2: *Tranches de boeuf séchées*..... 24

Figure II-3: <i>Vue en image du séchoir tunnel solaire</i> [28].....	25
Figure II-4: <i>Tête d'anguille séchée</i> [31].....	26
Figure III-1: <i>Scincus scincus</i> (F:Female,M:mal).....	31
Figure III-2: <i>Séchoir solaire</i>	32
Figure III-3: <i>Appareil de mesure de la température</i>	32
Figure III-4: <i>balance électrique</i>	33
Figure III-5: <i>Scincus scincus</i>	33
Figure III-6: <i>Abattage de poissons de sable</i>	33
Figure III-7: <i>Scincus scincus</i> après éviscération.....	34
Figure III-8: <i>échantillons à l'intérieur de la chambre de séchage</i>	34
Figure III-9: <i>perte de mass pour scincus scincus séché sans salinage</i>	36
Figure III-10: <i>parte de mass pour scencus scencus séché avec 10% de salinage</i>	37
Figure III-11: <i>parte de mass pour scencus scencus séché avec 30% de salinage</i>	38
Figure III-12: <i>parte de mass pour défirent salinage de scencus scencus séché</i>	38

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau III-1: *Les valeurs de masse et la température des trois échantillons* 35

Nomenclature

Nomenclature

MCP	Matériau à changement de phase
LHS	Stockage de chaleur latente
W	Watts
UFC	Unité formant colonie
TPC	Total plate count (Nombre total de plaques)
TVB-N	L'azote essentiel volatil total
TMA-N	L'azote triméthylamine
X	Teneur en eau
M_H	Mass humide
M_F	Mass final
M_e	Teneur en humidité équivalente kg/kg de matière sèche

Introduction Général

Introduction Général

Le séchage solaire est l'une des méthodes traditionnelles de conservation des aliments connues de l'homme depuis l'Antiquité. La méthode traditionnelle de conservation des aliments consiste à utiliser la chaleur du soleil pour éliminer l'humidité des fruits, des légumes, de la viande et du poisson. C'est également une méthode d'économie d'énergie. Méthode qui peut prolonger la durée de vie des produits alimentaires et faciliter le processus de stockage et de transport, entre autres. Les raisons qui ont rendu les gens indispensables. La recherche dans le domaine du séchage solaire se poursuit, alors que les chercheurs travaillent à améliorer la qualité des produits séchés en développer des séchoirs et des systèmes qui facilitent leur utilisation par le simple particulier.

La marinade, la congélation et le salage sont des techniques utilisées par les humains pour conserver les aliments. Le salage consiste à enrober la viande ou le poisson de sel, ce qui évacue l'humidité et empêche la croissance de micro-organismes.

Dans ce travail, nous allons sécher le poisson des sables, qui est un organisme riche en nutriments, afin de connaître l'effet du salage sur la vitesse de séchage selon les étapes suivantes :

- ✚ Dans le premier chapitre nous parlerons du séchage des produits alimentaires
- ✚ Dans le deuxième chapitre, nous énumérerons quelques études et recherches dans le domaine du séchage de la viande
- ✚ Le troisième chapitre présentera les résultats du séchage et de l'analyse des poissons de sable.

Chapitre I :
Séchage au soleil de produits
alimentaires

I. Séchage au soleil de produits alimentaires

I.1. Introduction

Le séchage solaire des produits alimentaires est une technique de conservation des aliments qui remonte à des milliers d'années. Cette méthode consiste à exposer des aliments frais à la lumière du soleil pour en extraire l'humidité, réduire leur poids et prolonger leur durée de conservation. Cette méthode est utilisée depuis longtemps dans les régions où le climat est chaud et sec, comme en Afrique et en Asie, pour préserver les fruits, les légumes, les herbes, les viandes et les poissons.

Le séchage solaire est une alternative écologique et économique à d'autres méthodes de conservation des aliments, comme la congélation ou la mise en conserve, qui nécessitent des équipements coûteux et une consommation d'énergie élevée. De plus, le séchage solaire permet de conserver la valeur nutritionnelle et le goût des aliments, tout en réduisant le gaspillage alimentaire.

I.2. Importance et intérêt de séchage

Le séchage constitue l'un des principaux moyens de conservation des denrées alimentaires périssables. En effet, en éliminant l'eau, on inhibe l'action des germes microbiens (levures, moisissures et bactéries) responsables du pourrissement. C'est aussi une étape nécessaire dans la congélation de certains produits, car l'élimination de l'eau diminue leur poids et leur volume. En résumé, le séchage permet[1] :

- D'améliorer la conservation des produits
- De faciliter leur transport
- De réduire les risques de pertes de produits après récolte
- D'élargir la commercialisation de ces produits en les rendant disponibles toute l'année.

I.3. Mécanisme de séchage

Le séchage comprend essentiellement deux processus fondamentaux et simultanés : **La chaleur** est transférée pour évaporer le liquide, et **la masse** est transférée sous forme de liquide ou de vapeur à l'intérieur du solide et sous forme de vapeur à partir de la surface. À l'intérieur du solide et sous forme de vapeur à partir de la surface.

Les facteurs régissant la vitesse de ces processus déterminent la vitesse de séchage. Déterminent la vitesse de séchage.

Les différents sécheurs peuvent utiliser le transfert de chaleur par convection, conduction, radiation, ou une combinaison de ceux-ci. Cependant, dans presque tous les séchoirs solaires et autres sécheurs conventionnels, la chaleur doit d'abord s'écouler vers la surface extérieure, puis vers l'intérieur du solide, à l'exception des sécheurs solaires. À l'intérieur du solide, à l'exception du séchage diélectrique et du séchage par micro-ondes.[2]

I.4. Technologies actuelles des séchoirs solaires

Les séchoirs solaires peuvent être regroupés selon deux aspects principaux (a) le mouvement de l'air à l'intérieur du séchoir, et (b) l'exposition des produits au rayonnement solaire ainsi que les produits hybrides

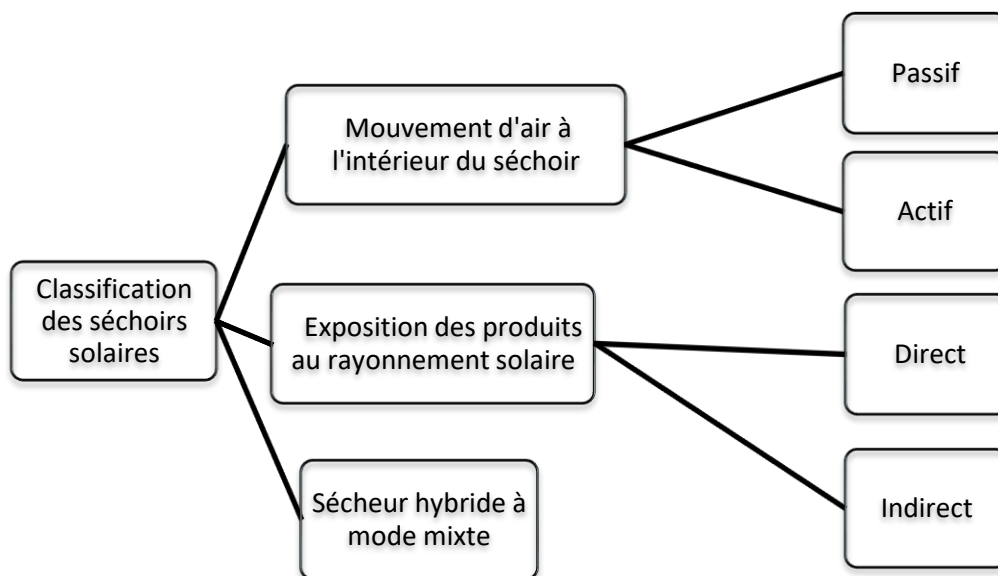


Figure I-1:Classification des séchoirs solaires[3].

I.4.1. Technologies de séchoirs solaires basées sur le mouvement de l'air[3]

1. Séchoirs solaires passifs :

Le séchoir solaire passif est constitué d'une construction simple dans laquelle l'air se déplace naturellement à l'intérieur du séchoir en raison de l'effet de flottabilité.

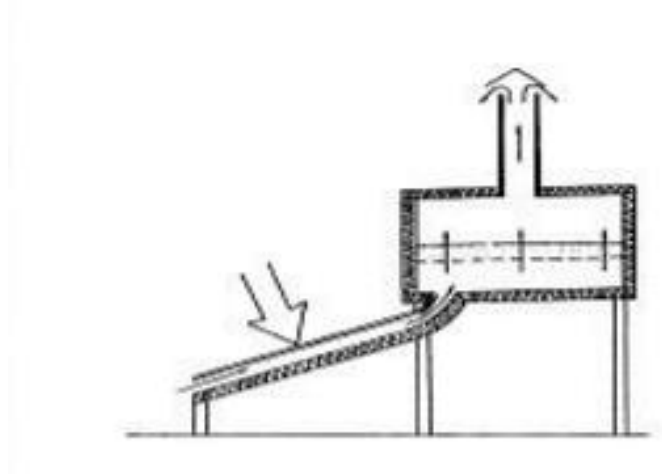


Figure I-2:*séchoir solaire passif indirect .[4]*

2. Séchoirs solaires actifs :

Dans le séchoir solaire actif, un ventilateur ou une soufflante est utilisé pour faciliter la circulation de l'air dans le séchoir et la chambre de séchage, améliorant ainsi le transfert de chaleur vers le produit.

Le ventilateur maintient également le débit d'air requis dans le séchoir et, par conséquent, l'évaporation de l'humidité du produit est plus constante. Plusieurs ventilateurs peuvent être utilisés en fonction de la taille et des besoins du séchoir. L'utilisation d'un ventilateur augmente les coûts d'exploitation spécifiquement pour l'énergie.



Figure I-3: *Prototype De Séchoir Solaireactif Indirect [5]*

I.4.2. Technologies de séchoirs solaires basées sur l'exposition des produits au rayonnement solaire[3]

1) Séchoirs solaires directs

Dans un séchoir solaire direct, le produit à sécher est placé à l'intérieur d'une chambre de séchage et directement exposé au rayonnement solaire. Le produit séché des séchoirs solaires directs peut être de qualité inférieure en raison d'un séchage insuffisant ou d'une surchauffe des cultures due à une exposition directe au soleil.



Figure I-4: *Séchoir solaire directe (serre) avec tubes d'évacuation supplémentaires[6]*

2) Séchoirs solaires indirects

Dans les séchoirs solaires indirects, le rayonnement solaire est incident sur un capteur solaire séparé qui chauffe ensuite l'air à l'intérieur. L'air chauffé se déplace ensuite vers la chambre de séchage pour éliminer l'humidité des produits. La chambre de séchage est constituée d'un matériau opaque ou solide qui empêche l'exposition directe des produits à la lumière du soleil.



Figure I-5 :*Séchoir solaire indirect à convection naturelle*[7]

I.4.3. Séchoirs solaires mixtes

La combinaison des types direct et indirect est faisable et est décrite comme un séchoir solaire à mode mixte. Dans les séchoirs solaires mixtes, les produits sont exposés directement et indirectement au rayonnement solaire.

Comme représenté sur la Fig. (I -6), le séchoir comprend un capteur/absorbeur solaire et une unité de séchage. Le rayonnement solaire est reçu à la fois par le collecteur et l'unité de séchage à travers le verre transparent sur le dessus.

L'air traverse l'absorbeur solaire et se dirige vers l'unité de séchage avant de s'échapper par la sortie située au-dessus de l'unité de séchage par circulation naturelle. Le produit a reçu la chaleur de l'air chauffé provenant du capteur solaire ainsi que la chaleur directe du rayonnement solaire.

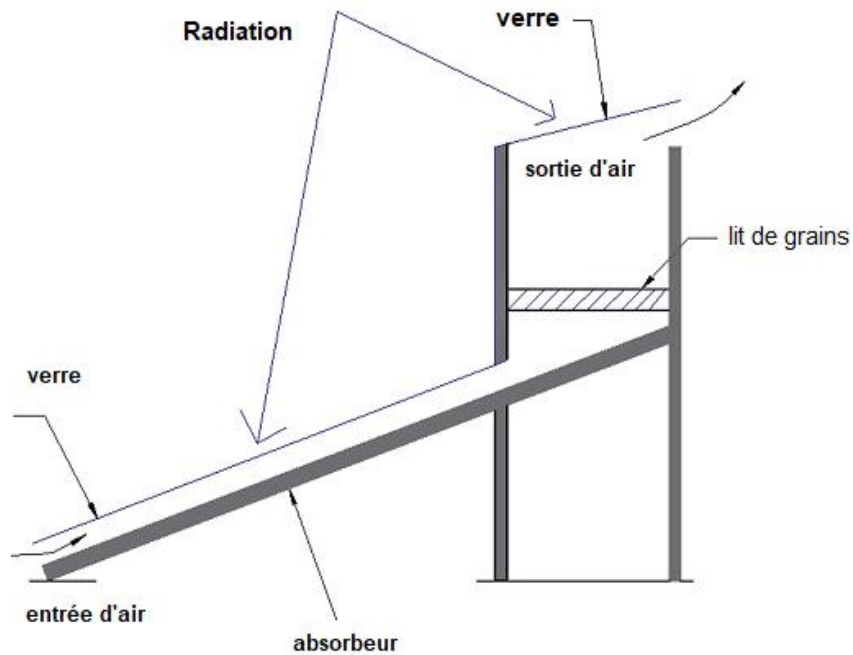


Figure I-6: Séchoir solaire mixte[3]

I.4.4. Séchoirs solaires hybrides

Les séchoirs solaires peuvent également être classés en fonction d'autres facteurs tels que le matériau de construction, la conception de la chambre de séchage et le système auxiliaire. La conception de la construction inclut le type de chambre de séchage, qu'elle soit de type tunnel, de forme parabolique ou autre.

Le séchoir solaire hybride est un type de séchoir solaire qui utilise de l'énergie supplémentaire provenant d'autres sources (c'est-à-dire la biomasse, l'électricité) ou le stockage d'énergie (c'est-à-dire le stockage thermique) pour assister le processus de séchage appelé système auxiliaire.

La figure (I-7) montre un séchoir solaire hybride doté d'un chauffage auxiliaire pour augmenter davantage la température de l'air

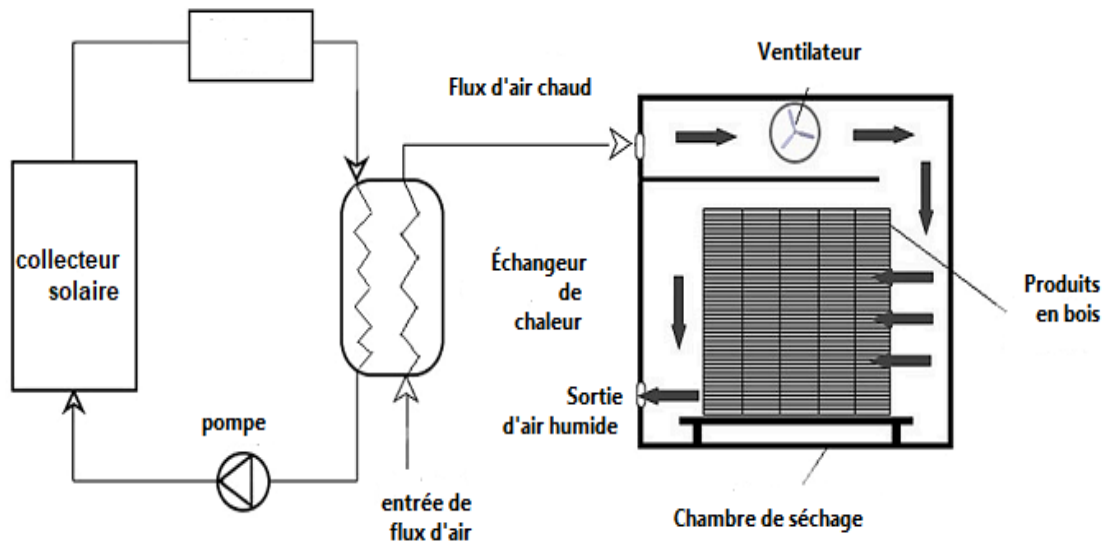


Figure I-7: Séchoir solaire hybride pour le séchage du bois[3].

I.5. Améliorations des systèmes de séchage solaire[8]

❖ Système de séchage solaire utilisant un matériau à changement de phase

Un matériau à changement de phase (MCP) est une substance possédant des propriétés telles qu'une chaleur de fusion élevée (chaleur latente), une fusion et une solidification à une certaine température et capable de stocker et de libérer de grandes quantités d'énergie thermique lors d'un changement de phase. Il est également connu sous le nom d'"unités de stockage de chaleur latente (LHS)"

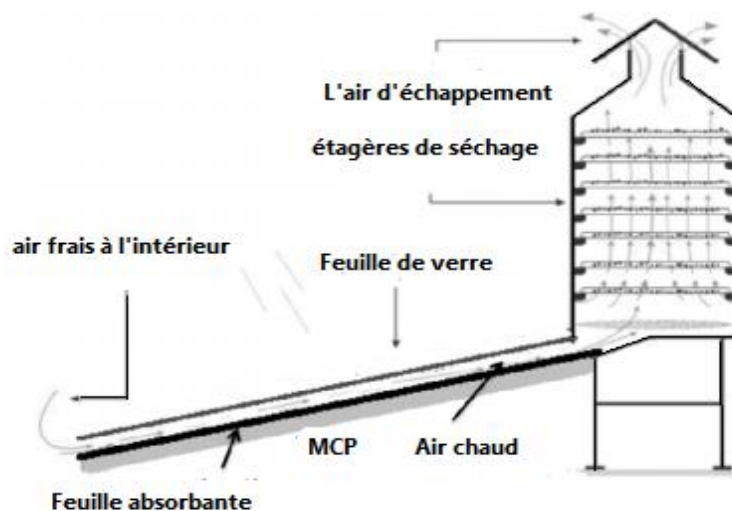


Figure I-8: Système de séchage solaire utilisant PCM[8].

❖ Système de séchage solaire utilisant le capteur solaire à rainure en V

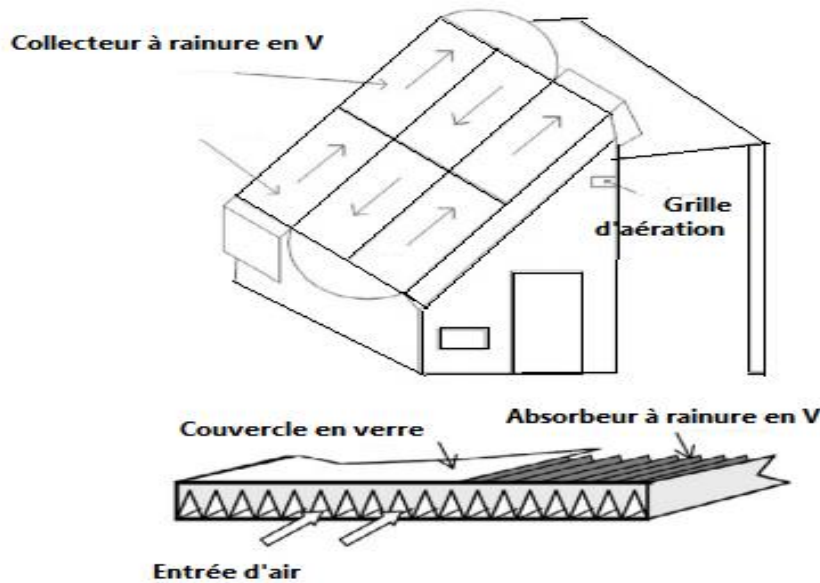


Figure I-9: Système de séchage solaire utilisant le capteur solaire à rainure en V[8].

❖ Capteur solaire à double passage avec ailettes

Dans le capteur solaire à double passage avec système d'ailettes, l'air ambiant passe d'abord sur la surface absorbante noire puis à travers des ailettes qui sont utilisées pour augmenter la surface de transfert de chaleur. De cette manière, la température de l'air peut être augmentée de manière significative pour sécher le produit.

❖ Système de séchoir hybride solaire-électrique actif indirect

Dans le type hybride de séchoir solaire, une source supplémentaire d'air de chauffage est fournie avec un capteur solaire afin que la température globale de l'air de séchage puisse être augmentée. Ce système est également applicable lorsqu'un séchage continu est requis et que le rayonnement solaire n'est pas disponible.

❖ Système de séchage solaire avec pompe à chaleur chimique

Dans le séchoir solaire assisté par pompe à chaleur chimique, la chaleur est générée en introduisant des réactions chimiques exothermiques. Cette chaleur est utilisée pour réchauffer l'air ambiant. Les réactions chimiques en cours dans ce type de système sont généralement de type réversible où l'énergie solaire est utilisée pour régénérer les produits chimiques pour une utilisation ultérieure.

I.6. Avantages du séchoir solaire[8]

- ✓ La température plus élevée, le mouvement de l'air et l'humidité plus faible augmentent la vitesse de séchage.
- ✓ Les aliments sont enfermés dans le séchoir et donc protégés de la poussière, des insectes, des oiseaux et des animaux.
- ✓ La température plus élevée décourage les insectes et la vitesse de séchage plus élevée réduit le risque de détérioration par les micro-organismes.
- ✓ La vitesse de séchage plus élevée permet également d'augmenter le débit des aliments et de réduire la surface de séchage (environ un tiers).
- ✓ Les séchoirs étant étanches, il n'est pas nécessaire de déplacer les aliments en cas de pluie.
- ✓ Les séchoirs peuvent être construits à partir de matériaux disponibles localement et sont relativement peu coûteux.

I.7. Limites du séchoir solaire[8]

- ☒ Il ne peut être utilisé que pendant la journée, lorsque la quantité d'énergie solaire est suffisante.
- ☒ L'énergie solaire est présente.
- ☒ Manque de personnel qualifié pour le fonctionnement et l'entretien.
- ☒ Efficacité moindre par rapport aux séchoirs modernes.
- ☒ Un système de chauffage d'appoint est nécessaire pour les produits nécessitant un séchage continu.

I.8. Séchage solaire des produits agricoles**I.8.1. Qualité des produits séchés au soleil à partir d'études sélectionnées****▪ Café**

Dans une étude menée par A Fudholi et al., utilisant Un séchoir solaire équipé d'un capteur solaire à air noir a été utilisé, et les résultats de séchage étaient les suivants

- Les grains de café sont séchés plus rapidement dans le séchoir solaire, avec une qualité acceptable et sans défauts graves.

Aucun champignon formant de l'OTA (Ochratoxine) n'a été trouvé dans l'échantillon séché au soleil.[9]



Figure I-10:*café séché*

▪ **Curcuma**

Dans une étude menée par Prasad, Jaishree, et al., utilisant un Séchoir solaire biomasse les résultats étaient les suivants :

1. Les rhizomes de curcuma séchés résultent du séchage solaire par deux traitements différents, à savoir. L'ébullition de l'eau et le tranchage se sont avérés similaires en termes d'apparence physique.
2. L'échantillon ouvert séché au soleil contient moins d'huile volatile.



Figure I-11:*Le Tamotamo ou curcuma.[10]*

▪ **Piment**

Dans une étude menée par Abdul Jalil et la utilisant un séchoir de type indirect à l'aide d'un condenseur parabolique, le temps nécessaire au séchage du poivron rouge était de cinq heures, la teneur en humidité atteignant 10%. Selon les résultats obtenus, l'unité de séchage intégrée peut apporter une contribution significative à

Réaliser un séchoir solaire efficace à grande échelle à l'avenir.

- Cependant, il est à noter que le séchoir solaire à concentrateur parabolique nécessite des recherches supplémentaires L'effet de tous les facteurs affectant les applications industrielles pratiques de l'agriculture produits.[11]



Figure I-12: *piment rouge séché.*

- **Coriandre sauvage**

Dans une étude menée par JAN BANOUT al., utilisant dans le séchoir solaire à armoire directe et le séchoir solaire à armoire indirecte, les résultats sont les suivants

Le pourcentage le plus élevé de rétention de couleur naturelle sans brunissement a été observé dans les échantillons utilisant un séchoir solaire indirect.

L'huile essentielle des échantillons séchés au soleil indirect a une composition plus proche de celle obtenue à partir de produits frais ou séchés au four.[12]



Figure I-13: *coriandre séchée.*[13]

▪ Maïs

Dans une étude menée par Y. L et al., utilisant un Pompe à chaleur à assistance solaire dans le séchoir de magasin, les résultats étaient les suivants :

- Pour réduire la teneur en humidité du maïs de 16,6 % à 14,5 % (wb), le temps de séchage écoulé était de 240 heures.
- La consommation électrique par tonne de grain pour réduire la teneur en humidité de 1 % était de 1,24 kWh et la valeur était bien inférieure à la norme officielle (2,0 kWh)[14]



Figure I-14: *Le grenier (a), les capteurs solaires (b), la pompe à chaleur (c) et l'agitateur à grains (d) utilisés dans le système de démonstration*

▪ Raisins et figues

Dans une étude menée par Gallali et al., utilisant un Séchoirs solaires indirects et directs les résultats étaient les suivants :

1. La teneur en vitamine C des fruits séchés au soleil était faible en raison de l'oxydation, en particulier lorsque les échantillons étaient soit trop mûrs, soit sulfuriques.
2. La couleur des raisins séchés au soleil a montré une acceptation élevée par rapport à l'échantillon naturel séché (acceptation moyenne).
3. La texture et la couleur des figues séchées à l'aide de séchoirs solaires mixtes ont montré une meilleure acceptabilité que les échantillons séchés au soleil[15]



Figure I-15: *figues sèches [16].*

▪ **Tranches de citrons**

Dans une étude menée par Chen et al., utilisant un Séchoir solaire associé au Module PV les résultats étaient les suivants :

- Des échantillons de citrons séchés de couleur vive ont été observés sous séchage solaire complémentaire en utilisant une augmentation progressive de la température (36°C-52°C).
- Un moindre brunissement a été observé dans les échantillons séchés au soleil par rapport à l'échantillon séché à l'air chaud à 60°C.[8]



Figure I-16: *Tranches de citrons[17]*

▪ **Pruneaux**

Dans une étude menée par Tarhan utilisant un Séchoir à effet de serre les résultats étaient les suivants :

1. Séchage solaire et en plein soleil de prunes prétraitées par une combinaison de 1% d'hydroxyde de potassium et 60°C température de trempage ou par combinaison de 1 % d'hydroxyde de sodium et d'une température de trempage à 60 °C a entraîné des valeurs relativement plus élevées de rougeur et de jaunissement par rapport au séchage à l'air chaud.
- L'effet combiné du rayonnement solaire et de ces combinaisons de prétraitement a réduit la couleur foncée des prunes pendant le séchage solaire et le séchage au soleil ouvert[18]



Figure I-17:prune sèche[19]

- **Pistaches**

Dans une étude menée par Ghazanfari et al. Utilisant un Séchoir solaire direct les résultats étaient les suivants :

1. Les échantillons séchés au soleil et au soleil ont montré un goût splendide par rapport à l'échantillon séché à l'air chaud.
2. Aucune aflatoxine n'a été trouvée dans les pistaches séchées au soleil et au soleil



Figure I-18: Pistaches séchées en coque[20].

- **Fèves de cacao**

Dans une étude menée par R Abdul Rahman utilisant un Séchoir solaire direct les résultats étaient les suivants :

- a. L'évaluation globale de la qualité (saveur, acidité, indice de fermentation, aspect et odeur) a indiqué que le chargement de 20 kg de fèves de cacao est optimal.
- b. A cette charge, le temps de séchage était plus court et cela réduit le risque de développement de putréfaction dans les fèves en raison de conditions météorologiques défavorables[21]



Figure I-19:Fèves en cours de séchage[22]

- **Henné, Romarin, Marjolaine et Moghat**

Dans une étude menée par Hassanain utilisant un Séchoir solaire transpiré non émaillé

Les résultats étaient les suivants :

- a. Les huiles obtenues à partir de plantes médicinales séchées dans le séchoir solaire étaient en quantité plus élevée par rapport aux méthodes de séchage traditionnelles.
- b. Des scores de test plus élevés pour la sensation ont été obtenus pour les plantes séchées au soleil (marjolaine, moghat et romarin) en termes de couleur, d'odeur et de goût[23]



Figure I-20: *feuilles séchées de romarin*

I.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le concept de séchage solaire, les principaux types de séchoirs solaires et les dernières technologies modernes en matière de séchage solaire. A la fin de ce chapitre, nous avons présenté quelques résultats pour le séchage des résultats agricoles.

Chapitre II :

**Études antérieures sur le
séchage de la viande**

II. Études antérieures sur le séchage de la viande

II.1. Introduction

Le séchage solaire de la viande est une méthode traditionnelle de conservation des aliments utilisée depuis des siècles dans de nombreuses régions du monde. Ce processus implique l'utilisation de l'énergie du soleil pour sécher la viande, ce qui aide à éliminer l'humidité et à prévenir la croissance de bactéries et d'autres micro-organismes susceptibles de la détériorer. Cette méthode est particulièrement importante dans les zones où la réfrigération ou d'autres techniques de conservation modernes ne sont pas facilement disponibles ou abordables.

Le séchage solaire de la viande présente plusieurs avantages par rapport aux autres méthodes de conservation. C'est une technique naturelle et respectueuse de l'environnement qui ne nécessite aucun produit chimique ou additif artificiel. Il aide également à conserver la valeur nutritionnelle de la viande, car il n'implique pas de températures élevées qui peuvent détruire les vitamines et autres nutriments essentiels. De plus, la viande séchée au soleil a une saveur et une texture uniques qui sont très appréciées dans de nombreuses cultures.

Dans l'ensemble, le séchage solaire de la viande est une technique importante qui a contribué à assurer la sécurité alimentaire et à réduire les déchets dans de nombreuses régions du monde. Alors que l'intérêt pour les méthodes de conservation des aliments durables et traditionnelles continue de croître, le séchage solaire de la viande restera probablement une partie importante de notre patrimoine culinaire.

Au cours de ce chapitre, nous présenterons quelques études antérieures dans le domaine du séchage de la viande à l'aide de l'énergie solaire.

II.2. Définition de la viande

On appelle « viande » la chair des animaux dont on a coutume de se nourrir, incluant la chair des mammifères, des oiseaux et quelque fois des poissons. Selon l'organisation mondiale de la santé animale, la viande désigne toutes les parties comestibles d'un animal et considère le mot « animal », dans ce contexte « tout mammifère ou oiseau ». Il existe aussi des viandes plus « exotiques » issues de muscles d'animaux comme L'autruche, le bison, le zébu ou encore le crocodile, le

kangourou et le lézard. Chaque région du monde possède ses spécificités en la matière.[12]

II.3. Effet du séchage solaire de la viande sur sa valeur nutritionnelle :

Le séchage solaire de la viande peut affecter sa valeur nutritionnelle de plusieurs manières. Premièrement, le processus de séchage élimine l'humidité de la viande, ce qui peut entraîner une concentration de certains nutriments. Par exemple, la teneur en protéines de la viande séchée au soleil peut être supérieure à celle de la viande fraîche, car un pourcentage plus élevé du poids de la viande séchée est constitué de protéines. De même, la teneur en vitamines et en minéraux de la viande séchée au soleil peut être plus élevée par gramme, car l'élimination de l'eau signifie que ces nutriments sont plus concentrés.

Cependant, le séchage solaire de la viande peut également entraîner la perte de certains nutriments. Par exemple, certaines vitamines et certains minéraux sont sensibles à la chaleur et peuvent être détruits lors du processus de séchage. De plus, plus la viande est exposée longtemps au soleil, plus elle peut subir des réactions oxydatives pouvant entraîner la perte de certains nutriments.

Cela dit, l'impact du séchage solaire sur la valeur nutritionnelle de la viande peut varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment le type de viande séchée, le processus de séchage utilisé et la durée du séchage. En général, le séchage solaire de la viande est considéré comme une méthode de conservation relativement douce qui peut aider à conserver de nombreux avantages nutritionnels de la viande, en particulier par rapport à d'autres méthodes de conservation qui utilisent une chaleur élevée ou des produits chimiques.

II.4. Études choisies sur le séchage de la viande

II.4.1. Viande de chameau

Selon Wafa Braham Chaouch et al (2018) " Experimental investigation of an active direct and indirect solar dryer with sensible heat storage for camel meat drying in Saharan environment" dans une revue Solar Energy. Les auteurs ont constaté que le séchage était plus rapide en juillet qu'en novembre. Ils ont testé plusieurs modèles

mathématiques pour décrire le meilleur comportement de séchage des steaks de chameau en termes de paramètres statistiques.

Ils ont trouvé que le modèle logarithmique et le modèle Midilli-Kucruk étaient les plus adaptés, respectivement, pour les expériences de juillet et de novembre.

L'efficacité moyenne du séchage indirect pendant la période diurne était de 18,34 % en juillet et de 15,52 % en novembre. Les rendements de séchage direct étaient en moyenne de 10,35 % et 7,88 %, respectivement, en juillet et en novembre.

Afin de maintenir le taux de protéines dans la viande de chameau séchée, le salage qui empêche la pourriture, les produits carnés sont généralement prétraités avant que le séchage ne soit évité. Un suivi microbiologique et physico-chimique a été effectué pour garantir la qualité finale du produit séché. Les résultats obtenus, comparés aux échantillons ouverts séchés au soleil, étaient satisfaisants selon les normes imposées par la législation algérienne[24].

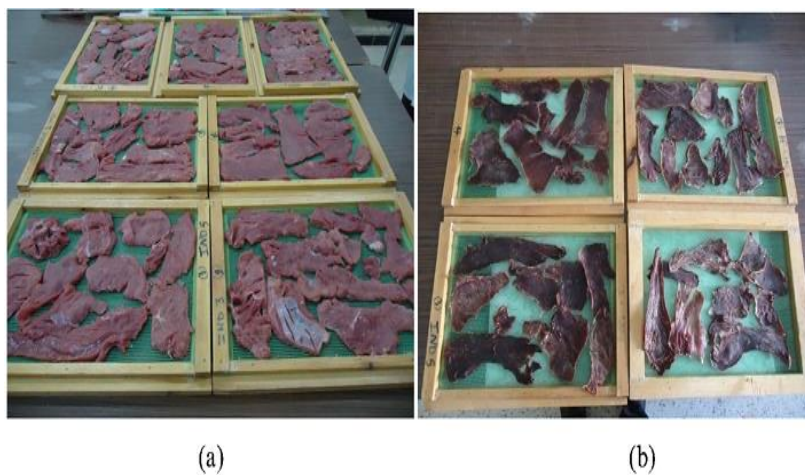


Figure II-1: Plateaux chargés de viande de chameau : (a) avant séchage, (b) après séchage[24].

Selon Rahmani Y et Khama R (2022) " study the effect of sun and microwave drying on quality of camel meat (camelus dromedarius) slices " Les chercheurs ont découvert que les résultats des échantillons séchés au soleil sont meilleurs que ceux séchés au micro-ondes, bien que le processus de séchage par micro-ondes soit plus rapide.

Les résultats ont montré que les échantillons séchés au soleil sont meilleurs. En fait, le séchage au soleil montre un taux de retrait de $43,63 \pm 0,37$ % contre $56,75 \pm 0,36$ % à 180 W et $57,65 \pm 0,32$ % à 270 W pour le séchage par micro-ondes, avec des différences de couleur

globales de $20,59 \pm 0,48$ contre $24,63 \pm 0,73$ à 180 W et $23,10 \pm 0,70$ à 270 watts pour le séchage aux micro-ondes. La teneur en protéines augmente significativement après séchage au soleil ($49,44 \pm 0,21$) et séchage aux micro-ondes ($45,30 \pm 0,02$ % à 180 W et $40,64 \pm 0,64$ % à 0,01 à 270 watts). [25]

Les résultats ont également montré une conservation des lipides de 84,13 % lors du séchage au soleil et une augmentation de la teneur en eau dans les deux procédés de séchage de $1,123 \pm 0,009$ à : (1) $4,235 \pm 0,015$ à 180 W et $4,266 \pm 0,037$ à 280 W, en séchage micro-ondes ; (2) $3,903 \pm 0,07$ pendant le séchage au soleil.

II.4.2. Séchage de bœuf

- 1) Selon Tom. A (2015). " CONTRIBUTION AU SÉCHAGE SOLAIRE DES PRODUITS CARNÉS : MODÉLISATION ET RÉALISATION D'UN SÉCHOIR ADAPTÉ AUX PAYS TROPICAUX."

Les chercheurs ont conclu qu'il était possible de comprendre le comportement de la viande pendant le séchage est à l'échelle du produit et à l'échelle du processus. Modèle Le développement et la validation du séchage solaire de la viande bovine dans un contexte spécifique Tropical, utilisant un séchoir solaire adapté à ce contexte, sera utile pour concevoir Séchoirs solaires pour produits carnés, en particulier dans les pays tropicaux.

Analyses Des études microbiologiques ont permis d'évaluer l'effet du séchage solaire, en particulier Rayonnement solaire, sur la qualité de la viande et pour corrélérer la qualité du produit et paramètres de contrôle de processus.[26]

- 2) Dans une étude menée par (Nguyen, 2014) pour sécher le bœuf par séchage à l'air chaud à des températures retardées Il a été noté que l'humidité relative est passée de 75% à 36,7 %, et les résultats ont montré que le séchage à l'air du bœuf à Une température de 70 C et une durée de 8 heures est du meilleur genre Séchage, car la couleur de la viande de boeuf était claire telle qu'elle l'accepte consommateur.[27]



Figure II-2: *Tranches de boeuf séchées*

- 3) Selon Eunice A. Mewa et al (2019)" Experimental évaluation of beef drying kinetics in a Solar tunnel dryer" dans une revue Renewable Energy. Les auteurs ont découvert qu'un séchoir tunnel solaire (type Hohenheim) peut être utilisé pour sécher efficacement la viande bovine dans les conditions climatiques du comté d'Isiolo au Kenya. La teneur en humidité peut être réduite entre 2,32 et 9,56 % (dwb) en 11 heures de séchage au tunnel solaire contre 24,76 % (dwb) dans un échantillon identique en utilisant la méthode conventionnelle de séchage au soleil. Tous les processus de séchage du bœuf se déroulent pendant la période de ralentissement. Le modèle de page décrit avec justesse le comportement de séchage solaire du bœuf dans un séchoir tunnel solaire. Les valeurs de diffusion effective de l'humidité des échantillons de bœuf séché en tunnel solaire variaient de 2,282 à 2,536 $\times 10^{-10} m^2/s$ ce qui est supérieur à celui des échantillons séchés en plein soleil [28].



Figure II-3: *Vue en image du séchoir tunnel solaire[28].*

- 4) Selon Ahmat Tom et al (2021)" Drying kinetics of beef meat: Modeling by the isenthalpe mass flux method " dans une revue Food Process Eng. Ils ont trouvé sept conditions de séchage similaires à celles des procédés de séchage tropicaux, combinant trois valeurs de température (40, 50 et 60 °C), trois valeurs de vitesse de l'air (0,33, 0,66 et 1 m/s) et trois valeurs relatives. Valeurs d'humidité (25, 50 et 65%).[29]

II.4.3. Séchage du poisson

- Selon M. A. Basunia .et al (2011)" Drying of Fish Sardines in Oman Using Solar Tunnel Dryers" Les chercheurs ont conçu, construit et évalué les performances d'un tunnel de séchage solaire pour le séchage du poisson. Là où le test a été effectué sur 51,5 kg de sardines fraîches avec une teneur en humidité initiale de 65,5 %, ils ont donc pu sécher le poisson à une teneur en humidité finale moyenne de 15,5 en une période de trois jours. Il a été possible d'atteindre le niveau de teneur en humidité pour un stockage sûr en aussi peu que trois jours (30 heures) en utilisant le séchoir tunnel solaire et 7 jours à l'extérieur pour le séchage naturel au soleil. L'amélioration de la qualité du poisson en termes de couleur, de brillance, de saveur, de goût et de valeur nutritionnelle a été clairement reconnue[30]

- Salon Nur Faizah Abu Bakar et la (2015)" Comparison of Selected Metals Content in Cambodian Striped Snakehead Fish (*Channa striata*) Using Solar Drying System and Open Sun Drying".

Les chercheurs ont découvert que différentes méthodes de séchage du poisson à tête de serpent peuvent affecter son contenu. Ils recommandent d'utiliser le système de séchage solaire comme alternative au séchage à l'air libre pour une alimentation plus saine et des temps de stockage plus longs pour le poisson à tête de serpent. Le poisson séché au soleil contient plus de nutriments que le séchage traditionnel à l'air libre



Figure II-4: Tête d'anguille séchée[31]

- Abraha, B.et al (2017)" A Comparative Study on Quality of Dried Anchovy (*Stelophorus heterolobus*) Using Open Sun Rack and Solar Tent Drying Methods" Une grille solaire ouverte et un séchoir solaire ont été évalués pour l'efficacité de séchage afin d'évaluer la qualité de *Stelophorus heterolobus*. La température moyenne la plus élevée dans le séchoir à tente solaire s'est avérée être de 450 °C, avec une humidité relative de 42 %, tandis que dans les séchoirs ouverts au soleil, elle était de 350 °C, avec une humidité relative de 47 % à une vitesse de l'air de 1,8 mètre par seconde. L'humidité moyenne, les protéines brutes, les matières grasses totales, les acides gras libres, le peroxyde, la teneur totale en azote essentiel volatil et les cendres pour les produits séchés sous tente solaire étaient de 7,5 %, 79,32 %, 3,74 %, 0,50 %, 14,66 %, 19,65 % et 9,90 % . , et les racks ouverts au soleil étaient respectivement de 7,7 %, 75,32 %, 3,20 %, 0,54 %, 13,66 %, 21,80 % et 9,20 %. La numération totale sur plaque (TPC) est de 3,2 x 10³

UFC/g et $5,7 \times 10^3$ ufc/g a été trouvé respectivement dans le niveau moyen des séchoirs solaires à tente et à crémaillère solaires ouverts. La qualité des produits de la pêche séchés dans le séchoir à tente solaire était supérieure à ceux séchés au soleil. Le séchage du poisson dans une tente de séchage solaire ne prenait que trois jours par rapport aux produits à base de poisson séché qui mettaient cinq jours à sécher.[32]

Selon Nasreen S. et al (2021)" A Review on Solar Drying of Fish "dans une Journal of Agricultural and Marine Sciences Où les auteurs ont fait un travail de synthèse sur le séchage solaire du poisson, et en ont extrait :[33]

- 1) Le séchage au soleil à l'air libre est la technique de conservation la plus courante pour les produits alimentaires,
- 2) Les inconvénients du séchage au soleil à l'air libre peuvent être surmontés en mettant en œuvre d'autres techniques de séchage solaire telles que les séchoirs à tunnel sous serre,
- 3) Les séchoirs solaires ont un temps de séchage plus court et un taux de séchage plus élevé, et pour améliorer les propriétés physiques du poisson séché,
- 4) Plusieurs modèles de régression ont été utilisés pour mieux comprendre les processus de séchage,
- 5) Le poisson a une très bonne valeur nutritionnelle en raison de la grande quantité de protéines, de matières grasses et teneur en cendres, et certaines propriétés, telles que le pH, l'activité de l'eau, la charge microbienne, l'azote essentiel volatil total (TVB-N), l'azote triméthylamine (TMA-N) et les analyses d'autolyse enzymatique, utilisées pour Évaluer la qualité du poisson séché pour obtenir une durée de conservation plus longue

Selon P.V. Alfiya et al (2022)" Quality evaluation of solar and microwave dried shrimps – A comparative study on renewable and dielectric heating methods".

Des analyses chimiques biochimiques et microbiologiques des crevettes séchées ont été trouvées à la fois sous séchage solaire et pylores à l'intérieur des frontières sûres. L'analyse économique des crevettes séchées avec des crevettes solaires et micro-ondes a montré que le séchage de l'énergie solaire est plus bref que le séchage du micro-ondes pour produire des crevettes séchées[34].

Selon Jigar K. Andharia et al (2022)" Performance évaluation of a mixed-mode Solar thermal dryer with black pebble-based sensible Heat storage for drying marine products".

Les chercheurs ont découvert que l'utilisation du sèche-linge solaire est mélangée avec un matériau de stockage d'énergie thermique à base de gravier noir à partir d'échantillons séchés traditionnels. Les valeurs globales des matériaux de vol de base tels que l'azote (TVB-N) et le reméthyle amin (TMA-N) des crevettes séchées $20,65 \pm 2,39$ et $13,65 \pm 2,10$ mg / 100 g respectent les zones côtières en raison de l'écoulement élevé et de la qualité de le produit séché dans le sèche-linge utilisé pour étudier.[35]

II.5. Conclusion

Le séchage au soleil est un moyen traditionnel et efficace de conserver la viande qui non seulement contribue à prolonger sa durée de conservation, mais crée également une saveur distinctive et délicieuse. Ceci est évident à travers ce chapitre, dans lequel nous avons abordé le concept scientifique de la viande et l'effet de séchage solaire sur la viande et une étude précédente dans le domaine du séchage de la viande et du poisson où les études visaient à développer et à améliorer les séchoirs solaires afin de fournir un meilleur produit que la viande séchée, moins de temps et une bonne valeur nutritionnelle.

Chapitre III :

Résultats et discussion

III. Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Introduction

Le poisson de sable est largement consommé dans le sud-est algérien pour ses propriétés gustatives et nutritionnelles. De nombreuses études portent sur la qualité nutritionnelle ou la qualité sensorielle des produits carnés transformés, mais des études complémentaires intégrant les deux versants sont nécessaires.

La combinaison de différentes méthodes de transformation et de conservation se traduit par de meilleurs résultats de qualité organoleptique ; différentes techniques sont nécessaires, afin de ne pas compromettre la valeur nutritionnelle de la viande. Dans ce chapitre, nous évaluerons l'effet des méthodes de séchage au soleil sur la qualité nutritionnelle du poisson de sable.

III.2. Préparation des produits

III.2.1. Viande

A. Les étapes de préparation conseillées

1) Découpage de la viande au choix :

- En morceaux cubiques de 2 à 3 cm de côté
- En lanières fines de 1 à 1,5 cm d'épaisseur

2) Mettre directement dans le séchoir, un prétraitement préalable est possible :

- Fumage et/ou salage
- Trempage pendant 1 minute dans une solution saline saturée à ébullition

B. Paramètres de séchage

- ❖ Teneur en eau initiale 75%
- ❖ Teneur en eau finale recommandée 30%
- ❖ Température maximale 50 à 60°C

C. Conservation quelques mois

1. Conseils pour la consommation

- -Nettoyer la viande avec de l'eau si nécessaire.
- Laisser tremper à froid ou à chaud.
- -Laisser mijoter. La viande peut être dorée à la poêle auparavant.

D. Observations

1. La viande est un produit assez difficile à sécher car elle est facilement altérable par les micro-organismes.
2. Éviter les viandes jeunes qui donnent un produit séché de qualité médiocre. Les viandes vieilles sont plus dures après séchage et plus faciles à conserver.
3. Préférer des viandes maigres et enlever la graisse quand c'est possible afin de limiter Le rancissement de la Viande après séchage.
4. Le choix du salage, du fumage dépend fortement des goûts et des habitudes culinaires des consommateurs.

III.2.2. Poisson**A. Les étapes de préparation conseillées**

1. Evidage du poisson
2. Lavage
3. Découpage en fonction de la grosseur du poisson :
 - En dessous de 500 g, le poisson peut être laissé entier surtout s'il est maigre
 - Au-delà, on le coupe une ou plusieurs fois dans le sens de la longueur
4. Mettre directement dans le séchoir, un prétraitement préalable est possible :
 - Fumage et/ou salage

B. Paramètres de séchage

- Teneur en eau initiale 75%
- Teneur en eau finale recommandée 25-30%
- Température maximale 55°C
- Rapport de séchage 1/3 ou 1/4
- Critère de fin de séchage Les morceaux de poisson ne doivent pas se plier facilement

A. Conservation quelques mois**1) Conseils pour la consommation**

- Nettoyer le poisson à l'eau chaude.
- Laisser mijoter. Le poisson peut être frit à la poêle auparavant.

B. Observations

1. Le poisson est un produit très difficile à sécher car il est très altérable : c'est un produit très favorable au développement des microbes, qui a tendance à rancir facilement.
2. Les poissons gras sont moins aptes au séchage car ils rancissent très vite
3. Le choix du salage, du fumage ou du sucrage dépend fortement des goûts et des habitudes culinaires des consommateurs.
4. En général, la fermentation est recherchée pour le goût particulier qu'elle procure*

III.3. Matériels

III.3.1. *Scincus scincus*

Le lézard, *Scincus*, est une espèce de la famille de Scincidae vivant dans les déserts Sablonneux d'Afrique du Nord et le Moyen-Orient. Son environnement est caractérisé par une extrême aridité, de fortes oscillations de température et, en particulier, hautes températures diurnes.[36]



Figure III-1: *Scincus scincus* (F: Female, M: male)

III.3.2. Séchoir solaire

Il s'agit d'un sécheur indirect qui se compose d'un capteur solaire et d'une chambre de séchage qui fournit une condition d'isolation thermique afin de fournir les meilleures conditions de séchage et de mesure.



Figure III-2: *Séchoir solaire*

III.3.3. Appareil de mesure de la température

Nous avons utilisé "Température Recorder BTM-4208SD" Il s'agit d'un enregistreur de température à 12 canaux et il utilise une carte SD pour enregistrer des données avec des informations temporelles (année, mois, date, minute, seconde) dans la mémoire SD.

Il peut être téléchargé sur Excel, aucun supplément n'est nécessaire. L'utilisateur peut effectuer lui-même d'autres analyses de données ou graphiques. Il dispose d'un capteur thermocouple de type K.



Figure III-3: *Appareil de mesure de la température*

III.3.4. Balance électrique



Figure III-4:*balance électrique*

III.4. Étapes de réalisation des travaux

- Attraper le *Scincus scincus*, qui commence à apparaître au mois d'avril.



Figure III-5:*Scincus scincus*

- Les étapes de préparation des échantillons

La tuerie des Scinques se fait au niveau du laboratoire.



Figure III-6:*Abattage de poissons de sable*

et on la vé les Scinque par l'eau de robinet. Les spécimens éviscérés et lavés ont été divisés en trio groupes.



Figure III-7: *Scincus scincus* après éviscération

Nous mettons deux groupes d'échantillons dans une solution saline de différentes concentrations, puis nous les plaçons à l'intérieur de la chambre de séchage.



Figure III-8: échantillons à l'intérieur de la chambre de séchage

III.5. Résultats et discussions

III.5.1. Effet du salage sur le temps de séchage :

On surveille l'évolution de la masse de l'échantillon en le pesant dans chaque moitié de son placement à l'intérieur de la chambre de séchage, les résultats obtenus sont écrits.

Tableau III-1: Les valeurs de masse et la température des trois échantillons

Temps [Min]	Poids [kg]			Température [°C]		
	Traitement 30%	Traitement 10%	Traitement 00%	D'entrée	De produit	De sortie
0	23,92	27,99	24,87	57,01	51,90	50,40
20	22,78	26,53	23,62	64,07	55,3	51,4
50	20,40	24,08	22,13	69,06	60,02	58,01
80	19,22	23,19	20,74	74,09	64,02	61,07
110	18,24	22,43	19,79	76,09	67,01	60,01
140	17,14	21,39	18,98	80,01	71,02	63,09
170	16,23	20,58	18,27	81,00	70,02	67,08
200	15,50	19,80	17,59	79,02	67,02	66,03
230	14,71	19,05	16,92	78,01	71,03	62,03
260	14,03	18,30	16,11	74,00	65,03	60,03
320	13,08	17,16	15,00	63,05	58,07	53,06
380	12,55	16,44	14,28	49,02	48,01	46,01

440	12,28	16,10	13,95	58,05	49,01	46,07
500	11,67	15,30	13,20	69,03	53,08	33,05
560		14,45	12,49	70,06	61,08	34,07

➤ Après avoir utilisé la relation de teneur en eau (Eq III-1)

$$X = \frac{M_e}{M_e - M_s} = \frac{M_H - M_F}{M_F} \tag{Eq III-1}$$

X : teneur en eau

M_H : mass humid on kg

M_F : mass final on kg

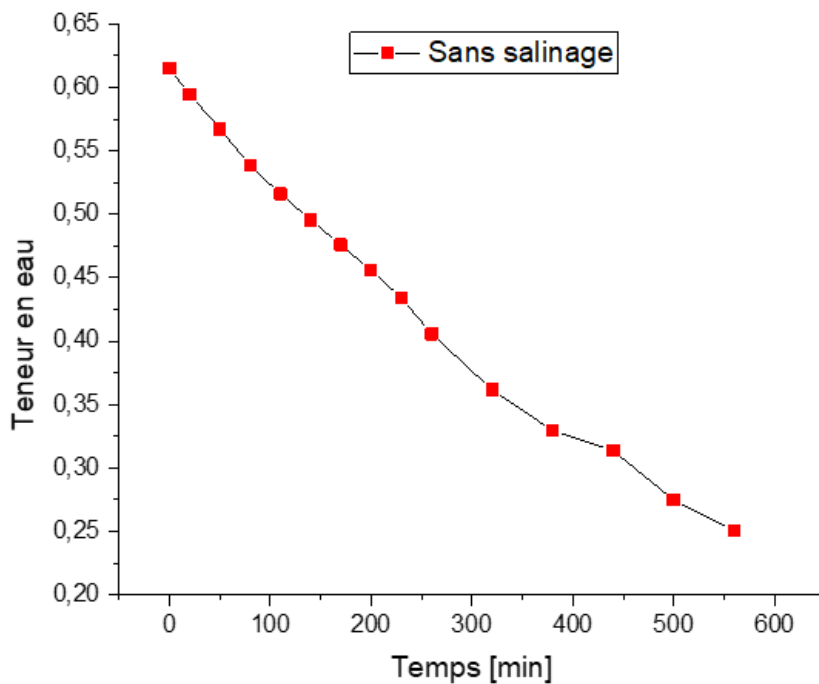


Figure III-9: perte de mass pour scincus scincus séché sans salinage

La figure III-9 représente les évolutions du teneur en l'eau en fonction du temps pour les échantillons sans salage, où l'on note que la diminution du teneur de 0,6 à 0,45 a pris 4h30. De 0,40 à 0,25 il a fallu 280 minutes.

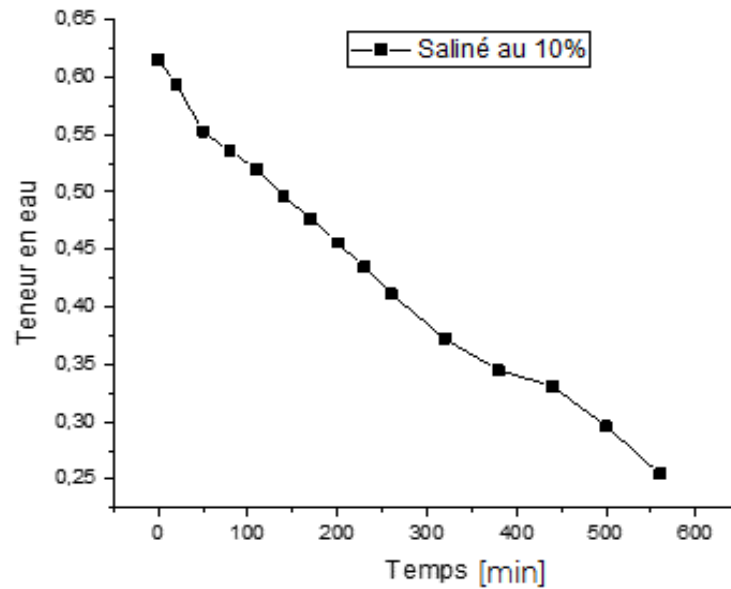


Figure III-10: *partie de mass pour scencus scencus séché avec 10% de salinage*

La figure III-10 représente les changements de teneur en l'eau en fonction du temps pour des échantillons avec un taux de relargage de 10 %. Où l'on remarque que la décroissance à teneur de 0,6 à 0,40 a pris 4h30 De 0,40 à 0,25 il a fallu 270 minutes.

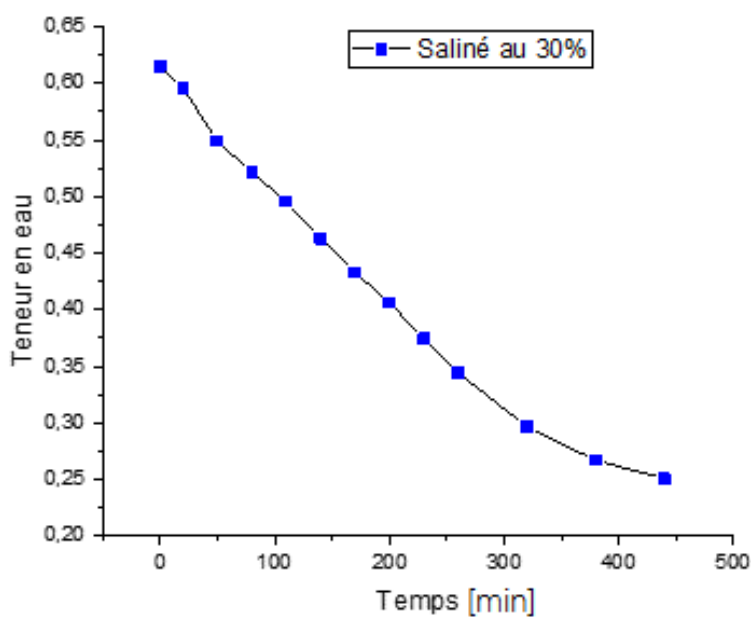


Figure III-11: *parte de mass pour scencus scencus séché avec 30% de salinage*

La figure III-11 représente les changements de teneur en l'eau en fonction du temps pour des échantillons avec un taux de salinité de 30 %. Où l'on remarque que la décroissance à teneur de 0,6 à 0,40 a pris 3h30 De 0,40 à 0,25 il a fallu 3 heures.

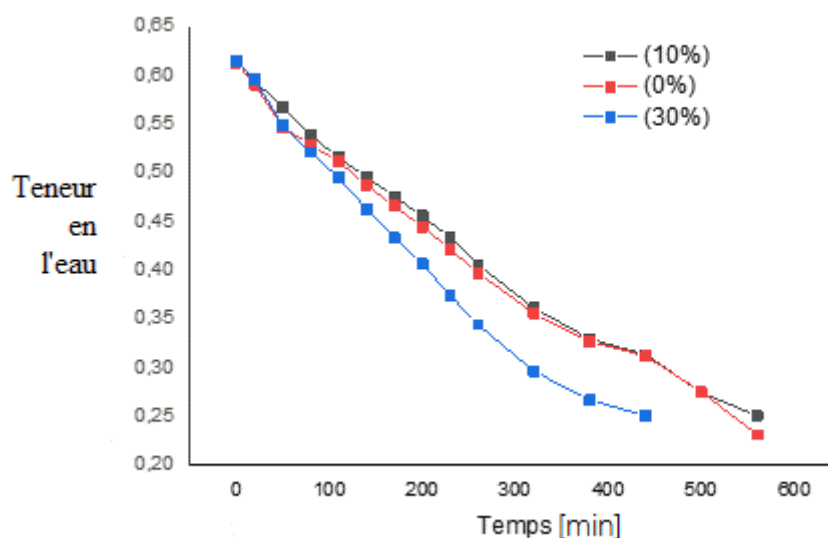


Figure III-12: *parte de mass pour défirrent salinage de scencus scencus séché*

Après avoir analysé les résultats et comparé les trois courbes (fig. III-12), nous concluons que le salage des échantillons a eu un effet sur le temps de séchage, car l'augmentation du pourcentage de sel à 30 % accélère le processus de séchage.

III.6. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons abordé le séchage du poisson de sable, et nous avons placé trois échantillons différents à l'intérieur de la chambre de séchage, dont l'un ne contenait pas de sel, et deux échantillons avaient des concentrations différentes de sel, de sorte que les échantillons salés étaient les plus rapides dans le processus de séchage.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le séchage solaire est l'une des anciennes méthodes de conservation des aliments, mais il est toujours utilisé et revêt une grande importance malgré les développements en cours à l'heure actuelle, et ce pour plusieurs raisons, dont la gratuité de l'énergie solaire et le faible coût d'investissement en ce champ.

La recherche scientifique dans le domaine du séchage solaire a amélioré la qualité des produits alimentaires séchés. Notre travail s'inscrit dans la recherche du séchage de la viande et du poisson, dans lequel nous avons séché le poisson des sables, qui se caractérise par sa haute valeur nutritive, dans un séchoir solaire indirect, où nous avons cherché à connaître l'effet du salage sur la vitesse de séchage.

Après avoir divisé les échantillons en trois groupes contenant différents pourcentages de sel 0 %, 10 % et 30 %, les résultats étaient les suivants.

- L'échantillon qui contenait 10 % de sel, la vitesse de séchage était proche, car la teneur en eau atteignait un pourcentage de 0.25 en une période de 9 heures.
- L'échantillon contenant 30 % pour cent a atteint une teneur en eau de 25 en une période de 7 heures.

Nous avons conclu à travers ces résultats que le salage a un effet sur la vitesse de séchage.

Nous suggérons également de mener des études supplémentaires, telles que la comparaison de la période pendant laquelle le poisson des sables peut maintenir la sécurité alimentaire.

Référence

Références

1. Boulemtafes, A., *Le séchage solaire des produits agricoles*. Bulletin des Energies Renouvelables, 2011. **21**: p. 10-12.
2. Visavale, G., *Principles, Classification and Selection of Solar Dryers*. 2012. p. 1-50.
3. Kamarulzaman, A., M. Hasanuzzaman, and N. Rahim, *Global advancement of solar drying technologies and its future prospects: A review*. Solar Energy, 2021. **221**: p. 559-582.
4. توفيق, et al., *Conception et réalisation d'un séchoir passif assisté par un capteur solaire plan*. 2021.
5. Thiam, A., *Senegal Rapport de L'Étude de Marché du Solaire Thermique: Production d'Eau Chaude et Séchage de Produits Agricoles*, in *ECREEE HERE*. 2015.
6. Sebbagh, K. and I. Cherfaoui, *Etude du séchage des produits agricoles dans un séchoir solaire-cas de poivron rouge*. 2017.
7. Renouvelables, c.d.D.d.E., *Séchoir solaire indirect à convection naturelle muni de chicanes*, in <https://www.cder.dz/spip.php?article1922>, R.e.e. 2010, Editor. 2010.
8. Tiwari, A., *A review on solar drying of agricultural produce*. Journal of Food Processing & Technology, 2016. **7**(9): p. 1-12.
9. Fudholi, A., et al., *Heat transfer correlation for the V-groove solar collector*. Solar Energy Research Institute, University Kebangsaan Malaysia, 2008. **43600**.
10. Rajonandrianina, L.R., et al., *Détermination de la vitesse de séchage du Curcuma par analogie au modèle de sorption de Bradley*. Journal of Renewable Energies, 2021. **24**(1): p. 56–74-56–74.
11. Laouini, A., et al. *Realization of a Solar Dryer Assisted by a Parabolic Dish Concentrator*. in *Defect and Diffusion Forum*. 2021. Trans Tech Publ.
12. Banout, J., et al., *Effect of solar drying on the composition of essential oil of sacha culantro (Eryngium foetidum L.) grown in the peruvian amazon*. Journal of food process engineering, 2010. **33**(1): p. 83-103.
13. 22.02.2018 2018 فوائد الكزبرة المجففة. أ. عرعر, Available from: https://mawdoo3.io/article/112878_%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%B2%D8%A8%D8%B1

- [%D8%A9 %D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AC%D9%81%D9%81%D8%A9.](#)
14. Li, Y., et al., *Experimental investigation on a solar assisted heat pump in-store drying system*. Applied Thermal Engineering, 2011. **31**(10): p. 1718-1724.
 15. Gallali, Y.M., Y.S. Abujnah, and F.K. Bannani, *Preservation of fruits and vegetables using solar drier: a comparative study of natural and solar drying, III; chemical analysis and sensory evaluation data of the dried samples (grapes, figs, tomatoes and onions)*. Renewable Energy, 2000. **19**(1-2): p. 203-212.
 16. Gauvin, N., *GUIDE DU SECHEUR DE FIGUES*. 2022, docplayer. p. 2022.
 17. CHAFAI, S.A., et al., *Etude des Propriétés Physicochimiques et Séchage Solaire des Tranches de Citron*. 2022, UNIVERSITE AHMED DRAIA-ADRAR.
 18. Tarhan, S., *Selection of chemical and thermal pretreatment combination for plum drying at low and moderate drying air temperatures*. Journal of food engineering, 2007. **79**(1): p. 255-260.
 19. prricia *Comment faire ses propres pruneaux à la maison*. promessedefleurs, 2021.
 20. BOUTROLLE, P. and M. AL AHDAB, *LES RÉSERVES ALIMENTAIRES OU MŪNÉ AU PROCHE-ORIENT*. 2016.
 21. Hii, C.L., et al., *Quality of cocoa beans dried using a direct solar dryer at different loadings*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2006. **86**(8): p. 1237-1243.
 22. ROOKYTO. *Menu*. 2021; Available from: <https://www.rookyto.fr/content/11-le-saviez-vous>.
 23. Hassanain, A.A., *Unglazed transpired solar dryers for medicinal plants*. Drying Technology, 2010. **28**(2): p. 240-248.
 24. Chaouch, W.B., et al., *Experimental investigation of an active direct and indirect solar dryer with sensible heat storage for camel meat drying in Saharan environment*. Solar Energy, 2018. **174**: p. 328-341.
 25. Youcef, R. and K. Réda, *Study the effect of sun and microwave drying on quality of camel meat (camelus dromedarius) slices*. 2022.
 26. Tom, A., *Contribution au séchage solaire des produits carnés: Modélisation et réalisation d'un séchoir adapté aux pays tropicaux*. 2015, Paris, ENSAM.

27. Nguyen, B.H. and H. Nguyen, *A study on beef drying regime towards sustainable energy*. Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture, Food and Energy, 2014. **2**(2): p. 41-46.
28. Mewa, E.A., et al., *Experimental evaluation of beef drying kinetics in a solar tunnel dryer*. Renewable energy, 2019. **139**: p. 235-241.
29. Tom, A., D. Bruneau, and N. Djongyang, *Drying kinetics of beef meat: Modeling by the isenthalpe mass flux method*. Journal of Food Process Engineering, 2021. **44**(4).
30. Basunia, M.A., et al., *Drying of fish sardines in Oman using solar tunnel dryers*. Journal of Agricultural Science and Technology, 2011. **1**: p. 108-114.
31. Basri, D.F., et al., *Comparison of selected metals content in Cambodian striped snakehead fish (Channa striata) using solar drying system and open sun drying*. Journal of environmental and public health, 2015. **2015**.
32. Abraha, B., et al., *A Comparative study on quality of dried anchovy (Stelophorus heterolobus) using Open sun rack and solar tent drying methods*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2017. **17**(6): p. 1107-1115.
33. Al-Ismaili, A., *A Review on Solar Drying of Fish*. Journal of Agricultural and Marine Sciences [JAMS], 2021. **26**(2): p. 1-9.
34. Alfiya, P.V., et al., *Quality evaluation of solar and microwave dried shrimps – A comparative study on renewable and dielectric heating methods*. Solar Energy, 2022. **246**: p. 234-244.
35. Andharia, J.K., J.B. Solanki, and S. Maiti, *Performance evaluation of a mixed-mode solar thermal dryer with black pebble-based sensible heat storage for drying marine products*. Journal of Energy Storage, 2023. **57**: p. 106186.
36. BOUFAROUA, S. and L. GHEDEIR MOHAMMED, *Effet des différentes méthodes de séchage sur la qualité biochimique et microbiologiques de la viande du scinque (Scincus scincus)*. 2018.