

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

INSTITUT
DU DEVELOPPEMENT RURAL
(I.D.R.)

Association Burkinabè d'Action
Communautaire - Groupe Energies
Renouvelables et Environnement
(A.B.A.C - GERES)
Programme Séchage Solaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL
Option : **AGRONOMIE**

Thème :

CONTRIBUTION A L'ETUDE :

- DE LA QUALITE DES FRUITS ET LEGUMES SECHES PAR TROIS TYPES DE SECHOIRS SOLAIRES DOMESTIQUES ;**
- DES POSSIBILITES D'AUGMENTER LE RYTHME DE SECHAGE DU SECHOIR COQUILLAGE.**

JUIN 1994

Amadou DRABO

SOMMAIRE

Pages

DEDICACE

REMERCIEMENTS

Liste des sigles utilisés

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photographies

AVANT-PROPOS

1

RESUME

3

INTRODUCTION

4

PARTIE I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I: APERCU SUR LA PRODUCTION DES FRUITS ET LEGUMES AU BURKINA FASO

5

CHAPITRE II: GENERALITES SUR LE SECHAGE

8

I. NOTIONS DE BASE

8

1. But du séchage

8

2. Grandeurs caractéristiques

8

II. DIFFERENTS TYPES DE SECHAGE SOLAIRE

12

PARTIE II: ETUDE NUTRITIONNELLE ET ETAT SANITAIRE

CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES

13

I. MATERIEL DE SECHAGE

13

II. MATERIEL VEGETAL

17

1. Description et provenance du matériel

17

1.1. La tomate: Lycopersicon esculentum M. var. Roma V-F

17

1.2. L'oignon: Allium cepa L. var. Violet de Galmi

19

2. Echantillonnage et prélèvement

20

III. METHODOLOGIE DE SECHAGE

21

1. Préparation

21

2. Procédures de séchage et prélèvement

21

IV. METHODES ANALYTIQUES

25

1. Etude nutritionnelle

25

1.1. Dosage des protéines totales

25

1.2. Dosage des sucres totaux

25

1.3. Dosage des cendres totales

25

1.4. Détermination de la teneur en eau

25

1.5. Détermination de la matière sèche

26

1.6. Détermination de l'activité de l'eau	26
1.7. Détermination du pH	26
1.8. Détermination de la vitamine C totale	26
2. Etat sanitaire des produits séchés	26
2.1. Dénombrement des levures et moisissures	26
2.2. Appréciation visuelle des impuretés en fin de séchage	28
CHAPITRE II.: RESULTATS ET DISCUSSIONS	28
I. DYNAMIQUE DE SECHAGE	28
1. Le séchage	28
1.1. Description du séchage et courbes de séchage	29
1.2. Le rendement à la préparation	33
1.3. La perte de masse	34
2. Evolution du séchage par claie par séchoir	34
3. Evolution du séchage en fonction des différents types de séchoirs	37
II. EFFETS DU SECHAGE SUR LA QUALITE DES PRODUITS SECHES	40
1. Qualité nutritionnelle	40
1.1. Les protéines totales	40
1.2. Les sucres totaux	40
1.3. Les cendres totales	43
1.4. La vitamine C totale	45
1.5. Le pH	47
2. Etat sanitaire des produits séchés	48
III. AUTRE MODIFICATION: effet mécanique du départ de l'eau	51
PARTIE III: POSSIBILITES D'AUGMENTER LE RYTHME DE SECHAGE DU SECHOIR COQUILLAGE	
CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES	53
I. MATERIEL DE SECHAGE: le séchoir coquillage n° 2 version 2	53
II. MATERIEL VEGETAL: l'oignon <u>Allium cepa</u> L. var. Violet de Galmi	55
III. METHODOLOGIE	55
1. Préparation et procédures de séchage	55
2. Analyses effectuées	55
CHAPITRE II.: RESULTATS ET DISCUSSIONS	56
CONCLUSION GENERALE	60
Bibliographie	64
Annexes	

DEDICACE

A TOI FEUE **MA MERE SALY** ARRACHEE A MON AFFECTION
APRES UNE LONGUE PERIODE DE SOUFFRANCE

ET

A TOI AUSSI FEU **MON JEUNE FRERE SOUMAILA** BRUTALEMENT
ARRACHE A LA VIE A L'AUBE DE MES ETUDES SUPERIEURES

QUE NE MEURT JAMAIS A TRAVERS CETTE ECRITURE **L'AMOUR** QUI NOUS
UNISSAIT.

REMERCIEMENTS

Ce présent mémoire que vous allez parcourir est le fruit d'une collaboration à promouvoir entre différents services, institutions et laboratoires.

Ce serait égoïsme pour la part de l'auteur de cet écrit d'omettre toutes ces personnes et compétences qui, malgré souvent leurs multiples occupations, ont pu et su tendre la main et créer un climat perpétuel d'échanges et de sympathie.

Pour leur témoigner ma reconnaissance, qu'elles trouvent à travers ces lignes ma profonde gratitude.

J'adresse mes remerciements

- à **Mr Christian LEGAY, Responsable du Programme Séchage Solaire ABAC-GERES** pour le thème de stage et pour avoir créé un climat de sympathie, d'esprit d'équipe et d'échanges permanents, et de constante présence à mes côtés;

- à mon Directeur de mémoire **Docteur Aimé J. NIANOGO, Enseignant à L'IDR; Chercheur à l'INERA et Responsable du Laboratoire de Nutrition Animale** pour avoir accepté de diriger le travail et d'avoir été toujours à l'écoute de son étudiant.

Celui qui a bénéficié de ses conseils, de son expérience, de sa confiance et qui a été rehaussé par son esprit d'organisation lui adresse un cachet particulier;

- à **Mr Alain GUINEBAULT, Délégué Général du GERES et Fabrice THUILIER, Ingénieur des techniques agricoles;** et à **Mr Yvon TILLOIS et Mme de l'ONG Laafi France** pour le financement de notre étude;

- à **Mr Bréhima DIAWARA, Docteur en microbiologie et Responsable du LBTA** pour le parfait sens de travail et pour le climat fraternel, de sympathie, d'esprit d'équipe et d'échanges perpétuels qu'il a su établir pour le succès de nos travaux.

Et à travers lui, à **tout le personnel du LBTA**, en l'occurrence ma grande soeur Mme Fatoumata TOE née DRABO, Mmes TRAORE, ZOMDA et ZIDA; Mrs Luc SAWADOGO, Michel COMBARY, KIERA, BONKOUYOU, GUENGANE et DABONE; sans oublier **Mr Thierry GOLI, Ingénieur de recherche au CIRAD - France** en poste au LBTA dans le cadre d'une coopération entre le LBTA et le CIRAD pour son appui et les corrections de fond et forme.

- à **Mr Guillaume BADOIT, Président Secrétaire Exécutif d'ABAC-GERES** pour sa grande sympathie, son esprit d'équité et pour avoir créé un climat de fraternité et de haute considération.

A travers lui, à tout **le personnel d'ABAC-GERES: Mrs Dramane COULIBALY, Aboulaye OUEDRAOGO, Alain TRAORE, Léonard ILBOUDO et Amado BIKIENGA et Mlles Ellie KANTIONO et, Hortense et Josiane OUEDRAOGO;**

- à **Mr Philippe SANKARA, Docteur en Phytopathologie, Enseignant à l'IDR et Directeur Scientifique du CNRST;** et à travers lui, à **la Direction Générale du CNRST** ainsi qu'à tout le personnel;

- à **Mr Théophile L. GARANGO, Docteur en Physique pure et Responsable de la cellule Séchage à l'IBE** pour avoir accepté d'encadrer ce travail et mis à ma disposition documents et matériels. Ses conseils ont été nécessaires dans le succès de nos travaux; et sans oublier **Mr Godefroy THIOMBIANO, Thermicien et Informaticien** ainsi qu'à toute la direction de l'Institut;

- à **Docteur Yézouma COULIBALY, Responsable du Département d'Energies Renouvelables et Responsable du Département d'études post-universitaires de l'EIER** pour ses différentes orientations, son encadrement et pour avoir mis à ma disposition documents et matériels; et pour sa disponibilité.

- à **Mr Jean Célestin SOMDA, Docteur Nutritionniste au Service de Nutrition de la Direction de la Santé de la Famille (MSAS)** pour sa disponibilité, ses orientations et ses conseils;

- à **tous mes enseignants de l'IDR, à notre Chef de Département Mr Didier ZONGO;** et sans oublier **Mrs Hoang-Phuong NGUYEN, Augustin BERE et Philippe NIKIEMA, tous enseignants au niveau de la F.A.S.T;**

- à **Mr Issiaka ZOUNGRANA et Mme,** tous Enseignants à l'IDR, pour leurs conseils et orientations depuis la troisième année;

- à **Mr Jean Claude LEMOINE, Directeur de stage de l'IDR** pour ses conseils et recommandations et aussi pour son grand intérêt à résoudre le problème des ingénieurs sortants;

- à **Mr Ladji SIDIBE** , technicien du **Laboratoire de Nutrition Animale** pour son appui et son amitié;
- à **Mr Alfred TRAORE**, **Professeur Titulaire de Biochimie, Recteur de l'Université de Ouagadougou et Directeur du Laboratoire de Biotechnologie et de Technologie Alimentaire** de la Faculté des Sciences et Techniques et tout le personnel et tous les amis étudiants en troisième cycle et une note particulière à **Mme et Docteur SAWADOGO** pour sa disponibilité et son appui qui a été essentiel dans la réalisation de nos travaux;
- à **Mr Gnilé TAMINI**, Responsable du Service de conditionnement du M.A.R.A pour sa grande équité et pour avoir créé un climat de sympathie et de fraternité;
- à **Mr Alfred N. SAVADOGO**, Coordonnateur du Projet Sécurité Alimentaire pour ses conseils, ses orientations et son appui.
- à **Mr François TIENDREBEOGO**, **Responsable du Service de Nutrition et de Technologie Alimentaire du M.A.R.A** pour sa grande disponibilité, ses conseils orientations et appui et aussi pour avoir mis à ma disposition un certain nombre de documents et par ailleurs facilité la tâche au niveau du C.N.D.A. A travers lui, à tout son personnel et en particulier à **Mmes SAWADOGO et OUEDRAOGO**.
- à **Mr Jérôme BELEM**, **Responsable du Programme Cultures maraîchères et fruitières de l'IN.E.R.A** et **Mr Moussa GUIRA** Ingénieur agronome pour leurs conseils et orientations;
- à **Mr Stanislas ILBOUDO**, Ingénieur Agro-alimentaire en poste à Sahel Consult et Animateur du Programme de Promotion des Céréales Locales au Sahel (Procelos/CILSS) et **Mr Jean- Pierre OUEDRAOGO**, Responsable du Projet Valorisation des céréales locales au CILSS;
- à **Mr Gaspar BADOLO**, Directeur de la DSAP(Direction des Statistiques Agro-Pastorales) et à **Mr Oumar COULIBALY**, Expert économiste au CILSS/DIAPER II
- à **Mr Daniel ROMAIN**, Electrotechnicien à l'EIER pour son appui matériel;
- à **Mr Etienne KABORE**, Ingénieur agronome à la Direction de l'Action Coopérative pour ses conseils et ses échanges fructueux tout le long du stage et pour avoir mis à ma disposition sa documentation personnelle;

- à **Mlle Mariétou DIARRA**, Ingénieur agro-alimentaire et Responsable du contrôle de la qualité des produits alimentaires au niveau du Programme de Vulgarisation Agricole en Pays DOGBON à Bandiagara (Mali) pour son appui documentaire et ses échanges très fructueux;

- à **Mlles Korotimi et Assita ZOUDWEMBA, Aminata TALL, Maimouna ZONGO et Mmes Adjara OUEDRAOGO, EZOUPOIN et BASSOLE** pour leur précieux appui dans le traitement des produits et l'entretien des séchoirs;

- aux différents Responsables des centres et bibliothèques de **l'I.D.R, du C.I.D, du C.N.D.A, du C.N.R.S.T, de l'ORSTOM, de la F.A.O, du P.N.U.D, du C.I.R.A.D;**

- à **mon très cher père et à toute ma famille, dont le soutien malgré la distance vous a toujours rapproché de moi** ;et aussi à **mes frères Youssouf et Mamadou DRABO**, dont la présence à mes côtés a été d'un appui essentiel et à mes cousins, notamment

- à **mon oncle Amadou SERI**, Directeur de l'O.N.T.B, **ma tante Joséphine et mes neveux .Smail et Awa** pour m'avoir accueilli et être restés cinq années durant à mes bons soins;

- à **mon oncle Amadou SAKO**, Directeur du restaurant universitaire pour le climat de sympathie et le constant intérêt porté à mon égard;

- à **ma très chère Brigitte COULIBALY**, qui a su faire preuve de compréhension et pour son appui sans faille, et à travers elle, à **toute la famille COULIBALY** et en particulier **Mme Jacqueline DUFUST et Mlle Gisèle-Charlotte** et aussi à **la famille BOGORE**, notamment **Eric, Maximin** et sans oublier **Rosine**;

- à **tous mes amis Fatimata et Yaya TINTO, Sanata TINTO, Demba DIALLO, Nora et Léonard THIOMBIANO, Isabelle et Oumar TRAORE, Viviane et Hamed LOMPO, Peggy KABORE**, et tous les autres amis sans oublier mes **inoubliables voisins**;

- à **tous mes promotionnaires cultivateurs, bergers et coupeurs de bois** pour ce climat de sympathie, de solidarité, de fraternité et d'amitié durant ces cinq années passées à **l'I.D.R** et sans oublier tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de nos travaux.

LISTE DES SIGLES UTILISES

A.B.A.C: Association **Burkinabè** d'Action Communautaire

C.N.R.S.T: Centre Nationale de la Recherche Scientifique et Technologique

E.I.E.R: Ecole Inter-Etats des Ingénieurs de l'Équipement Rural

GERES: Groupe d'Énergies Renouvelables et Environnement

I.B.E: Institut **Burkinabè** d'Énergies

I.D.R: Institut du Développement Rural

L.B.T.A: Laboratoire de Biochimie et de Technologie Alimentaire

M.A.R.A: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales

LISTE DES ABREVIATIONS

aw : activité de l'eau

B: La partie supérieure du séchoir

C 1: Première claie de séchage

C 2: Deuxième claie de séchage

C 3: Troisième claie de séchage

Fig.: Figure

H: Le milieu du séchoir

%H: Taux d'humidité

M: La partie inférieure du séchoir

MS ou ms: matière sèche

OD: Oignon frais découpé

Photo.: Photographie

S I: Séchoir-claie

S II: Séchoir coquillage

S III: Séchoir tente

TD: Tomate fraîche découpée

T0: Temps d'étalage des produits frais considéré comme étant la période de référence

T1: Premier jour de séchage ou après 24 heures de séchage

T2: Deuxième jour de séchage ou après 48 heures de séchage

T3: Troisième jour de séchage ou après 72 heures de séchage

T4: Quatrième jour de séchage ou après 96 heures de séchage

T5: Cinquième jour de séchage ou après 120 heures de séchage.

var.: variété

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux 1: Valeur nutritionnelle de la tomate et de l'oignon cru.

1.1/ cas de la tomate

1.2/ cas de l'oignon

Tableau 2: Rayonnement global journalier (G) reçu par une surface horizontale (en $\text{kwh/m}^2/\text{jour}$) pour chaque mois de l'année et pour la période de 1982 à 1987 à Ouagadougou

Tableau 3: Nombre de claies de séchage, la surface totale d'étalage (en m^2) et la quantité de produit frais utilisée (en kg) par séchoir.

Tableaux 4: Teneurs moyennes en sucres totaux, cendres totales et vitamine C totale des produits frais et des produits séchés issus des types de séchoirs solaires.

4.1/ cas de la tomate

4.2/ cas de l'oignon

Tableau 5: Taux de préservation de la vitamine C totale par produit et par séchoir (en %).

Tableaux 6: Etat sanitaire des produits séchés par produit et par séchoir.

I. Résultats du dénombrement des levures et des moisissures

a. cas de la tomate

b. cas de l'oignon

II. Résultats de l'appréciation visuelle des impuretés en fin de séchage

Tableaux 7: Teneur en eau et activité de l'eau moyennes pour différentes quantités d'oignon au cours du séchage

7.1/ 2,5; 5 et 7,5 kg/m^2

7.2/ 4,86 et 5,56 kg/m^2

LISTE DES FIGURES

- Fig 1:** Schéma du transfert simultané de matière et de chaleur entre le produit et l'agent de séchage.
- Fig 2:** Eau libre et eau liée dans un produit biologique.
- Fig 3:** Vitesse de détérioration des aliments.
- Fig 4:** Evolution de la teneur en eau de la tomate au cours du séchage (ESSAI 1).
- Fig 5:** Evolution de la teneur en eau de la tomate au cours du séchage (ESSAI 2).
- Fig 6:** Evolution de la teneur en eau de l'oignon au cours du séchage (ESSAI 1).
- Fig 7:** Evolution de la teneur en eau de l'oignon au cours du séchage (ESSAI 2).
- Fig 8:** Cumul de la quantité d'eau perdue par la tomate au cours du séchage par jour et par séchoir (ESSAI 1).
- Fig 9:** Cumul de la quantité d'eau perdue par la tomate au cours du séchage par jour et par séchoir (ESSAI 2).
- Fig 10:** Cumul de la quantité d'eau perdue par l'oignon au cours du séchage par jour et par séchoir (ESSAI 1).
- Fig 11:** Cumul de la quantité d'eau perdue par l'oignon au cours du séchage par jour et par séchoir (ESSAI 2).
- Fig 12:** Cumul de la quantité d'eau perdue par la tomate au cours du séchage par jour et par claie/ S II (ESSAI 1).
- Fig 13:** Cumul de la quantité d'eau perdue par la tomate au cours du séchage par jour et par claie/ S III (ESSAI 1).
- Fig 14:** Cumul de la quantité d'eau perdue par l'oignon au cours du séchage par jour et par claie/ S II (ESSAI 1).
- Fig 15:** Cumul de la quantité d'eau perdue par l'oignon au cours du séchage par jour et par claie/ S III (ESSAI 1).
- Fig 16:** Teneurs en sucres totaux de la tomate fraîche et de la tomate séchée par type de séchoirs.
- Fig 17:** Teneurs en sucres totaux de l'oignon frais et de l'oignon séché par type de séchoirs.
- Fig 18:** Teneurs en cendres totales de la tomate fraîche et de la tomate séchée par type de séchoirs.
- Fig 19:** Teneurs en cendres totales de l'oignon frais et de l'oignon séché par type de séchoirs.
- Fig 20:** Teneurs en vitamine C totale de la tomate fraîche et de la tomate séchée par type de séchoirs.
- Fig 21:** Teneurs en vitamine C totale de l'oignon frais et de l'oignon séché par type de séchoirs.
- Fig 22:** Le séchoir coquillage et ses différentes claies _____

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo 1: Vue d'ensemble du site des essais de séchage et des différents types de séchoirs solaires utilisés.

Photo 2: Le séchoir-claie

Photo 3: Le séchoir coquillage

Photo 4: Le séchoir tente.

Photo 5: La tomate : Lycopersicon esculentum M. var. Roma V-F provenant de Loumbila.

Photo 6: L'oignon : Allium cepa H. var. Violet de Galmi.

Photo 7: Effet mécanique du départ de l'eau de la tomate.

Photo 8 : Effet mécanique du départ de l'eau de l'oignon.

AVANT-PROPOS.

Pour réaliser l'autosuffisance alimentaire, des politiques agricoles ont été mises en oeuvre afin d'accroître la production alimentaire.

Mais malgré tous ces efforts, l'insuffisance alimentaire demeure : des cas de malnutrition et d'insécurité alimentaire sont constatés (**Anonyme. 1992**) .

En effet par l'inexistence de techniques adaptées de conservation des denrées agricoles, l'indisponibilité alimentaire est conséquemment rencontrée.

Toutefois, si le problème est tout au moins résolu au niveau des céréales , il n'en est pas de même pour les fruits et légumes - où d'importantes quantités sont perdues chaque année affectant par ailleurs le revenu du paysan.

Ainsi dans ce souci d'accroître la disponibilité alimentaire, il est nécessaire de promouvoir des techniques adaptées de conservation des fruits et légumes qui doivent en outre tenir compte et associer la situation socio-économique et culturelle du producteur.

Sans autre forme de gestion de la production; le séchage solaire donne une solution satisfaisante à ces pertes post-récoltes. Il utilise une énergie à la fois abondante et gratuite dans les pays sahéliens- en particulier au Burkina Faso-: **LE SOLEIL**.

Moyen le plus ancien et le plus répandu de préservation des aliments, le séchage traditionnel ou naturel présente cependant un certain nombre d'inconvénients majeurs: exposés au soleil, les produits le sont aussi aux poussières; au vent, à la pluie et aux divers prédateurs (**DAGUENET. 1988** et **GRET-GERES. 1986**). Les produits mis à sécher se contaminent ainsi, se détériorent et se conservent très mal.

Pour remédier à ces insuffisances, divers et multiples séchoirs solaires ont été conçus regroupés essentiellement en deux types principaux: les séchoirs solaires directs et les séchoirs solaires indirects.

Ceux qui font l'objet de large diffusion au Burkina Faso sont le séchoir tente et le séchoir coquillage, orientés dans la valorisation domestique des excédents fruitiers et maraîchers - par ailleurs recommandés auprès des exploitations familiales (**CEAO; CILSS; CRES. 1988**).

S'ils sont cependant intensément vulgarisés depuis quelques années, peu de travaux ont concerné les résultats de ces séchoirs.

Cette étude qui a constitué ce mémoire , a également concerné les possibilités d'augmenter le rythme de séchage du séchoir coquillage.

Elle a été dans l'ensemble sollicitée et financée par le **Programme séchage solaire ABAC-GERES** (Association Burkinabè d'Action Communautaire - Groupe Energies Renouvelables et Environnement) et par **LAAFI FRANCE**.

Réalisée au Laboratoire de Biochimie et de Technologie Alimentaire en abrégé **L.B.T.A.** du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (**C.N.R.S.T.**), en partie au laboratoire de Biotechnologie et Technologie Alimentaire (**L.B.T.A**) de la **F.A.S.T** et au **Laboratoire de Nutrition Animale de l'I.D.R**, elle a connu l'appui scientifique de l'Institut du Développement Rural (**I.D.R**); le concours technique de l'Ecole Inter-Etats des Ingénieurs de l'Equipement Rural (**E.I.E.R.**) et de l'Institut Burkinabè de l'Energie (**LB.E**, également du **C.N.R.S.T.**).

Elle a aussi bénéficié des orientations du **Service de Nutrition** du Ministère de la Santé et de l'Action Sociale, du Service de Nutrition et de Technologie alimentaire (**S.N.T.A**)du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales et de l'appui de la **Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Ouagadougou**.

RESUME

Le Programme Séchage Solaire A.B.A.C.-GERES, installé en Décembre 1992 au Burkina Faso, se donne pour objectif de diffuser des séchoirs solaires notamment des séchoirs familiaux appelés séchoirs de type coquillage. Son intérêt est essentiellement la valorisation du surplus fruitiers et maraîchers.

Faisant de la qualité sa première préoccupation, il a initié une étude sur les aspects qualitatifs des séchoirs solaires. Elle a intéressé en plus du séchoir coquillage n° 2 version 2, le séchoir tente à 3 claies de l'I.B.E et le séchoir-claie, du côté traditionnel.

Elle a aussi concerné les possibilités d'augmenter la capacité de séchage du séchoir coquillage.

A l'inverse des deux autres séchoirs, le séchoir coquillage est un séchoir indirect. Le matériel végétal a été constitué par les deux principales productions: la tomate et l'oignon, et respectivement la variété Roma V-F et la variété Violet de Galmi.

Si l'ensemble des produits présente une stabilité au niveau des protéines, sucres et des sels minéraux et sont relativement d'un bon état sanitaire, seule la vitamine C est détruite à l'issue du séchage.

Elle est néanmoins préservée à plus de 65% par le séchoir coquillage contre moins de 55% pour le séchage traditionnel et le séchoir tente.

Sa constitution qui lui permet cette meilleure préservation de la qualité, elle donne l'avantage également d'augmenter le rythme de séchage du séchoir coquillage. Deux grandes possibilités se dégagent différenciées entre elles par une interruption d'un jour et aussi par la quantité de produit séché.

Mots clés: Valorisation des excédents fruitiers et maraîchers par le séchage solaire domestique; tomate et oignon; séchoir coquillage, séchoir tente et séchage traditionnel; aspects qualitatifs des produits séchés ; rythme de séchage.

INTRODUCTION

De tout temps l'homme a éprouvé le besoin de conserver ses denrées agricoles. En effet, si la consommation des produits alimentaires s'effectue tout le long de l'année, leur production, elle est essentiellement saisonnière au niveau du Burkina Faso.

Le séchage solaire répond à cette préoccupation, car il permet de prolonger la disponibilité de certains aliments notamment des fruits et légumes.

Amener le produit biologique à une teneur en eau de 15 à 5 % compatible avec la conservation à long terme (**BIT. n° 13 .1990**) est le fondement essentiel de la déshydratation des produits alimentaires.

Mais à travers cette élimination de l'eau, et dans des conditions à relativiser, le séchage a certainement des effets sur la qualité des produits.

Pour de déterminer la qualité des produits séchés, établir la différence entre le produit frais et le produit séché et aussi déterminer les améliorations apportées, cette étude apprécie les résultats de trois types de séchoirs familiaux. Ce sont le séchoir-claie, le séchoir coquillage et le séchoir tente, qui sont essentiellement destinés au séchage des fruits et légumes.

Elle a concerné deux principaux types de légumes abondants de Décembre à Mars et périodiquement sujets de mévente :

- la tomate: Lycopersicon esculentum M. var. Roma V-F et

- l'oignon: Allium cepa L. var. Violet de Galmi.

et s'organise sur trois grandes parties:

I: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.

II: ETUDE NUTRITIONNELLE ET SANITAIRE.

III: POSSIBILITES D'AUGMENTER LE RYTHME DE SECHAGE
DU SECHOIR COQUILLAGE.

PARTIE: I
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I.: APERCU SUR LA PRODUCTION DES FRUITS ET LEGUMES AU BURKINA FASO.

Pendant longtemps la consommation des fruits et légumes s'est limitée aux essences locales.

Un nombre de légumes était en effet considéré comme des produits de luxe.

Cependant, les fruits et légumes connaissent de nos jours un essor considérable de production et de consommation.

Par le biais de divers et multiples échanges soutenus par l'urbanisation, et les aléas climatiques tels que les sécheresses, de nouveaux aliments ont été intégrés dans les habitudes alimentaires des populations locales.

Cela a suscité un intérêt pour leur production qui a été également encouragée par les demandes émanant des pays voisins et de l'Europe (**BALDY. 1986 et ANONYME 1973**).

Ainsi en l'espace de quelques années, les surfaces cultivées ont plus que doublé grâce aux conditions favorables offertes par certaines zones du Burkina Faso.

Les fruits et légumes ne sont plus aujourd'hui réservés à une catégorie de la population (**ANONYME 1986**)

En effet, leur apport énergétique dans l'alimentation est passé au Burkina Faso de 3,9% en 1961-1967 à 4,6% en 1987 (**ANONYME 1992**). Ils interviennent pour plus de 10% selon **DE LA CHAPELLE (1974)** dans les dépenses alimentaires des ménages africains.

Complémentaires à un régime alimentaire basé à plus de 60% sur les céréales, les fruits et légumes sont une source précieuse en micro-éléments (Tableau 1) qui constituent leur grande qualité nutritionnelle.

Mais ces régimes alimentaires présentent un déséquilibre quantitatif en vitamines et sels minéraux notamment en vitamines A, B et C et en calcium (**BIT n° 13 et BIT n° 14**).

Cette situation peut être bien améliorée par un apport croissant de fruits et légumes dans la consommation.

Mais malgré les efforts réalisés dans leur production (annexe 1), ils ne sont pas à tout moment disponibles aux consommateurs.

Tableau 1: VALEUR NUTRITIONNELLE DE LA TOMATE ET DE L'OIGNON
CRUS (pour 100 g)

1.1/ cas de la tomate crue

Energie (kcal)	18.0	Magnsium (mg)	11.0
Energie (kJ)	77.0	Phosphore (mg)	25.0
Eau (g)	93.3	Calcium (mg)	10.0
Protines (g)	0.9	Fer (mg)	0.4
- vgtales (g)	0.9	Rtinol (µg)	0.0
- animales (g)	0.0	Carot	
Glucides disponibles (g)	3.2	ne (µg)	600.0
- sucres (g)	3.2	Thiamine (mg)	0.1
- polysaccharides disp(g)	0.0	Riboflavine (mg)	0.0
Fibres alimentaires (g) .	1.3	Vitamine B6 (mg)	0.1
Lipides (g)	0.2	Vitamine B12 (µg)	0.0
- AG saturs (g)	0.0	Vitamine C (mg)	18.0
- AG mono-insaturs (g)..	0.0	Vitamine D (µg)	0.0
- AG polyinsaturs (g) ..	0.0	Vitamine E (mg)	1.0
- cholestrol (mg)	0.0	Niacine (mg)	0.6
Alcool (g)	0.0	Acide pantothnique (mg)	0.3
Sodium (mg)	6.0	Folacine (µg)	23.0
Potassium (mg)	245.0	Rapport PC/TA	1.0

1.2/ cas de l'oignon cru

Energie (kcal)	34.0	Magnsium (mg)	11.0
Energie (kJ)	145.0	Phosphore (mg)	36.0
Eau (g)	89.6	Calcium (mg)	30.0
Protines (g)	1.3	Fer (mg)	0.4
- vgtales (g)	1.3	Rtinol (µg)	0.0
- animales (g)	0.0	Carot	
Glucides disponibles (g)	6.8	ne (µg)	20.0
- sucres (g)	6.8	Thiamine (mg)	0.1
- polysaccharides disp(g)	0.0	Riboflavine (mg)	0.0
Fibres alimentaires (g) .	1.4	Vitamine B6 (mg)	0.1
Lipides (g)	0.2	Vitamine B12 (µg)	0.0
- AG saturs (g)	0.0	Vitamine C (mg)	12.0
- AG mono-insaturs (g)..	0.0	Vitamine D (µg)	0.0
- AG polyinsaturs (g) ..	0.0	Vitamine E (mg)	0.1
- cholestrol (mg)	0.0	Niacine (mg)	0.3
Alcool (g)	0.0	Acide pantothnique (mg)	0.2
Sodium (mg)	6.0	Folacine (µg)	23.0
Potassium (mg)	160.0	Rapport PC/TA	0.9

SOURCE: FEINBERG (1991)

Les pertes post-récoltes sont en effet énormes et difficiles à quantifier. Néanmoins, elles sont estimées à 50% par la FAO au niveau des fruits (**BIT n° 14**) et entre 20 et 50% dans le cas des légumes.

En effet constitués de produits périssables, les fruits et légumes exigent un écoulement rapide et important.

Toutefois les plus grandes structures de transformation et d'exportation n'arrivent pas à enlever la totalité des différentes productions.

Les producteurs se retrouvent ainsi avec des quantités énormes d'invendus.

De l'autre côté, les petits exploitants, les périodes de production étant les mêmes et produisant les mêmes denrées agricoles, se retrouvent aussi, toute somme faite avec des quantités énormes aussi à écouler.

Cela crée alors une situation de saturation qui guide les différents producteurs à brader leurs produits, qui pourrissent dans le cas échéant sur les lieux de production, à domicile ou sur les lieux de vente.

Cependant suite à ces périodes de grandes productions et par le caractère saisonnier des différents fruits et légumes, s'installe une longue période de pénurie de 6 à 8 mois. La situation qui prévaut alors à ces périodes est une indisponibilité alimentaire confirmée à travers la courbe de l'offre et de la demande par un renchérissement des prix des fruits et légumes (annexe 2 et 3) au consommateur.

Ainsi, il est nécessaire, pour accroître la disponibilité des fruits et légumes, de les conserver dans un but non seulement économique mais aussi social.

Et cette nécessité passe par la promotion de techniques adaptées de transformation et conservation dont le séchage solaire.

Mais les insuffisances présentées par le séchage traditionnel a conduit à la réalisation de séchoirs solaires qui, à la différence du séchage naturel exige un investissement.

CHAPITRE II: GENERALITES SUR LE SECHAGE.

I. NOTIONS DE BASE.

1. But du séchage.

Le but du séchage est de déshydrater les produits biologiques et d'assurer leur bonne conservation.

Le Génie alimentaire définit le séchage comme étant une opération de séparation conduite par des transferts simultanés de matière et chaleur entre le produit à sécher et l'agent de séchage utilisé (**AUPEL-CIT. 1979**). L'allure de ces transferts représentés par la Fig. 1 est caractérisée par des coefficients qui dépendent des facteurs externes (température, humidité, état de coupe des produits , la vitesse de passage de l'agent de séchage,...) et des facteurs internes (l'écoulement de l'eau à l'intérieur des produits,...)

En effet , selon **COULIBALY (1986)**, l'eau est, dans toute denrée périssable, le facteur dégradation le plus prépondérant.

Elle est à l'origine du développement des micro-organismes et favorise l'action des mécanismes de dégradation.

Cette eau est, par ailleurs selon **LASSERAN (1981)**, répartie en quatre types (Fig.2), mais regroupés en deux principales formes: l'eau libre et l'eau liée.

L'eau libre au niveau d'un produit biologique , comme son nom l'indique, ne présente aucune liaison moléculaire avec la substance biologique et est, par conséquent, facilement disponible. A l'opposé, l'eau liée compose cette matière biologique dont sa disponibilité exige un apport énergétique.

2. Grandeurs caractéristiques.

Les produits alimentaires sont des produits biologiques pour lesquels un certain nombre de contraintes doit-être considéré eu égard à cette nature.

En effet, chaque produit a une particularité qui lui est propre et dont on doit, pour le succès du séchage, tenir compte. Ce sont notamment d'une part la composition des produits biologiques d'autre part, les paramètres extérieurs sur lesquels il faut jouer.

L'intérêt ainsi dans ce cas serait de préserver dans un premier niveau ces éléments nutritifs au cours du séchage.

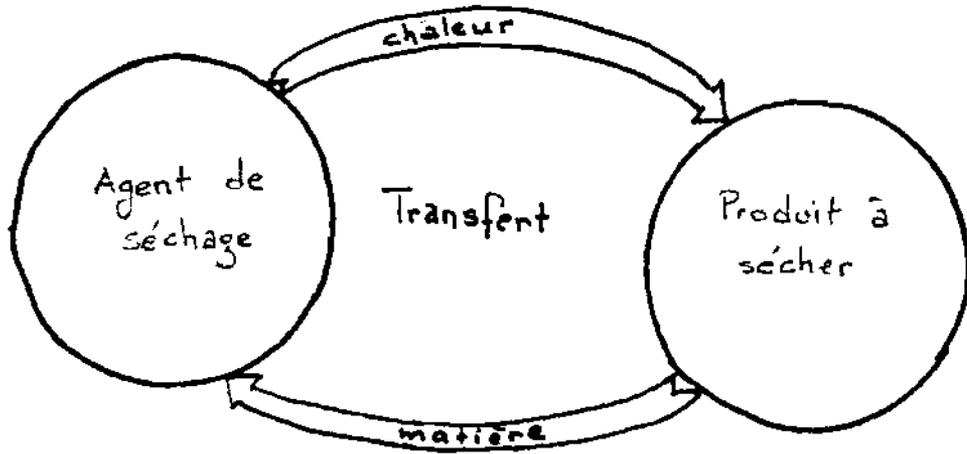


Fig. 1 : Schéma des transferts simultanés de matière et de chaleur entre l'agent de séchage et le produit à sécher (d'après GARANGO)

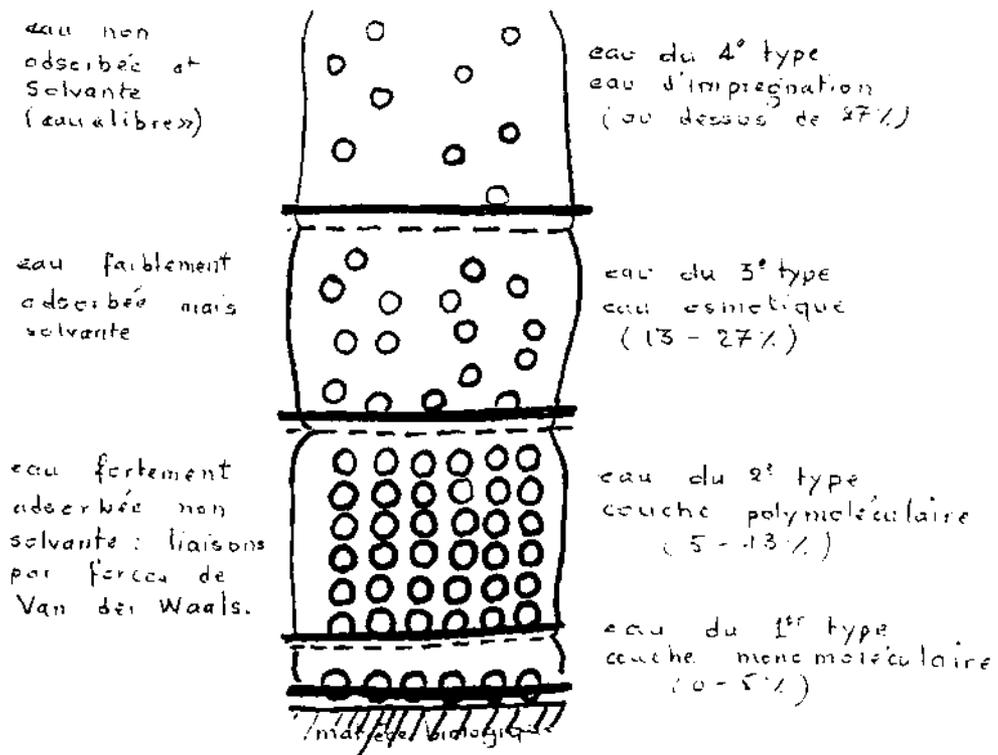


Fig2 : Eau libre et eau liée dans un produit biologique (d'après LASSERAN)

Les produits alimentaires pour être conservés doivent atteindre une activité de l'eau pour être à l'abri de contamination microbienne.

Elle doit être en dessous de 0,650 (GERDAT. 1992) et dont l'optimum se situe entre 0,350 et 0,250 (COULIBALY. 1986).

En effet l'activité de l'eau est à l'origine de la conservation de la qualité biologique du produit dont l'influence a été étudiée par LONCIN (1976) et KAREL (1977).

Cette caractéristique dépend essentiellement de la teneur en eau et de la nature du produit et indique sur la qualité de l'eau disponible.

Elle est abrégée a_w , et sa valeur est inférieure ou égale à 1.

Pour des activités de l'eau se rapprochant ainsi de 1, on a une disponibilité plus grande en eau au niveau du produit biologique.

Les micro-organismes se développent, en effet, exceptionnellement à des $a_w > 0,800$.

Cela est illustré par les courbes de développement des agents de détérioration des aliments en fonction de l'activité de l'eau Fig.3 (LABUZA. 1975).

Les paramètres qui importent essentiellement au niveau du séchage solaire des produits alimentaires sont la température, l'humidité relative, la vitesse du vent et l'insolation qui est l'énergie reçue au sol (MOUISI. 1989).

Selon JANNOT (1993) le rayonnement global annuel reçu par un plan horizontal à OUAGADOUGOU, est d'environ 2100 kwh / m² pour un rayonnement journalier en moyenne situé entre 5,4 et 8,2kwh / m² (Tableau 2).

Les estimations sur les durées annuelles d'insolation placent le Burkina Faso entre 2500 et 3000 heures d'ensoleillement (GERDAT. 1992) ou autrement dit entre 1650 et 2400 kwh / m².

Tableau 2: RAYONNEMENT GLOBAL JOURNALIER (G) RECU PAR UNE SURFACE HORIZONTALE (en kwh / m² /jour) POUR CHAQUE MOIS DE L'ANNEE ET POUR LA PERIODE DE 1982 1987 A OUAGADOUGOU (BURKINA FASO)

MOIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
G	5,5	6,4	6,3	6,2	6,1	5,8	5,5	5,5	5,8	5,8	5,7	5,2

SOURCE: JANNOT (1993)

Vitesses relatives de
détérioration des aliments.

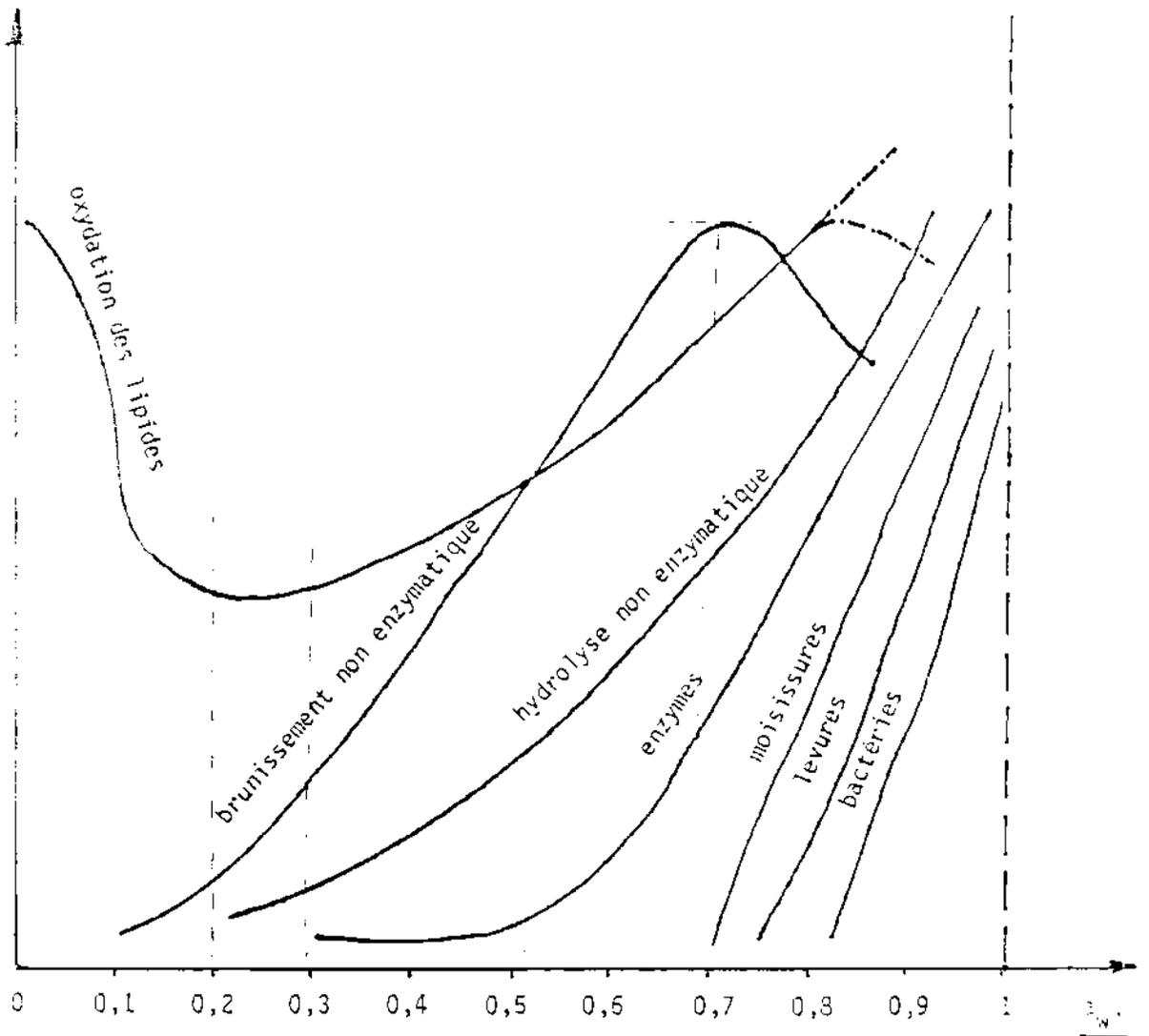


Figure 3 : vitesses relatives de détérioration des aliments (d'après LAURENZA)

Le Burkina Faso présente un nombre d'heures de rayonnement journalier moyen compris entre 6 et 9 heures.

Ce contexte d'ensoleillement répond bien aux résultats de **COULIBALY (1986)** qui requiert un minimum de 5 heures d'ensoleillement journalier pour le succès du séchage solaire.

Les facteurs qui entrent dans la réalisation d'un séchoir solaire, sont essentiellement le rendement de séchage, la circulation du vent, la température à l'intérieur du séchoir, la vitesse de séchage et aussi des considérations socio- économiques et culturelles.

II. DIFFERENTS TYPES DE SECHAGE SOLAIRE.

Au niveau du séchage solaire, on distingue le séchage à ventilation naturelle et le séchage à ventilation forcée.

Les séchoirs utilisés ici sont tous à **ventilation naturelle** c'est-à-dire que la convection est assurée par une différence de densité entre l'air chaud (à l'intérieur du séchoir) et l'air ambiant.

Et on distingue essentiellement deux types de séchage solaire à savoir **le séchage solaire direct et le séchage solaire indirect.**

Les radiations solaires frappent directement les produits mis à sécher dans le cas du séchage solaire direct alors qu'au niveau du séchage indirect, les produits sont à l'abri de la lumière et des rayonnements solaires.

Notre étude concerne les résultats de trois séchoirs différents repartis entre ces deux grands types: **le séchoir coquillage est un séchoir solaire indirect alors que le séchoir-claie et le séchoir tente sont eux des séchoirs solaires directs.**

PARTIE: II
ETUDE NUTRITIONNELLE ET ETAT SANITAIRE

CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES.

I MATERIEL DE SECHAGE.

Les séchoirs solaires utilisés sont le séchoir-claie, le séchoir coquillage et le séchoir tente (photo 1).

Le séchoir-claie est un séchoir traditionnel amélioré confectionné de bois et de grillage-moustiquaire (photo 2). Séchoir ayant la forme d'un parallélépipède rectangle, il est surélevé à tous ses quatre angles droits par des supports de 5 cm. Il possède une profondeur de 9,5 cm et a une surface d'étalage d'environ $1,3 \text{ m}^2$ (Tableau 2).

Il représente ici le **séchage traditionnel ou séchage naturel.**

Le séchoir coquillage a été conçu par le GRET (Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques) et le GERES dans les années 1980.

Ce séchoir est confectionné de tôle et de moustiquaire nylon. Tout le matériel ferreux est peint en noir avec de la peinture noire mate.

Le séchoir d'expérimentation est le n° 2 de la version 2 (photo 3) issu de l'étude de **DIONI (1993)**.

A la différence de la première version, la version 2 possède un chapeau coulissant sur la coque supérieure. Les petits trous sur le pourtour de la virole et au niveau la coque inférieure ont été remplacés par des grands orifices uniformément repartis.

Sous l'une ou l'autre version, existent trois modèles affectés des numéros 1,2 et 3 relativement à leur taille: le n° 1 étant le plus petit et le n° 3 le plus grand.

Le n° 2 de la version 2 utilisé, à la différence de la taille, possède 3 claies à l'instar du n° 3 recouvertes de moustiquaire; toutes circulaires dont deux principales et une secondaire.

Les claies principales, toutes identiques, ont chacune une surface d'étalage d'environ $0,6 \text{ m}^2$, soutenues par des crêtes et distantes l'une de l'autre de 6 cm.

La claie secondaire appelée claie de finition peut recevoir, comme son nom l'indique, les produits séchés...en fin de séchage.

Elle possède une surface d'étalage de $0,2 \text{ m}^2$ environ.



PHOTO 1

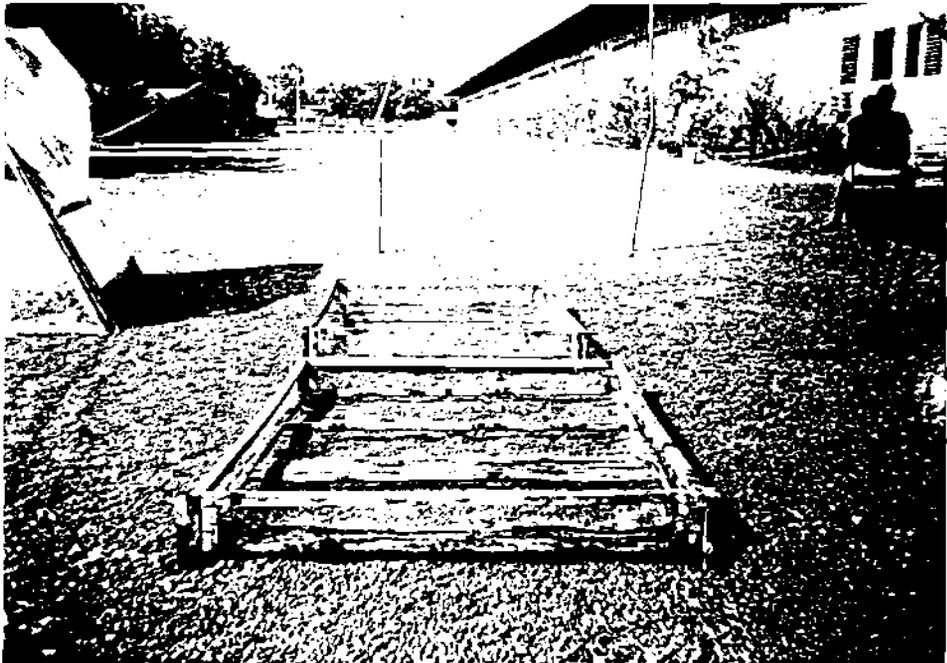


PHOTO 2

Le dernier séchoir est le **séchoir tente**. Comme son nom l'indique, il a une forme de tente et a été conçu par l'Institut Burkinabè de l'Energie en abrégé I.B.E.

Il existe plusieurs prototypes, tous confectionnés de bois, de film plastique polyéthylène 200 microns et de moustiquaire-métallique.

Celui utilisé possède 3 claies de séchage (photo 4), superposées et distantes les unes des autres successivement d'environ 18 cm. Couissant sur des crêtes en bois, ces claies ont leurs surfaces d'étalage faites de grillage métallique qui ont respectivement des dimensions de haut en bas de 0,72; 1,03 et de 1,25 m² environ.

Le film polyéthylène transparent recouvre toutes les faces du séchoir supportées par le châssis réalisé en bois.

Des ouvertures confectionnées de moustiquaire permettent l'entrée et la sortie de l'air. Elles sont réalisées sur les plus grandes faces dans le cas du séchoir tente. Dans le cas du séchoir coquillage, elles sont situées au niveau de la coque supérieure (plus précisément en dessous du chapeau couissant), de la virole et de la coque inférieure.

L'air est chauffé dans la chambre de séchage aux alentours des produits mis à sécher et est évacué à travers les orifices supérieurs par l'entrée de l'air frais dans le cas de S II et de S III.

Ces trois types de séchoirs sont affectés de dénomination suivante relative au nombre de claies de séchage.

Ainsi à travers tout le document, les dénominations S I , S II et S III désigneront respectivement le séchoir-claie, le séchoir coquillage et le séchoir tente; et C1, C2 et C3 pour désigner les claies de séchage numérotées de haut vers le bas.

Bien qu'ayant la même finalité, tous les séchoirs, par leur constitution, n'ont pas le même principe de fonctionnement.

Ainsi à la différence des deux séchoirs directs, le séchoir coquillage repose sur le principe du rayonnement du corps noir que constitue sa coque supérieure dont la convection naturelle se fait sans orientation préférentielle à l'instar de S I; mais par contre S III nécessite une disposition dans la direction du vent (ses entrées d'air sont placées contre le sens de circulation du vent).

Le S I fonctionne par rayonnement direct du soleil; alors que le S III fonctionne sur le principe de l'effet de serre c'est - à - dire qu'il y a une sélectivité au passage des rayonnements solaire à travers le film plastique.



PHOTO 3

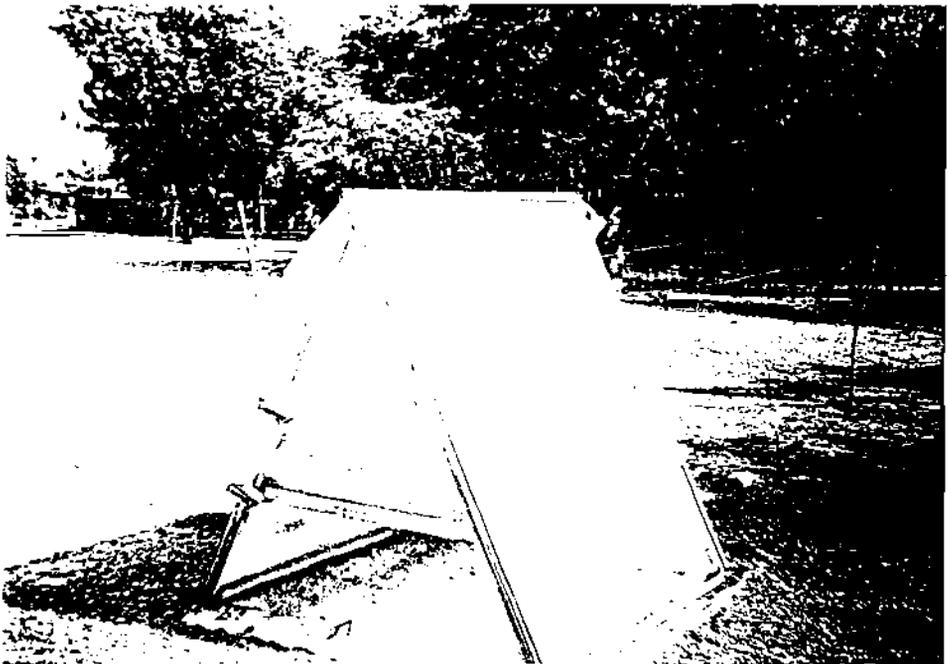


PHOTO 4

II. MATERIEL VEGETAL.

Ont été utilisés comme matériel végétal:

- la tomate: **Lycopersicon esculentum M. var. Roma V-F** et
- l'oignon: **Allium cepa L var. Violet de Galmi** .

1. Description et provenance du matériel.

1.1. La tomate: **Lycopersicon esculentum M. var. Roma V-F.**

De la famille des Solanacées, la tomate serait originaire de l'Amérique du Sud et aurait atteint par la suite les régions tropicales (**TRAORE. 1984**).

Principale production du Burkina Faso, la tomate est aussi la plus grande production maraîchère au niveau mondial qui constitue, par ailleurs et par quantité, la deuxième plus grande production agricole après les céréales.

C'est la variété Roma V-F qui a particulièrement constitué notre matériel végétal.

Variété traditionnelle d'origine italienne, la Roma est une variété industrielle et présente des fruits allongés et peu de graines contrairement aux variétés rondes (**MESSIAEN, tome 2 1975 et ANONYME 1991 Photo 4**).

Et ses fruits sont deux fois plus longs que larges (**D'ARONDEL et TRAORE. 1990**).

Nos échantillons proviennent de **Loumbila**, région située du côté nord-est à 15 kms. de la ville de Ouagadougou et est par ailleurs la principale zone d'approvisionnement de la capitale politique en produits maraîchers et particulièrement en tomate.

Selon **DUPELLOUX et Coll. (1993)**, la consommation de la tomate est entrée dans les habitudes alimentaires des ménages burkinabè; mais la demande nationale n'est qu'en partie satisfaite.

Inégalement répartie dans le temps, une surproduction est constatée de Décembre à Mars suivie cependant d'une pénurie accentuée de Mai à Octobre (annexes 1, 2, et 3).

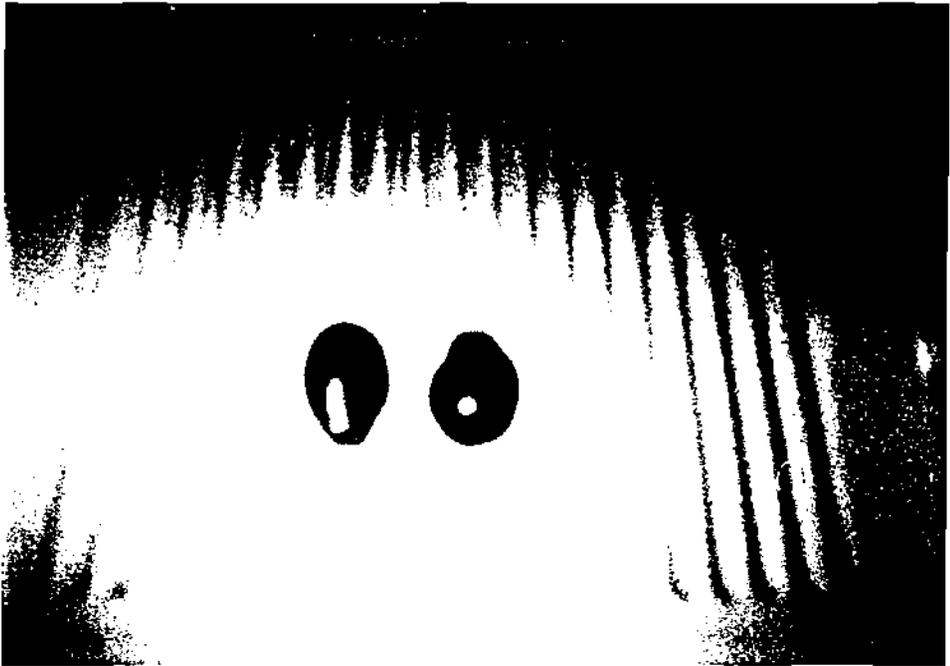


PHOTO 5

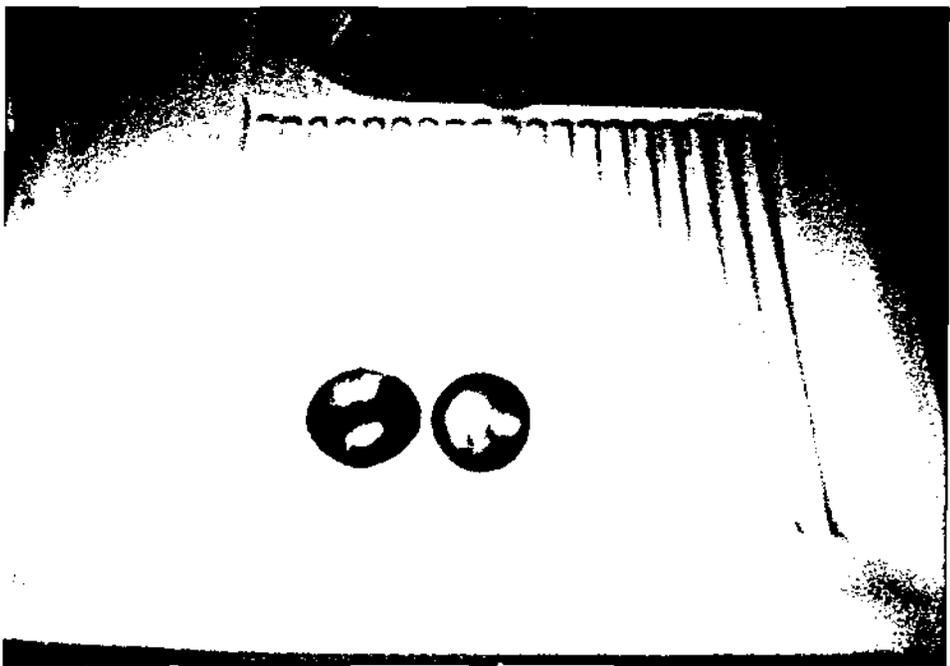


PHOTO 6

1.2. L'oignon: Allium cepa L. var. Violet de Galmi.

Selon COLLUM (1979), l'oignon aurait pour centre d'origine l'Asie Centrale et plus précisément la région située entre le 32 ° et le 40 ° parallèle de latitude nord.

Plante monocotylédone, le genre Allium appartient à la famille des Liliacées et se subdivise en trois sous-genres: Rhizirideum, Allium, et Mélanocrommum regroupant 11 sections.

Et l'espèce cepa selon CAUDERON (1984) fait partie de la section cepa du sous-genre Rhizirideum.

Cette espèce a été introduite en Afrique depuis la première dynastie égyptienne pour atteindre par la suite le sud et l'ouest, notamment le Nigeria, le Bénin, le Burkina Faso, le Mali et la Côte d'Ivoire.

L'oignon violet qui a constitué ici notre matériel végétal et plus particulièrement la variété Violet de Galmi, fait partie avec l'oignon blanchâtre et l'oignon jaunâtre des trois groupes phénotypiques distingués (**ROUAMBA. 1993**).

Seconde production maraîchère nationale après la tomate, la variété d'étude provient de **Goundy** dans la province du Sanguié, qui est par ailleurs une des principales zones d'approvisionnement de la ville de Ouagadougou.

L'oignon est fortement consommé en Afrique de l'Ouest, et notamment au Burkina Faso. La production nationale destinée essentiellement au marché local, connaît des excédents de Décembre à Mars et une pénurie accentuée de Mai à Novembre (annexe 1, 2 et 3).

2. Echantillon et prélèvement.

Dans le souci d'avoir des lots homogènes du point de vue édaphique et des techniques culturales, les deux types d'échantillons utilisés durant nos travaux proviennent chacun d'une même parcelle.

La tomate est récoltée la veille du séchage et sont cueillis les fruits bien fermes de couleur et de maturité intermédiaires.

Un triage a lieu, avant le conditionnement dans une salle du laboratoire- ou règnent des conditions atmosphériques proches de l'atmosphère ambiante- dans des bassines en plastic pour éliminer les fruits présentant des attaques parasitaires, endommagés au cours du transport effectué dans des caissons en bois ou trop mûrs.

L'oignon nous a été acheminé depuis Goundy dans quatre sacs de 50 kg pour l'ensemble de nos essais.

Une manutention est réalisée dans des paniers dans la même salle que la tomate dans des paniers. Un triage est aussi effectué dans ce dernier cas également.

Ainsi tous les matins sont écartés les bulbes présentant des attaques parasitaires, un début ou une décomposition.

Pour chacun des deux types d'échantillons, un prélèvement au hasard est effectué le matin même du séchage et pesé pour déterminer la quantité approximative de produit frais à découper.

Et avant ce traitement, par ailleurs, un dernier triage est réalisé pour n'avoir que des produits entièrement sains lors du traitement ou encore de la préparation.

III. METHODOLOGIE DE SECHAGE.

1. Préparation.

La préparation, comme l'indique les fiches techniques consignées aux pages suivantes, consiste à un lavage dans de l'eau bien propre et à un découpage avec des couteaux inoxydables.

La tomate comme l'oignon sont découpés en des lamelles inférieures à 7 mm d'épaisseur.

2. Procédures de séchage et prélèvement.

Le séchage a été réalisé au sein de la chambre de commerce du Ministère du Commerce et de l'Industrie sise à la gare ferroviaire de Ouagadougou ou un espace, bien ensoleillé et bien aéré (donc naturel), a été délimité et clôturé par un fil de fer enroulé sur des piquets. Des gravillons sont étalés dans cette aire qui va accueillir les séchoirs.

Orientés dans la direction Est-Ouest, les trois types de séchoirs sont autant que possible en même temps chargés sur la base imposée de 2,5 kg de produit frais au mètre carré.

Le tableau 3 donne les différentes quantités correspondantes par type de séchoir.

Tableau 3: SURFACES D'ETALAGE DES DIFFERENTS SECHOIRS UTILISES ET LES QUANTITES DE PRODUIT FRAIS RESPECTIVEMENT APPLIQUEES.

	Nombre de claies de séchage	Surface totale d'étalage (en m2)	Quantité de produit frais utilisé (en kg)
S I	1	~ 1,3	3,25
S' II	2	~ 1,2	3,00
S III	3	~ 3	7,50

FICHE TECHNIQUE SUR LA TOMATE

PRODUITS NECESSAIRES

- Tomate fraîche, bien ferme, de bon état sanitaire et non endommagée
- Eau propre
- Couteaux inoxydables
- Seaux et ou bassines bien propres

TRAVAUX PRELIMINAIRES

- Laver bien le séchoir et les claies avec de l'eau propre et du savon à l'aide d'un chiffon bien doux
- Bien les rincer et bien disposer les claies dans le séchoir
- Fermer le séchoir et le disposer au soleil

PREPARATION

- Laver les tomates
- Couper les tomates en deux dans le sens de la longueur
- Enlever les pépins et le jus
- Les couper en lamelles de 5 à 7 mm d'épaisseur
- Les mettre directement dans le séchoir

FICHE TECHNIQUE SUR L'OIGNON

PRODUITS NECESSAIRES

- Bulbes d'oignon bien matures, de bon état sanitaire et non endommagés
- Eau propre, un peu tiède pour atténuer les larmoiements
- Couteaux inoxydables
- Seaux et ou bassines bien propres

TRAVAUX PRELIMINAIRES

- Laver bien le séchoir et les claies avec de l'eau propre et du savon à l'aide d'un chiffon bien doux
- Bien les rincer et bien disposer les claies dans le séchoir
- Fermer le séchoir et le disposer au soleil

PREPARATION

- Eplucher les oignons en enlevant les deux ou trois premières écailles extérieures
- Les couper en deux dans le sens de la fausse tigelle et du plateau
- Les découper en lamelles de 5 à 7 mm d'épaisseur
- Les mettre directement dans le séchoir.

Des essais pilotes réalisés ont confirmé les durées de séchage moyennes au niveau de la tomate et de l'oignon.

Cette durée de séchage pour ces deux types de produits est moyenne de 96 heures.

Les paramètres mesurés sont la température à l'intérieur et à l'extérieur des séchoirs, l'humidité relative atmosphérique, la ventilation ambiante et l'ensoleillement.

Les températures sont mesurées à l'aide d'un thermomètre à thermocouple tous les jours de séchage à des périodes données: 7h30 ; 12h30 et 17h30 (annexe 7).

Quant aux autres mesures, elles ont été fournies par l'Institut Burkinabé de l'Energie (annexe 8).

Les essais ont débuté en Novembre 1993 pour s'arrêter en Avril 1994.

Les prélèvements pour les différentes analyses sont effectués au hasard et réalisés dans des conditions à éviter le contact entre produits issus de différents séchoirs.

Ces prélèvements sont ainsi effectués avec des sachets de type polyéthylène 20 microns qui sont jetés après utilisation.

Ces prélèvements une fois réalisés sont avant nos analyses bien mélangés et trois échantillons sont à chaque fois effectués au niveau des produits frais et aussi dans le cas des produits séchés par les différents types de séchoirs solaires utilisés.

Cela permet de réaliser ensuite huit lots au niveau de chaque échantillon et ces analyses ont été répétées plus de trois fois au niveau de chaque essai de séchage.

IV. METHODES ANALYTIQUES.

Ces méthodes d'analyse ont concerné les produits frais et sur les produits obtenus en fin de séchage à travers nos trois types de séchoirs solaires.

Nos échantillons ont été précisément constitués par les produits frais découpés prêts à être disposés sur les claies de séchage.

1. Etude nutritionnelle.

1.1. Dosage des protéines totales.

Les protéines totales ont été déterminées selon la méthode KJELDAHL (**DEYNIE et Coll. 1981**) qui consiste à une minéralisation, à une distillation et à une titration à l'acide sulfurique 0,05N.

1.2. Dosage des sucres totaux.

Ce dosage est réalisé selon la méthode à l'orcinol sulfurique préconisée par **MONTREUIL et SPIK (1969)**

Les teneurs en sucres totaux sont exprimées en équivalent D-Glucose.

1.3 Dosage des cendres totales

Les cendres totales ont été déterminées par la méthode de référence pratique (NF-V-03-760 de Décembre 1981) à 550°C (**GODON et LOISEL. 1984**).

1.4. Détermination de la teneur en eau.

La méthode utilisée est celle de l'étuvage à 103°C pendant 5 heures.

1.5. Détermination de la matière sèche

La matière sèche a été déterminée par la méthode d'étuvage à 104°C pendant 4 heures selon la méthode ISO 5984-1978 (E) et ISO 6496.

1.6. Détermination de l'activité de l'eau.

La mesure de l'activité de l'eau est réalisée en enfermant environ 2 à 5 g d'échantillon dans une cellule composante d'un appareillage électronique à écran AWX 3001 EBRO. Après un minimum de 1h30, la lecture est faite sur l'écran d'affichage.

1.7. Détermination du pH.

Cette détermination a été réalisée selon la méthode **AFNOR (1986)** par un pH-mètre de laboratoire à microprocesseur HI 8520 Hanna instruments.

1.8. Dosage de la vitamine C totale.

La vitamine C totale a été dosée selon la méthode colorimétrique de ROE et KUETHER (**SAWADODOGO. 1993**) qui a consisté dans ce cas à une extraction et une oxydation directes. La lecture est faite au spectrophotomètre à 540 nm.

2. Etat sanitaire des produits séchés.

La constitution de la tomate et de l'oignon : la grande teneur relative en eau et l'acidité notamment, fait de ces produits un milieu propice au développement des bactéries, des levures et des moisissures.

Cette étude a concerné essentiellement les produits enfin de séchage qui ont des activités de l'eau inférieures à 0,600.

Selon **SCOTT (1957)**, l'activité de l'eau maximale à laquelle les bactéries sont susceptibles de se développer est de 0,91.

Et par ailleurs selon **SAWADOGO (1993)**, cette constitution signalée ci-dessus, par assimilation à la mangue, fait d'eux un milieu de prédilection des levures et moisissures qui abondent dans l'air.

Ainsi seront essentiellement dénombrées les levures et les moisissures.

Deux types d'analyses ont concerné cette partie, c'est notamment d'une part le dénombrement des levures et moisissures et d'autre part l'appréciation des impuretés en fin de séchage.

2.1. Le dénombrement des levures et moisissures.

Le dénombrement des levures et des moisissures a été réalisé par le milieu Sabouraud dont la composition est ci-dessous indiquée:

MILIEU SABOURAUD

(milieu liquide)

Peptone pancréatique	5g
Peptone tripsique	5g
Glucose	20g
Eau distillée	qsd 1000ml

pH = 6,5

Le milieu est gélosé à 2% et le chloramphénicol est ajouté au milieu à 45 °C avant de le couler dans les boîtes de pétri.

Le milieu est stérilisé à 120 °C à l'autoclave pendant 20 mn

Le dénombrement a été fait selon la méthode d'énumération directe.

Il nous donne un nombre de germes au gramme à travers la formule de calcul suivante:

$$\text{Taux en germes (germes / g)} = \frac{V + PE}{PE} \times N \times C$$

PE = masse de prise d'essai (en g)

V = volume en ml de l'eau d'immersion de la prise d'essai

N = Nombre de germes énumérés

C = Facteur de dilution

2.2. Appréciation visuelle des impuretés en fin de séchage.

Les séchoirs solaires sont naturellement disposés c'est-à-dire qu'aucune mesure de protection excepté la constitution même des différents de séchoirs.

Cette section consiste à une observation directe et une identification visuelle des impuretés rencontrées sur les produits séchés ou dans les séchoirs.

CHAPITRE II.: RESULTATS ET DISCUSSIONS.

I. DYNAMIQUE DE SECHAGE

1. Le séchage

Le séchage consiste à éliminer par évaporation dans l'air environnant l'eau à la surface du produit.

L'air contient de la vapeur d'eau et a la propriété d'en absorber. Toutefois, l'humidité l'air varie en fonction de la température.

Le principe fondamental est qu'au fur et à mesure que la température de l'air augmente, son humidité relative baisse. C'est ce principe qui est exploité dans la réalisation des séchoirs solaires et qui consiste à augmenter la température de l'air de séchage pour lui permettre une grande capacité d'absorption d'eau.

Le logiciel utilisé pour le traitement de données en vue dessiner nos graphes a été le Havard Graphic.

Il nous a permis d'obtenir ainsi des courbes moyennes.

1.1. Description du séchage et des courbes de séchage

Le séchage regroupe deux principales phases qui indiquent deux niveaux d'élimination de l'eau du produit mis à sécher.

LA PREMIERE PHASE

La première phase se déroule pendant les premières heures de séchage sous des vitesses maximales de séchage. Cela est illustré par les grandes pertes d'eau obtenues dans un maximum de 48 heures de séchage et représentée l'allure d'une droite à l'observation des courbes Fig 4, 5, 6 et 7.

Cette phase correspond à l'élimination de l'eau libre qui représente selon **CHEFTEL et Coll.** (**Tome 1 1992**), la majeure partie de l'eau des aliments frais.

Cette eau se trouve sous la forme de gels à l'intérieur des cellules et dans les espaces intercellulaires et s'évapore très facilement.

En effet après 48 heures de séchage plus de 60% d'eau de la tomate ou de l'oignon sont éliminés. Et lorsque de bonnes conditions de ventilation et d'ensoleillement sont réunies, déjà à partir de 24 heures de séchage en moyenne plus de 50% d'eau des produits sont éliminés.

Divers mécanismes interviennent dans cette élimination de l'eau de la tomate et de l'oignon. Ce sont notamment la diffusion de l'eau due à des gradients de concentration, les mouvements de l'eau liquide sous l'influence de forces capillaires et les mouvements d'eau liquide causés par la concentration du produit au cours du séchage.

DEUXIEME PHASE

L'observation des courbes Fig 4, 5, 6 et 6 à partir de 48 heures de séchage montre un ralentissement dans la cinétique du séchage qui tend vers des valeurs limites. Cela est illustré par une phase presque horizontale.

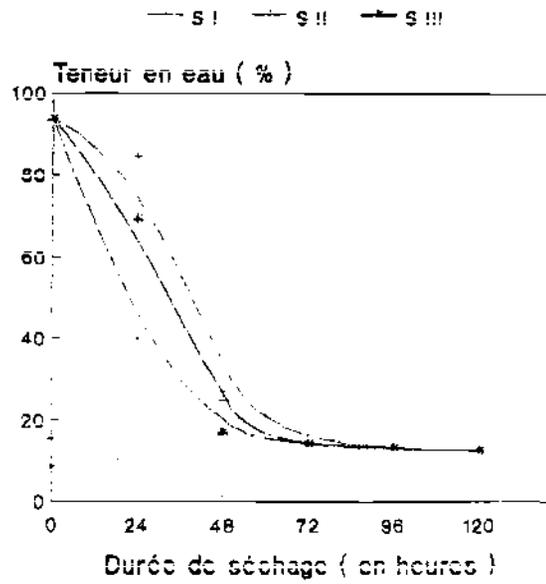


Fig 4: EVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DE LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR TYP DE SECHOIRS (ESSAI 1)

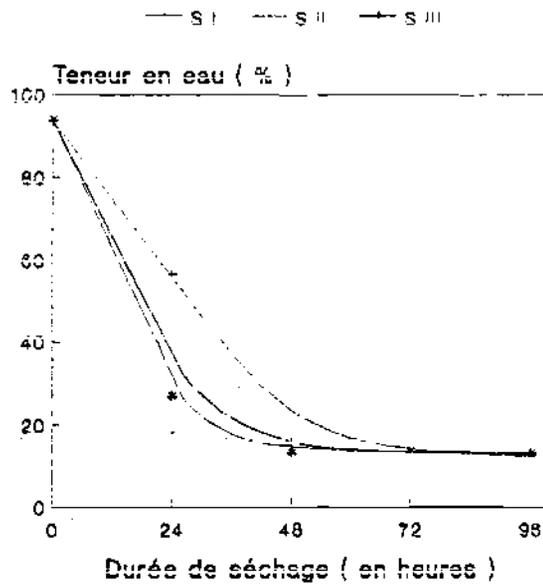


Fig 5: EVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DE LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR TYP DE SECHOIRS.(ESSAI 2)

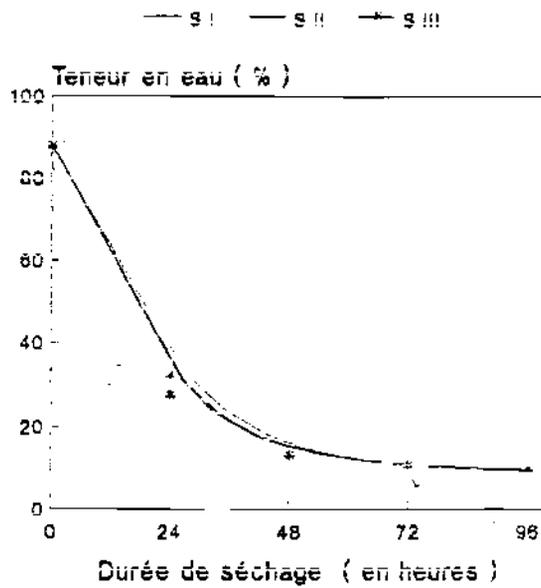


Fig 6: EVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DE L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR TYPE DE SECHOIRS (ESSAI 1)

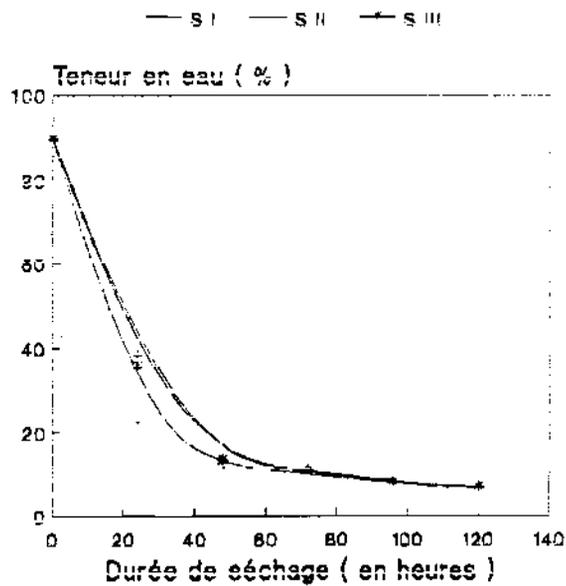


Fig 7: EVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DE L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR TYPE DE SECHOIRS (ESSAI 2)

La surface des produits ne contenant plus d'eau libre, la pression de vapeur d'eau également à ce niveau diminue progressivement. Tout cela correspond à une baisse de la quantité perdue par ces produits. Cela est illustré par les tableaux à l'annexe 6.

Les humidités initiales des produits qui étaient entre 90 et 94% pour la tomate et 87 et 89% pour l'oignon sont en fin de séchage respectivement comprises entre 13 et 12% et entre 9 et 6%.

Ces valeurs correspondent bien à celles préconisées par le BIT (n° 13) précédemment évoqué dans le cas des légumes séchés.

Ces teneurs résiduelles en eau varient pour un même produit pour différents essais réalisés à des dates également différentes et varient aussi en fonction du type de produit (annexe 6).

Cette différence est due aux conditions atmosphériques différentes de séchage (annexe 8) et est liée aussi à la nature du produit utilisé.

Par ailleurs, nos activités de l'eau qui correspondent à cette diminution de l'humidité de la tomate et de l'oignon, elles, se situent en fin de séchage en dessous de 0,350(annexe 6). Elles correspondent aux résultats **COULIBALY (1986)** dans la fourchette de l'optimum.

La première phase de séchage est toujours beaucoup plus rapide que la seconde phase, l'eau libre étant facilement éliminée.

Toutefois **BIMBENET (1978)** distingue trois périodes de séchage dénommées la période 0, la période 1 et la période 2 par assimilation à la théorie classique relative au séchage de la cellulose:

PERIODE 0

Cette période correspond à la durée de mise en température qui n'est cependant pas assez facilement perceptible.

Elle se déroule lorsque les dimensions du produit deviennent importantes, de l'ordre de quelques centimètres ou lorsque l'écart entre la température du produit et celle de l'extérieur est grand (de l'ordre de dizaines de °C) _____

PERIODE 1

Cette étape correspond à l'évaporation de l'eau libre à la surface du produit.
 Cette période correspond à la première phase traitée ci-dessus.

PERIODE 2

Cette période correspond au ralentissement de l'élimination de l'eau à la précédente phase 2.

En effet, après avoir atteint une teneur en eau suffisamment basse, est observé un ralentissement de l'élimination de l'eau lorsqu'il n'y a plus de l'eau libre à la surface du produit.

Ce ralentissement constaté au cours de la phase ou période 2 s'explique notamment par:

- la résistance des parois cellulaires qui peut empêcher la montée de l'eau vers la surface du produit,
- les effets des corps solubles qui peuvent se concentrer à la surface du produit après avoir accompagné l'eau libre durant la période 1.

Ces corps solubles notamment les sucres sont capables en effet d'obstruer les pores du produit limitant son élimination vers la surface.

1.2. Le rendement à la préparation

La tomate et l'oignon découpés et prêts à être disposés sur les claies de séchage représentent respectivement 65 à 80% et 75% du produit frais récolté.

Les résidus de préparation sont ainsi de 20 à 35 % pour la tomate et de 25% pour l'oignon.

Ces résidus sont représentés dans le cas de la tomate par le jus interne constitué des grains et de la petite masse épaisse, et aussi de quelques résidus de la partie inférieure et de la partie supérieure. Quant à l'oignon, ce sont les deux ou trois premières écailles externes (non comestibles), le plateau accompagné des racines et la fausse tige qui ont constitué les résidus.

1.3. La perte de masse

A l'élimination de l'eau du produit au cours du séchage correspond une perte de masse ou de poids des produits mis à sécher.

Cela peut se réaliser ainsi par des pesés qui sont possibles d'être réalisées à tout moment et permettre aussi de suivre la cinétique de séchage des produits.

Ces mesures peuvent par ailleurs permettre le calcul du rendement de séchage.

2. Evolution du séchage par claie par séchoir.

Les claies de séchage dans le séchoir coquillage comme dans le séchoir tente ont une disposition étagée. Les claies supérieures éliminent le plus d'eau au cours du séchage et par conséquent, les produits à ce niveau séchent plus rapidement (Fig 8; 9; 10 et 11).

Cela s'explique par leur position supérieure qui leur permet de bénéficier de hautes températures et de la bonne circulation d'air.

Toutefois, cette stratification des claies n'a, contrairement au séchoir tente, aucune incidence sur l'uniformisation du séchage dans le cas du séchoir coquillage (Fig 8; 9; 10; 11).

En effet dès le deuxième jour de séchage, il est opéré au niveau du séchoir coquillage une permutation des claies de séchage. Cette permutation est rendue possible par le fait que les claies de séchage à ce niveau sont de même dimension: S II C1 prend la place de S II C2 et vice versa.

Ainsi en fin de séchage, la teneur en eau des produits est la même approximativement au niveau du séchoir coquillage (annexe 5).

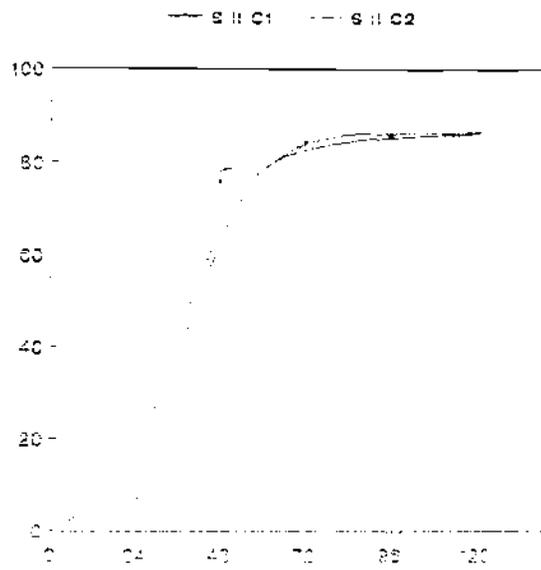


Fig 8: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR CLAIE / S II (ESSAI 1)

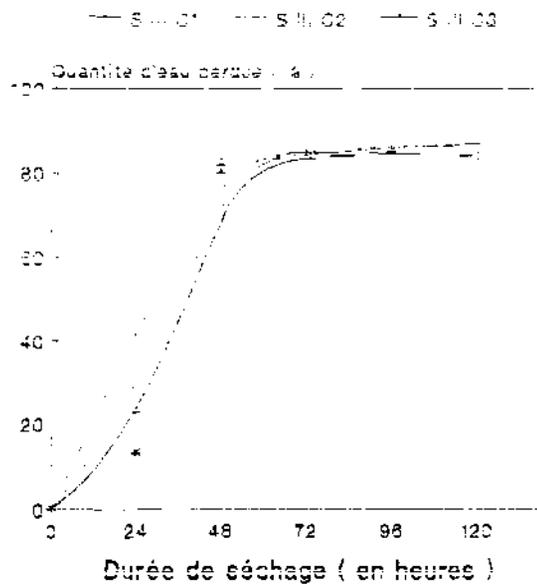


Fig 9: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR CLAIE / S III (ESSAI 1)

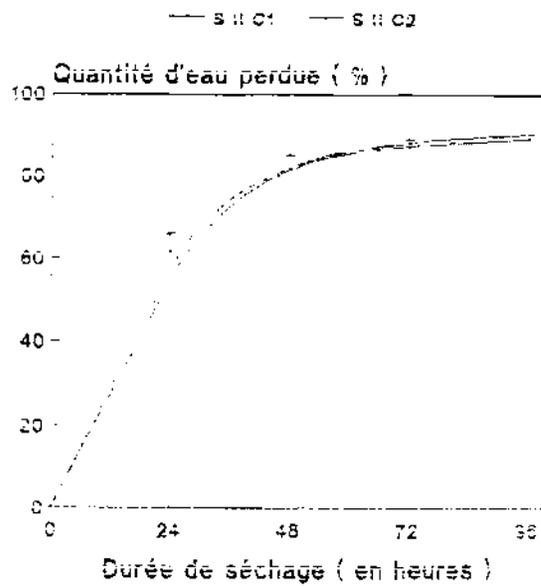


Fig 10: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR CLAIE / S II (ESSAI 1)

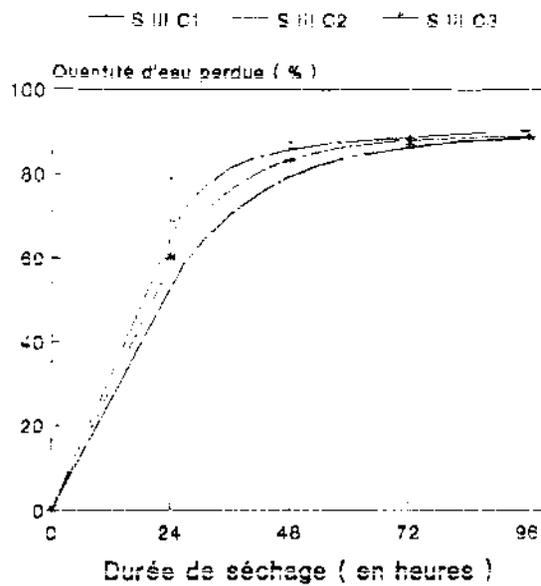


Fig 11: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR CLAIE / S III (ESSAI 1)

3. Evolution du séchage en fonction des différents types de séchoirs.

A l'observation des courbes Fig 12; 13; 14 et 15 ou annexe 5, on constate que plus de 50% sont perdus après 24 heures de séchage par la tomate ou l'oignon au niveau du séchage traditionnel, ce témoignent de la rapidité du séchage; alors que l'élimination est plus lente au niveau de S II que de S III.

Le séchage traditionnel, dont la constitution a été évoquée plus haut bénéficie de conditions particulières qui lui permettent d'éliminer le maximum d'eau en peu de temps.

Exposés au soleil, les produits dans ce dernier cas le sont aussi à la ventilation naturelle. Ce qui leur permet ainsi de perdre le maximum d'eau durant les premières heures de séchage.

Ainsi, les produits étalés au niveau de S I sèchent plus rapidement que ceux de S III et suit le S II.

La constitution des séchoirs solaires empêche une élimination importante de l'eau des produits mis à sécher.

Les activités de l'eau avoisinent ainsi le maximum (annexe 5).

Ces résultats concordent avec ceux de **CHEFTEL et Coll. (Tome 1 1992)** : l'activité de l'eau avoisine le maximum lorsque la teneur en eau n'est pas inférieure à 50%.

Cependant après 48 heures de séchage, la cinétique de séchage se rapproche pour donner en fin de séchage des teneurs résiduelles en eau qui ne montrent pas une grande différence pour tous les types séchoirs.

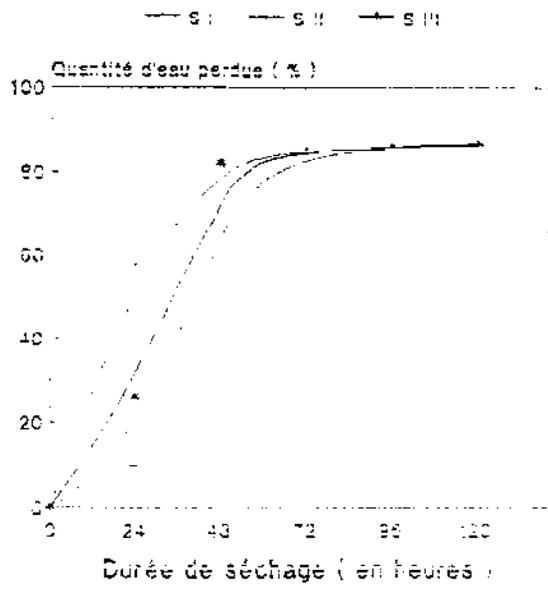


Fig12: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR SECHOIR (ESSAI 1)

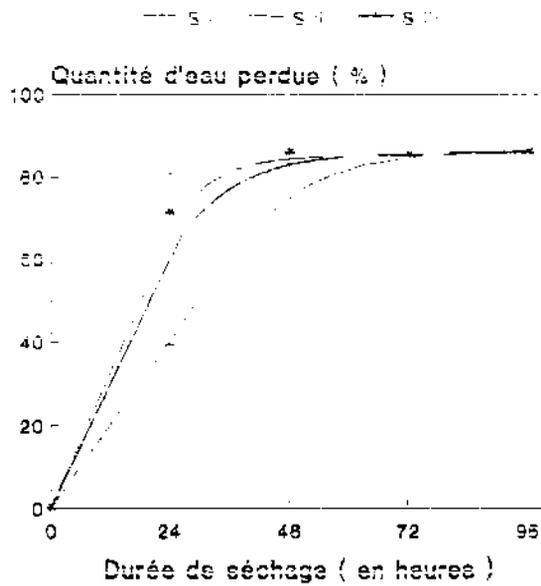


Fig13: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR SECHOIR (ESSAI 2)

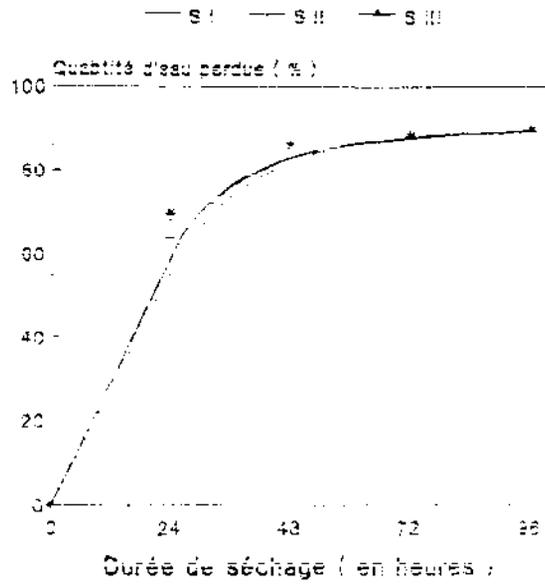


Fig 14: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR SECHOIR (ESSAI 1)

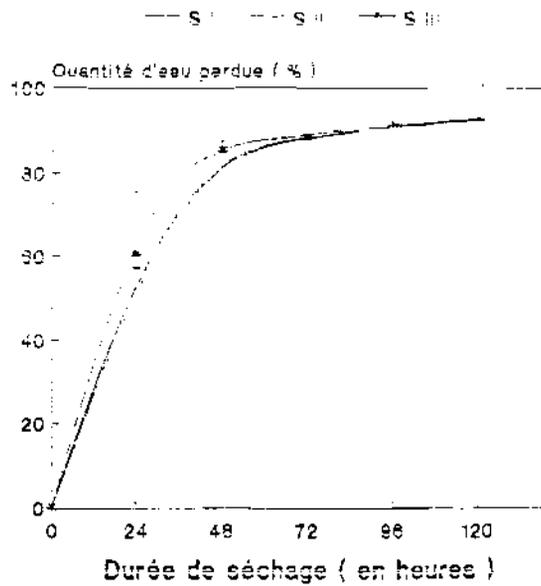


Fig 15: CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR SECHOIR (ESSAI 2)

II. LES EFFETS DU SECHAGE SUR LA QUALITE DES PRODUITS SECHES

1. La qualité nutritionnelle

1.1. Les protéines totales.

Les teneurs moyennes en protéines totales établies sur les produits frais sont de 17,72 et 10,25 g / 100g de matière sèche respectivement pour la tomate et l'oignon frais. Les résultats d'analyses sur les produits séchés montrent une stabilité au niveau de ces protéines aux différentes températures de séchage des différents types de séchoirs.

Ces résultats correspondent à ceux de **BIMBENET et Coll. (1966)**. Les protéines risquent une dénaturation chaque fois que la température du produit humide avoisine ou dépasse le seuil maximal de 80°C. Cette dénaturation ne saurait se produire à travers l'utilisation de ces séchoirs essentiellement solaires qui présente des températures nettement inférieures à ce seuil (annexe 7).

1.2. Les sucres totaux.

Les analyses ont donnée à ce niveau des valeurs moyennes en sucres totaux de 56,33 et 110,38 g / 100g de matière sèche respectivement pour la tomate et pour l'oignon découpés prêts à être disposés sur les claies de séchage.

A l'observation des résultats consignés dans des tableaux 4.1 et 4.2, aucune modification notable n'est constatée à l'issue du séchage des produits séchés pour les différents types de séchoirs utilisés. Cela est par ailleurs illustré par les figures Fig 16 et 17.

Tableau 4: TENEURS MOYENNES EN SUCRES TOTAUX / CENDRES TOTALES ET EN VITAMINE C TOTALE DES PRODUITS FRAIS DECOUPEES ET DES PRODUITS SECHES ISSUS DE CHAQUE TYPE DE SECHOIRS SOLAIRES.

4.1/ cas de la tomate

TYPE DE PRODUIT		SUCRE TOTAUX (g/ 100g de M.S)	CENDRES TOTALES (%)	VITAMINE C TOTALE (mg/100g de M.C)
TOMATE FRAICHE DECOUPEE		56,33	10,00	519,46
TOMATE EN FIN DE SECHAGE	SI	56,1	12,25	280,64
	SII	55,72	10,12	358,05
	SIII	56,03	10,13	255,18

4.2/ cas de l'oignon

TYPE DE PRODUIT		SUCRE TOTAUX (g/100g de M.S)	CENDRES TOTALES (%)	VITAMINE C TOTAL (mg/100g de M.C)
OIGNON FRAIS DECOUPEE		110,38	3,08	199,17
OIGNON EN FIN DE SECHAGE	SI	110,04	3,68	105,06
	SII	109,17	3,55	154,43
	SIII	107,78	3,41	96,38

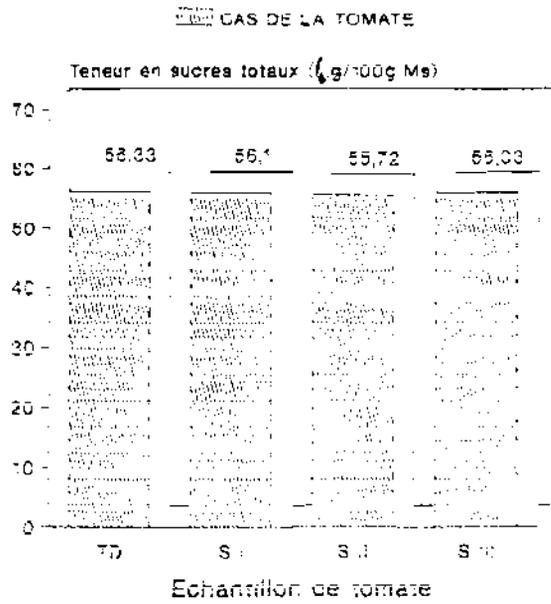


Fig16 TENEURS EN SUCRES TOTAUX DE LA TOMATE FRAICHE ET DE LA TOMATE SECHEE PAR TYPE DE SECHOIRS.

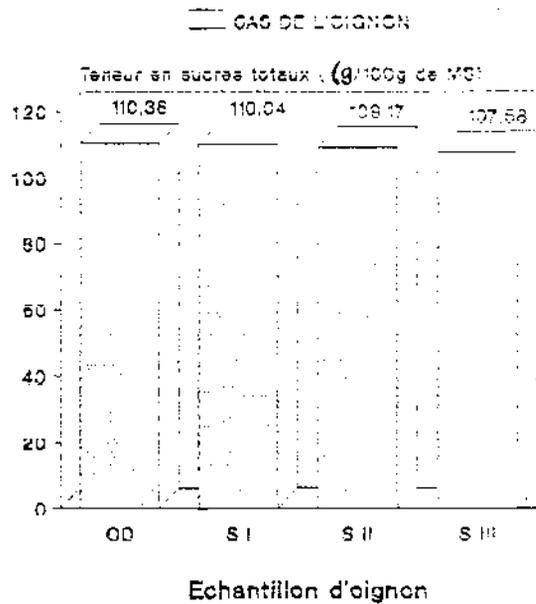


Fig17 TENEURS EN SUCRES TOTAUX DE L'OIGNON FRAIS ET DE L'OIGNON SECHE PAR TYPE DE SECHOIRS.

1.3. Les cendres.

Les cendres constituent par définition le résidu solide restant après la combustion en l'occurrence d'un produit biologique.

Les cendres se composent uniquement de la matière minérale renfermant l'ensemble des sels minéraux, constituants solides d'un corps biologique.

Les analyses ont donné à ce niveau des valeurs moyennes en cendres totales de 10% pour la tomate fraîche découpée et de 3,08% pour l'oignon frais découpé.

Celles obtenues en fin de séchage, à l'observation des tableaux 4.1 et 4.2, montrent une stabilité au niveau des cendres totales pour chaque type de produit et pour les différents types de séchoirs utilisés.

Ces résultats ont été par ailleurs vérifiés au niveau du laboratoire de Nutrition Animale de L'I.D.R et cela confirme nos valeurs qui se rapprochent respectivement des teneurs initiales en cendres de la tomate et de l'oignon.

Cette stabilité des cendres totales à l'issue du séchage pour ces différents types de séchoirs à des températures de séchage fluctuant en dessous de 60 °C (annexe 7) est liée à leur solidité qui leur confère ce caractère de stabilité.

Cela correspond bien aux résultats de **CHEFTEL et Coll. (Tome 2 1992)**, dans l'énumération des facteurs susceptibles d'influer sur la teneur en éléments minéraux, le séchage n'occasionne pas de pertes.

Cependant à l'observation des figures Fig 18 et 19, les graphes présentent pour les deux types de produits biologiques utilisés des écarts de pics pour les différents types de séchoirs pour un même produit comparés celui du produit frais.

Par ailleurs une importance très perceptible et caractéristique au niveau du séchage traditionnel.

Les produits n'étant pas exempts de contaminations ou de poussières et autres, la calcination de ces éléments peut influer sur les teneurs réelles en cendres des produits séchés. Une stratification dans l'observation de ces différents pour un même produit est traitée un peu plus loin.

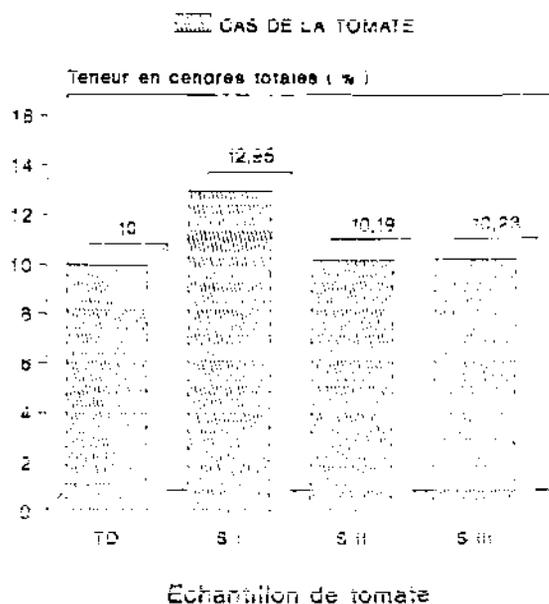


Fig 10: TENEURS EN CENDRES TOTALES DE LA TOMATE FRAICHE ET DE LA TOMATE SECHEE PAR TYPE DE SECHOIRS.

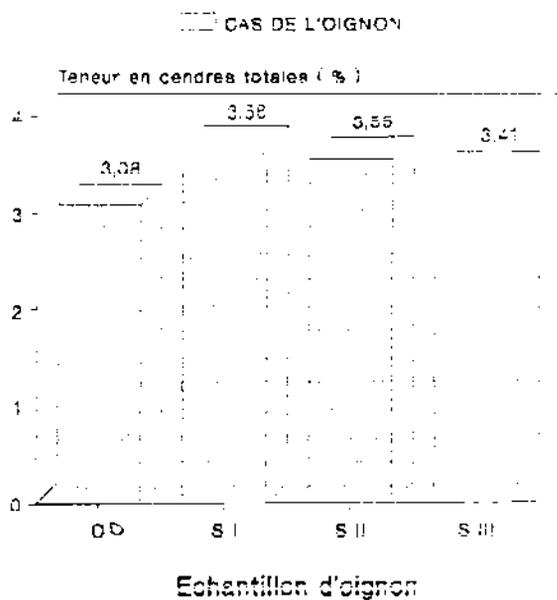


Fig 11: TENEURS EN CENDRES TOTALES DE LA TOMATE FRAICHE ET DE LA TOMATE SECHEE PAR TYPE DE SECHOIRS.

1.4. La vitamine C.

La vitamine C est en terme de teneur vitamine la plus importante aux des légumes notamment au niveau de la tomate et de l'oignon.

Nos résultats, qui ont été vérifiés au niveau du Laboratoire de Biotechnologie et de Technologie Alimentaire de la F.A.S.T, donnent des teneurs en vitamine C totale de 519,46mg / 100g de matière sèche pour la tomate fraîche découpée et de 199,17mg / 100g de matière sèche dans le cas de l'oignon frais prêt à être disposé sur les claies de séchage.

A l'observation des valeurs à l'issue du séchage consignées dans les tableaux 4. 1 et 4., 2 et par ailleurs représentées par les graphes Fig 20 et 21, une importante diminution de la teneur respective en vitamine C totale initiale est constatée.

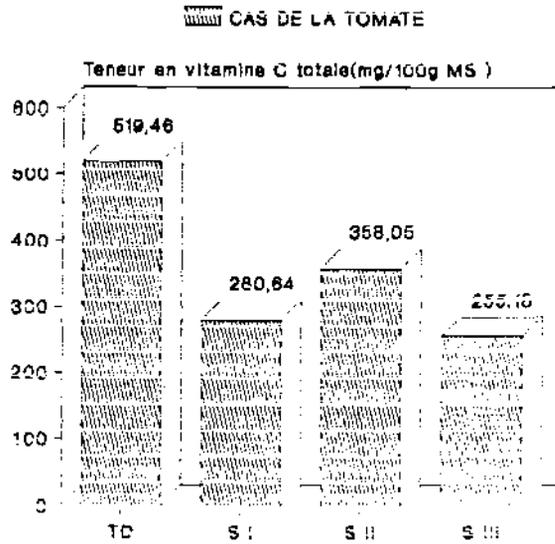
Cette diminution qui s'apparente à une dégradation au cours du séchage n'est cependant la même en fonction des différents types de séchoirs utilisés pour un même produit.

Cette destruction de l'acide ascorbique est, en effet pour les deux types de produits ensemble considérés, en moyenne en dessous de 35% au niveau de S II contre plus de 45% au niveau de S I et plus de moins de 50% dans le cas de S III.

Cela correspond à un meilleur taux moyen de préservation de la vitamine C totale au niveau de S II comme l'indique le tableau 5.

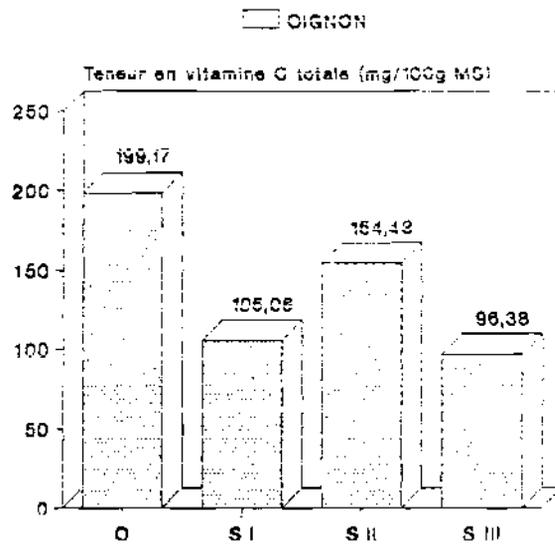
Tableau 5: TAUX DE PRESERVATION MOYEN DE LA VITAMINE C TOTALE PAR PRODUIT ET PAR SECHOIR.

PRODUIT SECHE	S I	S II	S III
Tomate	54,03	68,93%	49,14%
Oignon	52,75%	77,54%	48,84%



Echantillon de tomate

Fig 20: TENEURS EN VITAMINE C TOTALE DE LA TOMATE FRAICHE ET DE LA TOMATE SECH PAR TYPE DE SECHOIRS.



Echantillon d'oignon

Fig 21: TENEURS EN VITAMINE C TOTALE DE L'OIGNON FRAIS ET DE L'OIGNON SECH PAR TYPE DE SECHOIRS.

Vitamine thermo-instable, la vitamine C est détruite par oxydation catalysée par la lumière.

Cette évolution au cours du séchage correspond aux résultats de **GNAKRI** et de **CHEFTEL et Coll. (Tome 2 1992)**.

Cette différence de préservation de la vitamine C totale est relative aux principes différents de fonctionnement des types de séchoirs solaires utilisés.

Le séchoir coquillage est un séchoir solaire indirect et comme défini plus haut, les produits mis à sécher à ce niveau sont à l'abri de la lumière et des rayonnements solaires contrairement aux séchoirs S I et S III.

Aussi, les températures à l'intérieur de S II sont nettement inférieures à 60 °C et en deçà de celles mesurées au niveau du séchoir tente mais par contre au dessus de celles de S I. Cette augmentation de températures à l'intérieur de S III s'explique par l'action du film plastique au passage des rayonnements solaires.

En effet par l'effet de serre, s'il y a une amélioration du bilan radiatif par une élévation de températures au niveau du séchoir tente qui a cependant des inconvénients sur la qualité des produits.

Ce sont notamment les risques d'excéder les températures admises par le produit à sécher (annexe 4).

Ces grandes perte au niveau de S I et de S III et cette meilleure préservation dans le cas de S II correspondent aux résultats du **BIT (n ° 13 1990)** et aussi ceux du **GRET-GERES**.

1.5. Le pH.

Les essais ont donné des résultats différents au niveau de la détermination du pH relatifs aux différents stades dont ont été réalisées les cueillettes dans le cas ici de la tomate. L'essai 1 a donné un résultat de 4,25 et 4,41 pour l'essai 2.

Cette fluctuation est aussi obtenue au niveau de l'oignon ou l'essai 1 donne un résultat de 5,26.

Toutefois, ces valeurs nous renseignent sur le caractère acide de la tomate et de l'oignon.

2. Etat sanitaire des produits séchés.

La tomate et l'oignon par leur grande teneur relative en eau et leur caractère acide sont des milieux favorables au développement des levures et moisissures.

A l'observation des tableaux 6.I, on constate la tomate et l'oignon séchés en fin de séchage ne sont pas exempts de contamination fongique.

Mais dans l'appréciation globale des résultats, le taux en germes qui est inférieur à 10^6 germes / g.

Cette prolifération n'entrave la qualité de ces produits séchés. Ils sont sans danger quant à leur consommation.

Ces résultats, qui sont largement en dessous de 10^7 germes / g correspondent à ceux de (**ICMSF. 1978**) et mieux de **ELLIOT et MICHEMER. (1961)**.

A l'observation des résultats par type de produit, ressort une relative prolifération de germes au niveau de la tomate.

Cette contamination, qui certes dépend de la charge initiale, mais est aussi fonction de la performance des séchoirs.

La nature du produit utilisé est, aussi pour une grande part, responsable de cette différence de contamination.

En effet la particulière prolifération fongique au niveau de la tomate s'explique par la fragilité du matériel qui est plus susceptible à la contamination.

En fin de séchage, nos humidités au niveau des produits séchés sont de l'ordre de 13 à 12% au niveau de la tomate, mais sont comprises entre 9 et 6% dans le cas de l'oignon.

Les différentes et variables teneurs résiduelles en eau obtenues en fin de séchage sont un support pour la prolifération des levures et moisissures.

Ces humidités finales obtenues à travers des cinétiques plus ou moins conformes en sont les principaux facteurs.

La prolifération de germes de la tomate correspond aux résultats de **DERACHE (1986)**: si l'humidité résiduelle du produit est entre 10 et 20%, il n'est pas à l'abri d'une contamination microbienne.

Tableaux 6: ETAT SANITAIRE DES PRODUITS SECHES**I. RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES SUR LA TOMATE ET L'OIGNON SECHES.****a: CAS DE LA TOMATE**

	Levures et Moisissures
S I	6,9 10 ⁵ germes / g:
S II	4,89 10 ⁵ germes / g
S III	4,33 10 ⁵ germes / g

b: CAS DE L'OIGNON.

	Levures et Moisissures
S I	9,45 10 ² germes / g
S II	1,50 10 ³ germes / g
S III	1,16 10 ³ germes / g

Cette grande prolifération des germes comme évoquée ci-dessus dépend pour une large part de la charge initiale en germes du produit.

Les origines de cette contamination sont diverses , multiples et complexes à cerner.

Les facteurs responsables de cette contamination sont très variables et ce sont entre autre les techniques culturales, la nature de l'eau d'irrigation, l'état des sols, les conditions climatiques, l'humidité et la nature du produit.

Du point de vue climatique, on enregistre une fluctuation de température et d'humidité relative qui influent positivement sur le développement des levures et des moisissures.

L'air ambiant et la teneur du produit sont deux facteurs importants de la contamination.

A ces facteurs s'ajoute l'entassement des produits découpés avant la disposition sur les claies de séchage.

Si ces résultats sont assez divergents dans ce volet sur la contamination microbienne, tel n'est pas le cas au niveau de l'appréciation visuelle des impuretés aux vue des résultats consignés dans le Tableau 6 II.

Tableau 6:

II. RESULTATS DE L'APPRECIATION VISUELLE DES IMPURETES
TOMATE ET OIGNON EN FIN DE SECHAGE.

	IMPURETES
S I	Poussières de sable Cadavres d'insectes (mouches notamment) Feuilles mortes
S II	*
S III	*

NB: * la présence de quelques cadavres de mouches est constatée dans le séchoir coquillage due à des erreurs de manipulations.

Une fois ces mouches sont chassées des différents séchoirs avant leur fermeture, le séchoir coquillage et le séchoir tente ne montrent aucune présence de mouches.

Réalisés dans des conditions naturelles, l'ensemble des essais a ressorti une nette abondance d'impuretés de tout genre au niveau de S I, dont la quantification avec un spectrophotomètre aurait permis une bonne appréciation

Exposés à l'air libre, les produits mis à sécher ne sont pas à l'abri des insectes et des intempéries et dont les résultats correspondent à ceux de **GRET - GERES. (1986)** et de **DAGUENET (1988)**.

Ces impuretés ont eu une influence à n'en pas douter sur les teneurs en cendres au niveau du séchage traditionnel qui importe par ailleurs dans la qualité hygiénique du produit. Cela vient ainsi confirmer que les produits séchés traditionnellement ne sont pas à l'abri d'impuretés.

III. AUTRE MODIFICATION: effet mécanique du départ de l'eau.

Au cours du séchage, on constate une contraction de l'aliment illustrée par les photos 6 et 7.

Par le départ de l'eau, est modifié le volume des cellules qui sont, selon **GORLING (1958)**, capables de recroqueviller les morceaux du produit ou même de les fissurer.

La diminution de volume est bien plus grande après un séchage lent qu'un séchage rapide (**VAN ARSDEL et Coll. 1961**).



PHOTO 7

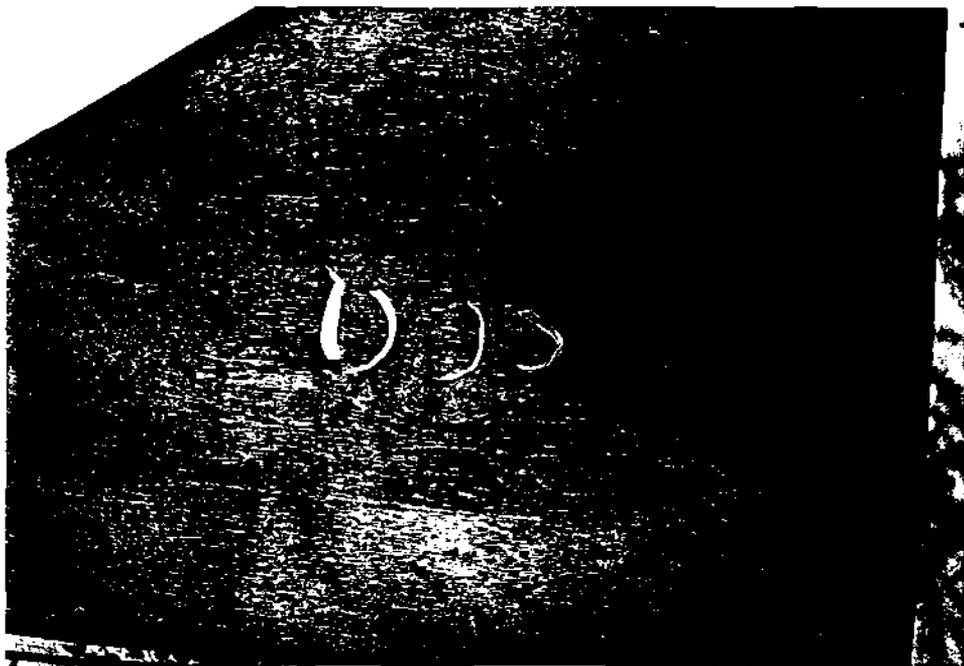


PHOTO-8

PARTIE: III
POSSIBILITES D'AUGMENTER LE RYTHME DE
SECHAGE DU SECHOIR COQUILLAGE

INTRODUCTION

Le séchoir coquillage est un séchoir du type familial, ne pouvant contenir qu'une quantité relativement réduite de produit frais à sécher.

Sans revenir à l'usage d'un séchoir collectif et pour rentabiliser le séchoir, n'existe-t-il pas de possibilités d'augmenter le rythme de séchage tout en préservant les grandes qualités nutritionnelles et garantissant l'état sanitaire des produits séchés?

A cette question, il s'agit de déterminer à quel moment l'on pourrait déplacer les produits mis à sécher depuis les claies principales sur la claie de finition et recharger le séchoir.

Le séchoir coquillage a l'avantage de posséder une troisième claie appelée claie secondaire claie de finition dont l'utilisation se résume au stockage des produits séchés.

Des précédents essais et des résultats sur le terrain obtenus par les femmes de Koumbidia au Sénégal (GERES.), les produits mis à sécher peuvent être déplacés dès le second jour, c'est-à-dire après 48 heures de séchage. Car présentant une teneur en eau en deçà de 15 % en moyenne et une activité de l'eau inférieure à 0,600.

Se basant sur la présence de cette claie de finition et ces expériences, cette étude essaiera au mieux d'optimiser l'existence de cette claie.

L'objectif visé est de pouvoir déplacer les produits dès que ceux-ci auront effectué 48 heures de séchage(au lieu de 96 heures de séchage en moyenne) les deux claies principales. Ceci libère les deux premières claies qui peuvent alors être rechargées de produits frais.

CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES.

I. Matériel de séchage.

Cette étude a concerné **le séchoir coquillage n° 2 version 2** décrit plus haut.

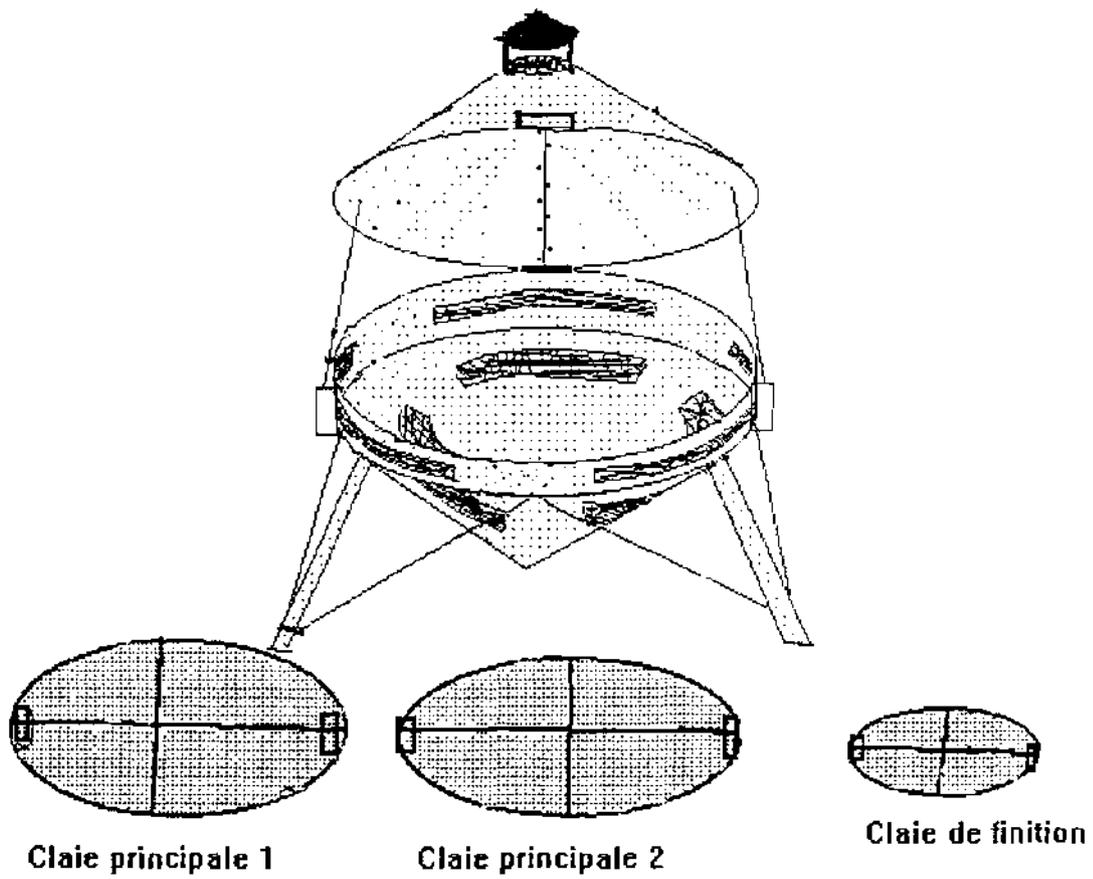


Fig 22 :

LE SECHOIR COQUILLAGE
ET SES DIFFERENTES CLAIES

II. Matériel végétal.

C'est l'oignon: **Allium cepa L. var. violet de Galmi** provenant toujours de la région de Goundy qui a constitué, dans ce dernier volet, notre matériel végétal.

III. Méthodologie.

1. Préparation et procédures de séchage.

Les échantillons ont été préparés comme indiqué précédemment.

Différentes quantités de produit frais au mètre carré ont été utilisées pour, en déterminant les valeurs pour lesquelles il est possible de déplacer les produits mis à sécher, établir la capacité maximale du séchoir.

Ainsi, à partir de la quantité de 2,5 kg au mètre carré initialement utilisée au cours du volet précédent, les quantités ont été doublées et triplées pour déterminer le comportement du produit mis à sécher et celui du séchoir.

Les essais ont été réalisés dans la seconde quinzaine du mois de Février 1994 dont les résultats ont été vérifiés au mois d'Avril.

2. Analyses effectuées.

Pour suivre l'évolution des produits au cours du séchage, les analyses effectuées sont l'humidité des produits et leur activité de l'eau.

Selon **YACIUK (1981)**, les teneurs propices à un bon entreposage se situent entre 13 et 10%.

Pour cette présente étude, nous sommes partis sur la base de produits destinés à la conservation pour être sûr du bon comportement à l'entreposage, les teneurs finales de séchage seront arbitrairement inférieures à 10%.

D'ailleurs selon **DERACHE (1986)**, en dessous de 10% d'humidité résiduelle les produits sont à l'abri de contamination fongique.

CHAPITRE II. RESULTATS ET DISCUSSIONS.

Les résultats à travers l'utilisation de la quantité de 2,5 kg de produit frais au mètre carré, donnent ce qui suit.

Après 48 heures de séchage, les produits mis à sécher ont une teneur en eau oscillant entre 13 et 11% et une activité de l'eau comprise entre 0,500 et 0,300.

Après 96 heures de séchage, le produit déplacé a une teneur en eau finale située autour de 8,65%.

Ces valeurs répondent bien celles que nous sommes imposées plus haut et donc satisfont à ce critère d'entreposage.

Ainsi, on a pu réaliser 6 kg de produit frais en 96 heures au lieu de 3 kg de produit frais: donc une augmentation de 100% en 96 heures de séchage.

Cette quantité de 3 kg soit 2,5 kg / m² de produit frais utilisé répondait initialement à un besoin d'uniformiser les quantités de produits frais au mètre carré, et cela tout au long de la deuxième partie.

A partir cette première quantité qui donne des résultats satisfaisants, les quantités ont été doublées et triplées.

Ainsi, des quantités de 2,5; 5 et 7,5 kg / m² de produit frais soit respectivement 3; 6 et 9 kg de produit frais (Tableau 7.1) ont été réalisées.

Il ressort qu'à partir de 9 kg les claies n'arrivent plus à supporter le chargement. Joint à cela, des difficultés de séchage ont été perçues par l'humidité toujours grande des échantillons et par leur rousseur progressive qu'on a pu constater.

Cela s'explique par le chargement trop excessif du séchoir qui se trouve ainsi confronté à un problème de circulation d'air.

A la quantité de 6 kg, des difficultés de séchage sont rencontrées dans les premiers moments de séchage. Mais à partir de 48 heures de déshydratation, le produit mis à sécher présente une activité de l'eau en dessous de 0,450 et une teneur en eau de 15,06%.

Transféré sur les claies de finition pour un autre chargement, le produit déplacé présente en fin de séchage c'est à dire après 96 heures de séchage, une teneur en eau de 8,74 %.

Tableau 7: TENEURS EN EAU ET ACTIVITES DE L'EAU MOYENNES POUR DIFFERENTES QUANTITES D'OIGNON AU COURS DU SECHAGE

7.1/ CHARGEMENTS DE 2,5 ; 5 ET 7,5 kg/m²

Durée de séchage		2.5kg/m ²	5kg/m ²	7.5kg/m ²
T0	%H	88,00	88,00	88,00
	aw	0,991	0,991	0,991
T1	%H	30,12	42,00	73,14
	aw	0,790	0,791	0,800
T2	%H	12,22	15,06	43,35
	aw	0,352	0,450	0,794
T3	%H	10,33	11,20	21,71
	aw	0,097	0,254	0,701
T4	%H	3,63	3,74	14,00
	aw	0,123	0,231	0,704

7.2/ CHARGEMENTS DE 4,86 ET 5,56kg/m²

Durée de séchage		4.86kg/m ²	5.56kg/m ²
T2	%H	15,17	23,00
	aw	0,459	0,762
T4	%H	3,00	14,51
	aw	0,253	0,439

Mais cette difficulté rencontrée au cours des deux premiers jours de séchage, nous a conduit à orienter les essais suivants entourant la quantité de 6 kg.

Ainsi, ont été choisies arbitrairement les quantités de 4,86 et 5,56 kg / m² de produit frais pour situer les difficultés de séchage.

Ces difficultés sont perçues au niveau du dernier cas et se résument à celles rencontrées dans le cas de 9 kg (Tableau 7.2). Seul le chargement de 4,86 kg/m² a donné un résultat conforme à nos attentes.

Etant dans le cadre d'une exploitation familiale, les quantités de produits testées n'étant pas absolument celles utilisées dans les familles; et ces quantités étant par ailleurs très variables à ce niveau, une autre possibilité a été testée avec des valeurs relativement croissantes à partir de 1,5 kg / m².

Attendre 48 heures pour déplacer le produit mis à sécher ressort une interruption de l'activité pendant 24 heures.

Le but ici est de déterminer à quelle quantité de produit, il serait possible d'effectuer un chargement journalier.

A partir de 1,5 kg / m², des quantités croissantes de produit ont été testées et après 24 heures de séchage, le produit mis à sécher est déplacé sur la claie de finition.

Nos humidités résiduelles en eau se rapprochaient de 12% à la quantité de 3,13 kg / m².

La reprise des essais à ce niveau a donné des résultats satisfaisants en maintenant le produit initialement chargé sur les claies de séchage. Mais il est rangé de côté après 24 heures de séchage pour permettre un même chargement. Et après 48 heures de séchage, il est transféré sur la claie de finition cédant sa surface d'étalage au deuxième chargement, qui est lui rangé à son tour pour le troisième chargement.

Mais déjà à partir du deuxième chargement, la quantité de 3,13 kg / m², cette quantité s'est avérée trop importante par des difficultés d'étalage et de séchage.

Ainsi, à partir du second jour de séchage, le chargement a été réduit au 3/4 de la quantité initiale soit $2,35 \text{ kg} / \text{m}^2$.

A ce niveau des difficultés n'ont pas été constatées et les teneurs résiduelles en eau se rapprochent de 8%, des résultats répondant ainsi à nos attentes.

En somme, le séchoir coquillage n° 2 possède une capacité maximale de chargement en dessous de $7,5 \text{ kg} / \text{m}^2$. Au delà de cette quantité, des difficultés de séchage sont rencontrées des difficultés de séchage par le surchargement du séchoir qui n'arrive pas supporter ces quantités qui lui sont excessives.

L'utilisation de l'oignon a montré qu'il existe des possibilités d'augmentation du rythme de séchage du séchoir coquillage.

Deux possibilités se présentent

C'est notamment déplacer, après 48 heures de séchage, une quantité maximale de $4,86 \text{ kg} / \text{m}^2$ sur la claie de finition et recharger le séchoir.

Cela permet ainsi dans ce premier cas d'utiliser une quantité maximale de $9,72 \text{ kg} / \text{m}^2$ en 96 de séchage.

La seconde possibilité permet, tout en maintenant sur les claies de séchage un chargement maximal initial de $3,13 \text{ kg} / \text{m}^2$, de recharger le séchoir au 3/4 de cette quantité maximale toutes les 24 heures.

Après 48 heures de séchage, le produit mis à sécher est déplacé sur la claie de finition ou s'achèvera sa déshydratation.

Cette dernière possibilité permet l'utilisation d'une quantité maximale de $12,53 \text{ kg} / \text{m}^2$ en 96 heures de séchage.

Une comparaison entre ces deux possibilités montre que la seconde permet de sécher une quantité plus importante de produit que la première.

Par ailleurs si une interruption de 24 heures est marquée dans le premier cas, au niveau de la seconde possibilité, c'est une activité continue donc sans arrêt.

CONCLUSION GENERALE

La tomate et l'oignon ont montré à l'issue du séchage une certaine stabilité au niveau des constituants physico-chimiques: les protéines totales, les sucres totaux et les cendres totales notamment. Ils sont respectivement stabilisés de 17,72g/100g de MS, 56,33g/100g de MS et 10% pour la tomate et 10,25g/100g de MS, 110,38g/100g de MS et 3,08% en ce qui concerne l'oignon.

Les teneurs résiduelles en eau des produits sont compatibles avec la conservation à long terme.

Les seules modifications sont essentiellement au niveau de la vitamine C, de la teneur en eau et de la forme des produits en fin de séchage.

Ces modifications au niveau de la teneur en eau se ramènent à une diminution de l'eau des produits à des teneurs répondant à la conservation à long terme. C'est le fondement même de l'opération de séchage.

La véritable modification à travers ce départ de l'eau est le changement de forme des produits séchés qui se recroquevillent.

La vitamine C est, elle, détruite au cours du séchage et présente des pertes relatives aux séchoirs solaires utilisés.

Cette perte, constatée en fin de séchage, est de l'ordre de 20 à 60%. Elle est relative à la différence de fonctionnement des séchoirs utilisés.

En effet à la différence du séchoir coquillage qui est à l'abri de la lumière et des rayonnements solaires, les produits mis à sécher au niveau du séchoir-claie et du séchoir tente les reçoivent directement.

La dégradation au niveau des séchoirs qui est de moins de 50% pour le séchoir-claie, plus de 50% pour le séchoir tente mais une préservation de plus de 65% pour le séchoir coquillage.

A ces modifications de composition, les produits séchés présentent une contamination fongique relativement en dessous des seuils donc un état sanitaire acceptable.

Mais au niveau du séchage traditionnel, qui est représenté à travers l'utilisation du séchoir-claie et dont les produits sont exposés aux intempéries et aux prédateurs, présente une qualité hygiénique précaire.

L'élargissement des recherches aux autres vitamines (notamment la vitamine A) et à l'identification des sels minéraux qui constituent la qualité nutritionnelle des fruits et légumes offrirait une large gamme d'appréciation.

Aussi il serait important, avant de remédier à certaine contamination souvent importante comme dans le cas de la tomate, d'identifier la nature des micro-organismes et d'établir leur toxicité (production de toxine).

Bon nombre de moisissures font partie selon **DERACHE (1986)** de l'acquis traditionnel technique de préparation de l'homme et l'on ne saurait les condamner sans preuve de leur toxicité.

Le séchoir coquillage qui ressort de cette étude comme un séchoir solaire conservant mieux la qualité des produits, présente par ailleurs deux possibilités dans l'amélioration de son rythme de séchage.

Outre la flore totale, la recherche doit aussi s'intéresser aux pathogènes

Cela a été rendu possible par son avantage de posséder une troisième claie appelée claie de finition d'une dimension de $0,2 \text{ m}^2$ pour le séchoir n° 2 est essentiellement utilisée pour stocker le produit séché.

La première consiste à charger et à déplacer toutes les 48 heures une quantité maximale de $4,86 \text{ kg} / \text{m}^2$ sur la claie de finition. Quant à la seconde possibilité, elle permet d'effectuer un chargement d'une quantité maximale de $3,13 \text{ kg} / \text{m}^2$ et recharger le séchoir au 3/4 toutes les 24 heures.

L'étude, dans son ensemble, a porté sur l'utilisation de la tomate et de l'oignon, et serait intéressant de l'élargir aux autres variétés pour ces mêmes produits et mais aussi aux autres fruits et légumes.

Le séchage montre une grande possibilité d'application au Burkina Faso et concerne une large gamme de fruits et légumes.

Il permettra en outre de développer la production fruitière et maraîchère et aussi en ces périodes de dévaluation la substitution de produits importés.

C'est un moyen de transformation particulièrement adapté en vue non seulement d'une autoconsommation mais aussi de recherche de revenus.

Selon le **BIT (1982)**, c'est la seule technologie susceptible de créer dans les pays sahéliens un assez grand nombre d'emploi tant au niveau de la fabrication des séchoirs, de l'opération de séchage que de la commercialisation.

Il permettra aussi d'améliorer la situation alimentaire et de lutter contre la malnutrition.

Activité essentiellement féminine dans sa petite échelle, le séchage a aussi des applications sur le plan semi-industriel ou des séchoirs artisanaux permettent de sécher simultanément de grandes quantités de produits frais destinés à l'exportation; c'est le cas notamment de la mangue.

Cependant le séchage solaire est une opération complexe qui requiert, pour son succès, un certain nombre de dispositions. Parmi lesquelles sont citées les recommandations ci-dessous:

- * avoir des produits de bonne qualité;

Cette qualité nécessaire dans le succès de l'opération impose d'améliorer les techniques culturales qui sont des plus rudimentaires et assurer un encadrement conséquent des producteurs qui sont la plupart laissés à eux-mêmes;

- * avoir de l'eau et des outils de préparation bien propres et des couteaux inoxydables;

- * laver les séchoirs avant la préparation des produits et les disposés toujours au soleil;

- * la préparation des produits doit commencer assez tôt le matin, toutefois avant la fin de la mi-journée, pour faire évaporer le maximum d'eau et doit être rapide;

- * faire des coupes dont l'épaisseur ne dépasserait pas 7 cm au risque de créer un problème de séchage;

- * la préparation de l'oignon provoquant des larmolements dus à son arôme piquant on peut l'atténuer en opérant dans de l'eau un peu tiède;

- * éviter d'entasser les produits découpés trop longtemps avant la disposition sur les claies de séchage;

- * faire un étalage uniforme et mieux étaler les produits découpés, dans le cas particulier de la tomate sur la face supérieure;

- * tous les séchoirs ont une quantité limite qu'il ne faut pas excéder au risque de créer une mauvaise circulation d'air dans les séchoirs

(une entrave au succès du séchage);

- * éviter les manipulations trop fréquentes des produits mis à sécher;

- * Les durées de séchage dépendent à ce stade de la nature du produit et des conditions climatiques. Un séchage trop rapide ou un séchage trop long n'est pas bon. Cette durée très variable dépend des conditions climatiques et aussi de la nature du produit.

Pour savoir qu'un produit est bien séché, il est possible de le savoir en touchant quelques échantillons: s'ils sont bien craquants, alors ils sont ramassables.

Pour atteindre l'autosuffisance alimentaire, il est certain qu'il faut accroître la production agricole. Mais aujourd'hui toutes les techniques de production semblent dans l'ensemble maîtrisées par les paysans eu égard aux grandes quantités de produits réalisées chaque année.

Ce niveau d'essor de l'agriculture pour l'entretenir et l'améliorer passe par la promotion des activités post-récoltes, et notamment le séchage solaire des produits alimentaires, sans laquelle la politique d'autosuffisance n'aurait pas de sens.

Un des combats en voie d'éviction est la transformation locale des fruits et légumes que chaque producteur, chaque "sècheur", chaque commerçant et chaque consommateur se doivent de soutenir.

Mais des études restent toujours à mener pour approfondir et élucider tous les contours de la conservation des fruits et légumes; et ce sont notamment les contraintes et caractéristiques de préparation ou de traitement de chaque produit; la qualité technologique; le comportement variétal au séchage; le conditionnement; les effets de l'entreposage sur la qualité du produit séché et l'effet du type de coupe sur la durée de séchage.

"Si bien manger, c'est mieux vivre; mais il faut savoir conserver pour bien manger."

BIBLIOGRAPHIE

- **ABAC-GERES.1992:** Programme Séchage Solaire: Appui à la filière séchage solaire des aliments et diffusion des séchoirs familiaux et artisanaux au Burkina Faso. 92-95. 15p.
- **AFNOR 1986:** Recueil de normes françaises.Produits dérivés de fruits et légumes, Jus de fruits.
- **ANONYME 1973:** Possibilités et conditions d'amélioration de la commercialisation des fruits et légumes frais de Haute Volta exportés vers l'Europe, la Côte d'Ivoire, le Ghana. Tome 1: Rapport principal. SEMA. IDR.
- **ANONYME 1986:** Etude de cas: Problèmes de commercialisation des produits maraîchers: Quelques aspects de la culture maraîchère dans l'ORD du centre: Production et commercialisation. p 35 - 56 CNDA.
- **ANONYME 1991:** Memento de l'Agronome. MCD.4ième édition.Collection techniques rurales en Afrique.1635p. IDR.
- **ANONYME 1992:** Conférence internationale sur la nutrition. Rome 1992: Rapport national. 25p.
- **AUPEL-CIT 1980:** La conservation des denrées alimentaires cultivées en climat chaud et humide. 433 p. IDR.
- **BALDY, C. 1986:** Agrométéorologie et développement des régions arides et semi-arides.INRA.Paris. 114 p. IDR.
- **BIMBENET, J.J. & GUILBOT, A. 1966:** modifications biochimiques et phisico-chimiquesau cours du séchage in: Sciences et Techniques. Génie industriel Génie chimie; Volume 96 n° 4. p. 925 - 936.
- **BIMBENET, J.J. 1978:** Le séchage dans les industries agricoles et alimentaires.4ième cahier du Génie industriel, SEPIAC. Paris.
- **BIT 1982:** Technologies appropriées dans les industries de transformation et de conservation des fruits dans quatre pays de la CEAO: Haute Volta, Mali, Niger, Sénégal. PNUD

- **BIT 1990:** Conservation des légumes à petite échelle. Dossier technique n° 13. 155 p.
- **BIT 1990:** Conservation des fruits à petite échelle. Dossier technique n° 14. 226 p.
- **CAUDERON, A. 1984:** Ressources génétiques, améliorations des plantes et agriculture. Bulletin agricole 391.
- **CEAO, CILSS, CRES. 1988:** Diffusion des séchoirs solaires au Sahel. Rapport de synthèse. 29 p.
- **CHEFTEL, J. C. & H. 1992:** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volume 1. 7ième tirage. Technique et Documentation. Lavoisier. 381 p.
- **CHEFTEL, J. C. & H. BESANCON, A. 1992:** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volume 2. 7ième tirage. Technique de Documentation. Lavoisier. 419 p.
- **COLLUM, Mc. 1979:** Onions and Allies. Allium (Lilliacea) in: Evolution of crops plants. London and New York.
- **COULIBALY, A. 1986:** Expérimentation d'un séchoir solaire: Application aux produits de mer dans l'océan indien. ACCT. 194p.
- **D'ARONDEL DE HAYES, J. & TRAORE, G. 1990:** Cultures maraîchères en zone soudano- sahélienne. Recueil de fiches techniques. CIRAD-IRAT; INERA-CNRST. 79p.
- **DAGENET, M. 1988:** Les séchoirs solaires: Théorie et Pratique. Unesco. 578 p.
- **DE LE CHAPELLE, M. G. 1974:** Etude du développement de la production maraîchère. Haute Volta. I/ L'offre et la demande de légumes. BDPA. p. 9 - 14 CNDA.
- **DERACHE, R. 1986:** Toxicologie et sécurité des aliments. Tec & Doc. Apria. Lavoisier. p. 199 - 237 CNDA.
- **DEYNIE, B.; MUTTON, J. L. & SIMON, D. 1981:** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Volume 4: Analyses des constituants alimentaires.

- **DIONY, A. 1993:** Conception d'un nouveau type de séchoir coquillage. Mémoire de fin d'étude EIER. 31p.

- **DUPELLOUX, F. & OUATTARA, I. 1993:** Etude de la commercialisation des produits agricoles au Burkina Faso. 53p.

- **ELLIOT, R. P. & MICHENER, H. D. 1961:** Microbiological standards and handling codes for chilled and frozen foods. Appl. Microbiol. 9: 452.

FEINBERG, M. 1991: Répertoire général des aliments

- **GARANGO, T. L. 1981:** Etude d'un séchoir solaire: Le tunnel. DEA. Université de Dakar, Faculté des Sciences et Techniques. CERER. 44p.

- **GERDAT 1992:** Séminaire séchage. Montfavet. 154 p.

- **GERES:** Le séchoir coquillage dans les pays chauds et secs. (non daté) 11 p.

- **GRET-GERES. 1986:** Le séchage solaire des produits alimentaires. Dossier n° 8 215 p.

- **GNAKRY, D.:** Elements de Nutrition. Fascicule Faculté des Sciences et Techniques; Université d'Abidjan. (non daté). 138p.

- **GODON, B. & LOISEL, W. 1984:** Guide pratique d'analyses dans les industries de céréales. Collection Sc. et Techniques Agro-alimentaires. Tec. et Doc. Apria. Lavoisier. p. 243.

- **GORLING, P. 1958:** Physical phenomena during the drying of foodstuffs in: The fundamental Aspects of desydratation of foodstuffs. 42-43.

- **I.C.M.S.F. 1978:** Micro-organisms in foods: Their significance and methods of enumeration. Volume 1. 2nd edition. Toronto, Buffalo, London; Unibersity of Toronto Press. XVII-434p. IDR.

- **ILBOUDO, S. 1981:** Etude des variations de cours et l'approvisionnement sur les fruits et légumes des marchés de Ouagadougou et Koudougou. Mémoire de fin d'étude IDR; Université de Ouagadougou. 93p. IDR.

- **JAENICKE, R. 1965:** Warmeaggregation und warmedanaturierung von Proteinen: Dechema; Monographien, Band. 56.207.44.
- **JANNOT, Y. 1993:** Echanges thermiques. Fascicule EIER. 36p.
- **KABORE, E. 1993:** La production maraichères du Burkina Faso. Article. 9p.
- **LABUSA, T. P. 1975:** Sorption phenomena in foods theoretical and practical aspects in: Theory determination and control of physical properties of food materials. C.K.RHA ed. 197p.
- **LASSERAN, J. C. 1981:** Spéciale ventilation des graines. ITCF. Perspectives agricoles.
- **MESSIAEN, C-M. 1975:** Le potager tropical. Tome 2: Cultures spéciales. Techniques vivantes. PUF.199p. IDR.
- **MONTEUIL, J. & SPIK, G. 1969:** Microdosage des glucides. I/ Méthode colorimétrique de dosage des glucides totaux. Monographie du labo. chimie biol. Faculté des Sciences Lille.
- **MOUISSI, C. B. 1989:** Amélioration des procédés de prétraitement de la mangue avant le séchage. Influence du temps d'exposition aux différents prétraitements. Séchoir solaire: Le séchoir coquille du GRET. Mémoire de fin d'étude EIER 55p.
- **ROUAMBA, A. 1993:** Analyses conjointe par les marqueurs agromorphologiques et les allozymes de la diversité génétique des populations d'oignon (*Allium cepa* L.) de l'Afrique de l'ouest. Thèse; Université Paris 6. 141p. IDR.
- **SAWADOGO née LINGANI, H. 1993:** Valorisation de la var. Amélie de la mangue du B.F.: Maîtrise des paramètres physico-chimiques pour une meilleure stabilisation des produits de transformation. Thèse; Université de Ouagadougou
- **SAWADOGO, A. E. 1986:** Rapport d'enquête auprès des vendeuses de légumes et feuilles séchés dans les marchés de Ouagadougou. IBE.
- **SCOTT, W. J. 1957:** Water relations of food spoilage: Micro-organisms Advances in Food. 83p.

- **TRAORE, L. A. 1984:** La nutrition minérale de la tomate: son effet sur l'élaboration de la matière sèche et sur la susceptibilité de la plante à la brûlure alternarienne. Mémoire de fin d'étude ISP. 93p. IDR.

- **VAN ARSDEL, W. R & COPLEY, M. J. 1963:** Food deshydration in: Sciences et Techniques. Génie industriel Génie chimie; Volume 96 n° 4 p. 934.

- **YACIUK, G. 1981:** Le séchage solaire des produits alimentaires. Compte-rendu du colloque d'Edmonton. IDRC 195f. Ottawa, Ontario; CRDI 1983. 110p.

ANNEXES

**Annexe 1: PRINCIPALES CULTURES MARAICHÈRES: SUPERFICIES
EMBLAVEES ET PRODUCTION 1990/1991 ET 1991/1992.**

	1990/1991		1991/1992	
	S	P	S	P
Tomate	509,5	12155	1020,2	52218
Oignon	428,8	10135	551,2	18203
Chou	158,8	6496	350,2	18160
Aubergine	169,5	3776	348,4	19448
Pomme de terre	96,6	3406	91,4	1713
Haricot vert	552,9	3161	583,3	4138
Laitue	31,3	728	48,8	1346
Carotte	26,5	518	39,4	1254
Piment	41,5	308	65,3	448

Légende: S : superficie emblavées en hectares
P : production en tonnes

SOURCE: MARA ET KABORE E. (1993)

Annexe 2: PRIX MENSUELS AU KILOGRAMME DE QUELQUES FRUITS ET LEGUMES AU MARCHE CENTRAL DE OUAGADOUGOU.

TYPE DE PRODUIT	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mar
Carotte	485	445	455	455	380	160	100	120	120
Chou pompe	335	410	215	170	195	140	90	80	80
Gombo	175	90	40	190	235	195	215	220	230
Haricot vert	555	610	270	570	290	190	185	125	110
Mangue	75	100	170	115	140	195	180	185	115
Oignon	-	-	245	260	215	110	85	85	60
Tomate	770	260	90	130	185	155	105	90	80

SOURCE: ILBOUDO S. (1981)

Annexe 3: PERIODES DE SATURATION ET LES PRINCIPALES ZONES DE PRODUCTION DE QUELQUES FRUITS ET LEGUMES.

TYPE DE PRODUIT	PERIODE DE SATURATION	PRINCIPALES ZONES DE PRODUCTION
Carotte	Décembre à Mars	Pas de tendance nette
Chou	Janvier à Mars	Houet 39,2% de la production totale Bazèga 17% de la production totale
Gombo	Août à Septembre	Pas de tendance nette
Haricot vert	Août à Septembre et Décembre à Mars	Bam 44% de la production totale Sourou 22,75% de la production totale
Mangue	Mai à Juillet	Hauts Bassins / Comoé Centre-Ouest Yatenga
Oignon	Janvier à Avril	Boulgou 35% de la production totale Boulkiemdé 10,5% de la production totale Sanguié 8% de la production totale
Oseille	Août à Septembre	Pas de tendance nette
Tomate	Décembre à Mars	Houet 60% de la production totale

SOURCE: ILBOUDO S.(1981) / SAWADOGO A et KABORE E. (1993).

Annexe 4: TEMPERATURE MAXIMALES DE SECHAGE POUR QUELQUES FRUITS ET LEGUMES.

TYPE DE PRODUIT	TEMPERATURE MAXIMALE DE SECHAGE
<p align="center"><u>FRUITS</u></p> <p>Banane douce Banane plantain Mangue Papaye Pomme</p>	<p align="center">70 - 90 75 70 65 - 70 70</p>
<p align="center"><u>LEGUMES</u></p> <p>Ail, Oignon Carotte Chou Gombo Haricot vert Légumes feuilles Patate douce Pomme de terre Tomate</p>	<p align="center">55 - 65 45 - 70 45 - 60 45 - 60 45 - 60 40 60 - 65 60 60 - 65</p>

SOURCE: GERDAT (1992) ET GARANGO

ANNEXE 5

CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE ET L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE

Annexe 5.a/ CAS DE LA TOMATE

Annexe 5.b/ CAS DE L'OIGNON

5.a- CAS DE LA TOMATE

CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR PAR CLAIE ET PAR SECHOIR: ESSAI 1.

SECHOIR COQUILLAGE

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
S I C1	0	12,47	75,61	84,20	85,5	86,13
S II C2	0	7,13	70,92	84,74	86,07	86,67

SECHOIR TENTE

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
S III C1	0	41,82	83,18	85,53	86,45	87,21
S III C2	0	23,14	81,94	85,07	85,91	86,89
S III C3	0	13,00	80,15	83,87	85,34	86,08

CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR TYPE DE SECHOIRS:

ESSAI 1.

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
S I	0	57,30	82,47	85,11	86,11	86,15
S II	0	9,80	73,27	84,47	85,78	^e 86,40
S III	0	26,00	81,76	84,82	85,82	86,73

ESSAI 2.

	T0	T1	T2	T3	T4
S I	0	80,80	85,07	85,58	86,42
S II	0	39,48	83,21	85,46	86,59
S III	0	71,39	86,01	85,54	86,12

5.b- CAS DE L'OIGNON

CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR PAR CLASSE ET PAR SECHOIR: ESSAI 1.

SECHOIR COQUILLAGE

	T0	T1	T2	T3	T4
S II C1	0	61,83	86,10	87,77	88,89
S II C2	0	65,10	83,10	89,01	89,99

SECHOIR TENTE

	T0	T1	T2	T3	T4
S III C1	0	78,88	87,07	89,70	90,81
S III C2	0	88,01	88,07	89,70	90,81
S III C3	0	60,01	80,13	87,01	88,71

CUMUL DE LA QUANTITE D'EAU PERDUE PAR L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE PAR JOUR ET PAR TYPES DE SECHOIRS

ESSAI 1 :

	T0	T1	T2	T3	T4
S I	0	67,83	86,04	87,94	89,84
S II	0	63,89	85,60	88,39	89,91
S III	0	69,18	85,59	88,10	89,41

ESSAI 2 :

	T0	T1	T2	T3	T4	T5
S I	0	75,10	87,16	88,60	91,38	92,83
S II	0	57,04	85,97	88,00	91,15	92,51
S III	0	60,09	84,93	88,00	91,06	91,30

ANNEXE 6

**TENEUR EN EAU ET ACTIVITE DE L'EAU MOYENNES DE LA TOMATE ET DE
L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE POUR LES DIFFERENTS TYPES DE
SECHOIRS.**

Annexe 6.a/ CAS DE LA TOMATE

Annexe 6.b/ CAS DE L'OIGNON

6.a/ CAS DE LA TOMATE

TENEUR EN EAU ET ACTIVITE DE L'EAU MOYENNES DE LA TOMATE AU COURS DU SECHAGE POUR LES DIFFERENTS TYPES DE SECHOIRS.

ESSAI 1 : 05/01/94 au 10/01/94

	T0		T1		T2		T3		T4		T5
	% H	Aw	%H								
S I	93.68	0.998	40.00	0.795	16.42	0.634	13.95	0.454	13.01	0.342	12.97
S II	93.68	0.998	84.50	0.914	25.04	0.825	14.55	0.439	13.32	0.368	12.74
S III	93.68	0.998	69.33	0.873	17.09	0.596	14.22	0.417	13.28	0.382	12.43

ESSAI 2 : 12/01/94 au 16/01/94

	T0		T1		T2		T3		T4
	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H
S I	93.72	0.998	18	0.690	14.00	0.390	13.52	0.343	12.74
S II	93.72	0.998	56.76	0.804	15.75	0.556	13.64	0.354	12.58
S III	93.72	0.998	26.83	0.784	13.12	0.407	13.56	0.348	13.02

6.b/ CAS DE L'OIGNON

TENEUR EN EAU ET ACTIVITE DE L'EAU MOYENNES DE L'OIGNON AU COURS DU SECHAGE POUR LES DIFFERENTS TYPES DE SECHOIRS.

ESSAI 1 : 14 /02/94 au 18 /02/94

	T0		T1		T2		T3		T4	
	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw
S I	88,00	0,991	28,31	0,740	12,28	0,319	10,61	0,192	9,12	0,188
S II	88,00	0,991	31,95	0,773	12,67	0,271	10,22	0,182	9,30	0,102
S III	88,00	0,991	27,12	0,671	12,68	0,278	10,47	0,180	9,32	0,130

ESSAI 2 : 06/04/94 au 11/04/94

	T0		T1		T2		T3		T4		T5	
	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw	%H	Aw
S I	89,59	0,996	22,31	0,688	11,50	0,385	10,21	0,217	7,72	0,088	6,69	0,088
S II	89,59	0,996	38,49	0,874	12,57	0,397	10,75	0,256	7,93	0,115	6,71	0,097
S III	89,59	0,996	35,75	0,869	13,50	0,413	10,75	0,241	8,01	0,134	6,90	0,095

ANNEXE 7

**RELEVÉ PÉRIODIQUE DE TEMPÉRATURES À L'INTÉRIEUR ET À
L'EXTÉRIEUR DES SECHOIRS SOLAIRES**

Annexe 7.a/ CAS DE LA TOMATE

ESSAI 1

ESSAI 2

Annexe 7.b/ CAS DE L'OIGNON

ESSAI 1

ESSAI 2

7.a/ CAS DE LA TOMATE ESSAI 1

RELEVÉ PERIODIQUE DE TEMPERATURES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DES SECHOIRS SOLAIRES

PERIODE DU 05. / 01. / 94. AU 10. / 01. / 94.

PRODUIT: . TOMATE ESSAI. 1 . .

		T0			T1			T2			T3			T4			T5		
		09h30	12h30	17h30															
SI	-	35	27,4	17,7	37,2	25,6	22,4	32,7	29,3	19,3	35,5	28,9	14,3	32,7	30,0	15,5			
	H	41	26,5	17,3	43,7	23,5	23,7	48	27,9	18,9	47,8	27,5	14,5	48,7	39,8	14,4			
S II	M	27,4	24,3	16,3	42,5	23,6	23,1	45,7	29,1	18,9	42,6	28,4	14,3	42,9	27,8	12,8			
	o	27,6	24,3	16,3	38,0	23,8	22,6	40,1	29,2	18,9	39,2	28,9	15,6	32,2	27,9	13,8			
	H	44	27,2	20,8	45	25,2	25,1	44,4	29,0	21,3	52,4	28,0	15,8	49,3	27,5	15,5			
S III	M	31,6	25,9	21,0	41,1	24,7	26,2	42,7	28,4	21,6	45,6	27,8	16,7	43,6	26,8	17,1			
	o	32,5	24,7	20,6	40	25,1	24,8	42,8	28,2	21,6	40	28,3	16,8	39,9	26,7	17,4			

7.b/ CAS DE L'OIGNON ESSAI 1

RELEVÉ PERIODIQUE DE TEMPERATURES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DES SECHOIRS SOLAIRES

PERIODE DU 14./02./94.AU 18./02./94.

PRODUIT:.. OIGNON....ESSAI. 1..

		T0			T1			T2			T3			T4			T5		
		7h30	12h30	17h30															
SI			39,4	33,8	22,7	41,8	35,8	22,9	38,7	34,8	22,5	41,7	33,8	22,1	41,6	21,9			
	H		46,5	32,6	21,8	53,4	34,6	22,5	54,8	34,9	23,1	56,3	32,8	21,9	47,5	21,1			
S II	M		36,4	38,4	21,1	48,9	34,8	22,4	48,4	34,9	22,6	54,1	33,4	20,0	43,5	21,9			
	B		36,9	38,7	28,0	46,1	35,5	23,8	44,3	34,0	23,8	49,5	33,9	21,4	41,1	20,4			
	H		58,4	31,9	22,4	49,6	35,6	24,3	48,5	34,5	25,6	44,1	34,0	31,4	49,5	23,8			
S III	M		44,5	32,1	22,9	47,1	35,8	24,7	48,3	34,6	25,7	49,6	33,9	30,4	47,4	22,4			
	B		38,7	32,2	23,2	46,1	35,4	24,6	45,6	34,3	25,9	46,9	34,1	30,7	45,6	22,6			

7.b/ CAS DE L'OIGNON ESSAI 2

RELEVÉ PERIODIQUE DE TEMPERATURES A L'INTERIEUR ET A L'EXTERIEUR DES SECHOIRS SOLAIRES

PERIODE DU 06./04./94 AU 11./04./94.

PRODUIT: . . OIGNON ESSAI . 2 . . .

		T0			T1			T2			T3			T4			T5		
		7h30	12h30	17h30															
SI		-	32,8	33,5	29,7	44,7	37,4	31,5	42,1	36,7	-	40,8	36,7	33,5	47,3	37,8	38,3		
S II	H	-	51,4	31,4	30,0	55,6	37,5	31,2	44,5	36,4	-	54,9	35,7	31,6	51,8	37,6	31,5		
	M	-	39,1	38,3	29,7	54,5	38,1	31,1	42,9	36,7	-	52,8	36,6	31,2	48,7	37,9	31,1		
	B	-	39,7	29,3	29,6	40,5	38,4	30,9	42,1	36,8	-	51,5	37,3	32,5	48,1	37,3	31,8		
S III	H	-	43,2	30,4	31,3	59,7	38,3	32,7	44,9	36,8	-	55,5	36,9	33,3	51,6	37,8	32,5		
	M	-	43,5	31,1	31,8	51,1	37,7	32,5	44,8	36,7	-	53,7	37,5	33,5	55,7	38,3	33,4		
	B	-	43,0	31,5	31,1	51,6	37,6	32,7	45,8	36,9	-	51,7	38,1	33,8	51,2	38,7	33,5		

ANNEXE 8:

**RELEVÉ DE VITESSE DU VENT, DE TEMPÉRATURES AMBIANTES,
D'HUMIDITÉ RELATIVE ET D'ENSOLEILLEMENT MOYENS JOURNALIERS
POUR LES MOIS DE JANVIER 1994 ET AVRIL 1994
(SOURCE: IBE).**

MOIS	jour	Vitesse m/s	Temp.Amb °C	Humi.rel. %	Ensol.!! Wh/m2 !		
Janvier	1	3.31	22.66	31.74	4853.31		
	2	3.45	22.49	33.28	4737.60		
	3	3.83	22.73	31.82	4799.59		
	4	4.57	22.67	30.97	4863.64		
	ESSAI 1	5	4.20	21.35	30.18	5097.11	
		6	4.13	20.88	31.45	4638.43	
		7	3.40	21.81	32.09	5111.57	
		8	2.97	22.08	32.49	5669.42	
		9	3.48	21.71	32.52	4824.38	
		10	3.37	21.62	33.71	4421.49	
		ESSAI 2	11	2.92	21.47	34.42	4227.27
			12	2.82	22.55	34.29	4842.98
			13	2.57	21.94	34.85	3876.03
			14	3.22	22.69	32.50	5462.81
	15		3.30	21.88	31.10	5516.53	
	16		2.36	22.51	31.81	5448.35	
	17	2.26	24.51	31.85	5256.20		
	18	1.91	24.61	34.42	2842.98		
	19	2.73	25.96	35.99	2776.86		
	20	2.13	26.53	40.04	3838.84		
	21	1.62	25.89	43.95	4857.44		
	22	5.80	24.55	41.98	3107.44		
	23	4.68	24.27	46.54	1747.93		
	24	7.22	24.56	50.15	3938.02		
	25	3.51	24.48	51.52	4752.07		
	26	3.27	25.43	49.97	5047.52		
	27	3.13	24.11	43.15	5336.78		
	28	2.73	23.80	35.94	5679.75		
	29	2.30	25.39	34.55	5409.09		
	30	3.07	26.90	32.09	5400.83		
	31	3.31	26.17	35.07	5266.53		

Février	1	3.31	26.34	33.42	5442.15
	2	2.73	25.89	34.68	5551.65
	3	2.78	26.36	35.09	5758.26
	4	2.89	25.95	33.67	5774.79
	5	2.50	25.75	32.09	5623.97
	6	2.43	26.92	33.19	5514.46
	7	2.09	26.40	33.48	5059.92
	8	2.42	27.34	33.60	5361.57
	9	2.93	29.48	27.23	4367.77
	10	2.85	28.11	30.44	4553.72
	11	3.32	27.84	30.78	3382.23
	12	3.61	28.31	29.28	5105.37
	13	4.89	27.75	28.60	5797.52
	14	4.74	27.19	29.99	5791.32
	15	4.37	27.13	29.49	5508.26
OIGNON ESSAI 1	16	3.88	26.42	28.48	5743.80
	17	3.82	26.84	25.96	6105.37
	18	2.89	25.51	26.57	6243.80
	19	2.64	26.79	25.62	6171.49
	20	1.87	26.57	28.44	6423.55
	21	1.99	27.47	29.21	6533.06
	22	3.25	28.21	26.88	6776.86
	23	3.88	29.21	27.31	6667.36
	24	4.15	29.30	28.56	5954.55
	25	3.90	28.80	27.89	5200.41
	26	2.98	25.81	27.18	4836.78
	27	1.78	26.16	28.23	5650.83
	28	1.44	26.80	28.86	5896.69

Mars

1	1.22	29.91	31.53	3677.69
2	1.49	29.59	42.66	2353.31
3	1.29	30.94	45.48	5479.34
4	1.26	31.42	31.84	5024.79
5	4.37	32.93	27.01	3035.12
6	5.80	33.02	30.30	4128.10
7	4.46	30.64	30.30	6737.60
8	3.71	30.25	29.04	6188.02
9	2.96	28.83	30.54	3747.93
10	4.14	27.51	26.31	5605.37
11	3.69	29.11	30.76	5440.08
12	5.64	25.93	35.24	4311.98
13	3.07	29.80	26.98	6880.17
14	3.66	30.19	25.65	6316.12
15	2.14	28.85	37.45	1973.14
16	1.69	29.81	41.12	5940.08
17	2.50	31.68	37.90	6834.71
18	3.95	30.32	30.82	6336.78
19	2.72	30.55	30.39	5535.12
20	2.89	33.06	30.25	5692.15
21	2.59	32.01	34.60	5677.69
22	4.67	32.56	29.66	5840.91
23	3.70	32.21	28.46	6357.44
24	3.72	32.81	27.18	7130.17
25	3.54	33.32	27.63	6595.04
26	2.91	33.13	29.00	7039.26
27	2.14	32.39	31.61	6892.56
28	1.56	32.79	36.09	6353.31
29	4.63	34.68	32.44	5776.86
30	2.07	34.74	31.94	5663.22
31	2.53	32.05	29.26	6175.62

Avril	1	1.13	31.68	29.31	7024.79
	2	2.20	32.88	42.18	5795.45
	3	3.47	32.05	55.71	5466.94
	4	2.51	30.69	53.82	5188.02
	5	1.54	29.32	51.93	4909.09
	6	4.11	32.17	27.81	5950.41
	7	4.07	32.06	15.63	7086.78
OIGNON ESSAI 2	8	2.11	32.25	14.78	5882.23
	9	1.59	33.91	20.30	6907.02
	10	1.78	34.69	30.92	6716.94
	11	2.28	34.67	41.69	6369.83
	12	2.55	34.35	45.63	6332.64
	13	1.84	33.17	46.08	4535.12
	14	1.78	33.35	44.28	6165.29
	15	3.63	32.17	50.47	6338.84
	16	1.88	30.85	53.81	3342.98
	17	2.08	33.17	40.50	6551.65
	18	2.42	32.46	29.94	7241.74
	19	1.89	33.55	39.06	6733.47
	20	1.67	34.79	34.56	5954.55
	21	2.49	33.94	25.85	6229.34
	22	2.54	34.43	41.46	6359.50
	23	2.83	34.49	41.92	5991.74
	24	4.48	33.43	48.20	6316.12
	25	4.92	32.62	50.91	6245.87
	26	4.56	32.94	48.48	6510.33
	27	4.12	31.39	51.73	5915.29
	28	3.69	28.54	63.21	2347.11
	29	2.09	30.51	57.79	6766.53
	30	2.04	33.47	39.98	6904.96

ANNEXE 9:

**FICHE DE PRESENTATION DU PROGRAMME SECHAGE SOLAIRE
A.B.A.C-GERES**

RAPPEL DU CONTEXTE

Au Burkina Faso, les cultures maraîchères répondent à deux besoins : un complément alimentaire important au regard des céréales qui sont la base alimentaire, et un revenu complémentaire par la commercialisation. L'activité principale des paysans se situe en saison pluvieuse (mai à octobre). Une période qui, en dépit des aléas climatiques lui permet de produire le "juste nécessaire". C'est sur ce "juste nécessaire" que le paysan va prélever pour vendre en vue de subvenir à ses besoins monétaires. La pratique du maraîchage en saison sèche lui permet donc de sauvegarder sa réserve alimentaire céréalière, et d'améliorer sensiblement son niveau de vie. Sur le plan social, la culture maraîchère crée de l'activité en milieu rural dans une période où les paysans sont désœuvrés.

L'organisation du maraîchage ne permet pas actuellement de mettre en correspondance l'offre et la demande de produits. L'adéquation entre la production et la consommation passe par les **méthodes de conservation des aliments pour une consommation différée**. Au Burkina Faso, celle couramment utilisée est le **séchage solaire**.

OBJECTIFS DU PROGRAMME

* Appui à la diffusion de séchoirs domestiques type "coquillage".

* Appui à la mise en place d'unités artisanales ou semi-industrielles de séchage de mangues pour l'exportation et autres fruits et légumes pour le marché national.

* Développer le marché national des produits séchés au Burkina Faso

1er Volet :

APPUI A LA DIFFUSION DE SECHOIRS DOMESTIQUES TYPE COQUILLAGE

Il existe une méthode de séchage des fruits et légumes à la portée des ménages urbains et ruraux. **C'est le séchage solaire avec les séchoirs domestiques type "coquillage"**.

Le séchoir coquillage s'avère être au niveau familial le meilleur compromis au cahier des charges suivant :

- séchoir individuel (et/ou collectif);
- outil adapté et apprécié par les femmes (formes, dimensions, transportable, utilisation facile);
- matériel fiable et résistant, nécessitant peu d'entretien;
- reproductible en matériaux locaux par les artisans ruraux;
- utilisable pour des produits différents (légumes, fruits, poissons...) toute l'année ;
- prix abordable pour une famille.

ABAC-GERES propose une gamme de trois modèles de séchoirs coquillage de taille et de capacité différentes, adaptés aux besoins de chacun. Actuellement, les prix varient de 13.000 F pour le plus petit à 44.000 F pour le plus grand.

ABAC-GERES assure la formation des artisans pour fabriquer les séchoirs coquillage. Il forme les femmes en techniques de séchage des produits secs avec les séchoirs et leur utilisation dans la cuisine. Il mène diverses autres actions : sensibilisation, étude sur les facilités d'accès au crédit, appuis à la commercialisation, promotion des produits secs, diverses études et recherches sur les séchoirs et la qualité des produits séchés, etc.

2ème Volet :

APPUI A LA MISE EN PLACE D'UNITES SEMI-INDUSTRIELLES DE SECHAGE

ABAC-GERES a pour objectif de mettre en place des unités rentables de séchage artisanales ou semi-industrielles pour la production de produits secs de qualité pour le marché national, sous-régional et vers l'Europe.

Pour garantir la production de produits secs de qualité répondant aux exigences des marchés européens ou de la sous-région : respects des normes de qualité, homogénéité, régularité de la production etc., plusieurs travaux de recherches sont en cours sur le contrôle de la qualité de la mangue séchée, étude de marché en France etc.

Aussi, le programme s'attachera à rationaliser de manière optimale l'organisation et la gestion de ces nouvelles unités pour pouvoir pérenniser cette filière.

Pour chaque promoteur intéressé (prive, groupement, coopérative etc.), ABAC-GERES étudie dans quelle mesure un projet d'installation d'une unité semi-industrielle est possible dans son milieu par une étude de faisabilité préalable. Si les résultats de l'étude de faisabilité sont concluants, nous passons avec le promoteur aux étapes suivantes : montage financier du projet, études techniques, réalisation des infrastructures, formation du personnel, suivi de l'unité etc.

A terme, l'objectif de ce volet est de mettre en place une filière d'exportation rentable, maîtrisable par des opérateurs burkinabè.

3ème Volet :

DEVELOPPER LE MARCHÉ NATIONAL DES PRODUITS SECHÉS AU BURKINA ET PAYS LIMITOPHES

L'introduction de séchoirs domestiques ou artisanaux améliorant sensiblement la qualité des produits séchés (pas de poussière, pas d'infestation etc.) permettra de lancer notamment en milieu urbain une gamme variée de produits de qualité pour capter une clientèle désireuse de mieux consommer et de consommer burkinabè courant 1994.

On s'attachera à :

- aider à la constitution de micro-filières de produits séchés de qualité sous emballage et réaliser des études de marché au Burkina et dans la sous-région;
- lancer des actions de communication : messages télévisés, émissions radio en français et en langues nationales, affiches publicitaires, démonstrations culinaires à base de produits séchés, journeaux etc.) à destination de publics ciblés. Ces actions visent à sensibiliser le public burkinabè sur l'intérêt de consommer des produits séchés de qualité et à les faire connaître.
- réaliser divers documents pédagogiques en français et en langues nationales à destination de publics ciblés : livret sur les recettes culinaires à base de produits séchés, livret sur l'utilisation du séchoir coquillage et comment sécher les différents produits, etc.

En conclusion, les trois volets du programme séchage solaire sont tout à fait complémentaires et visent à viabiliser cette filière de séchage des aliments.

AUTRES COMPETENCES/DOMAINES D'ACTIVITES D'ABAC-GERES

*** Au niveau d'ABAC :**

- Agriculture, élevage
- environnement
- formation, éducation, etc.

*** Au niveau du GERES :**

- Thème énergie-environnement : valoration et recyclage des déchets, biogaz valorisable, etc.
- Thème maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables : programme d'économie de bois de feu, programme de préélectrification rurale, etc.
- Thème technologies solaires et appropriables : technologies solaires adaptées à divers besoins, technologies adaptées dans la transformation des produits agricoles, etc.

Pour tous ces domaines, nous pouvons vous conseiller ou vous appuyer pour la réalisation de programmes.

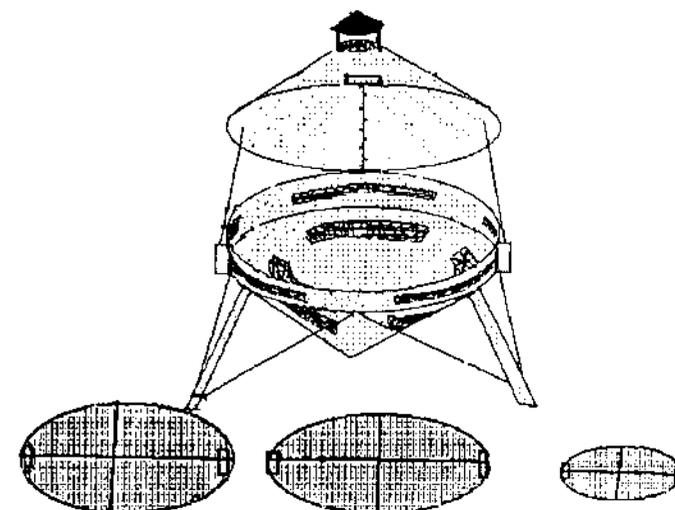
Pour de plus amples informations, s'adresser à
ABAC-GERES : Cité Villa 1.200 Logements au
secteur 14 à Zogona. Villa N° 577 près de Karnold
Alimentation.

Adresse postale : 01 BP 4071 OUAGADOUGOU
01.

Tél. : (226) 36 40 80 et 36 26 30

Fax : (226) 31 18 45

PROGRAMME SECHAGE SOLAIRE D'A.B.A.C. - GERES



LE SECHOIR COQUILLAGE

A.B.A.C.

Association Burkinabè d'Action Communautaire
GERES

Groupe Energies Renouvelables et Environnement
**01 BP 4071 OUAGADOUGOU 01
BURKINA FASO**

Tél : 36 26 30 et 36 40 80

Fax : 31 18 45