



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION



INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL PHYSICS
34100 TRIESTE (ITALY) - P.O. B. 589 - MIRAMARE - STRADA COSTIERA 11 - TELEPHONES: 224281/2 3 4 5 9
CABLE: CENTRATOM - TELEX 460392-1

SMR/112 - 21



IV^o SEMINAIRE SUR L'ENERGIE SOLAIRE

(10 - 21 septembre 1984)

UTILISATION DE L'ENERGIE SOLAIRE POUR LE SECHAGE DE PRODUITS
AGRICILES DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

J.P. HEBERT
S.I.A.R.C.
GERDAT
B.P. 5035
34032 Montpellier
France

UTILISATION DE L'ENERGIE SOLAIRE POUR LE SECHAGE DE PRODUITS
AGRICILES DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

HEBERT J.P. *, CAIFFON D. **, THEMELIN A. **

* Directeur Section Ingenieurs Agro-Alimentaires pour le Region Chaudes
(SIARC) de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et
Alimentaires (ENSIA)

** Antenne de genie et technologie alimentaires du Centre d'Etudes et
d'experimentation du Machinesene Agricole Tropical (CEEMAT) au GERDAT
B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, Tel (67) 639170 Telex 480762 F

Ces notes sont préliminaires. Vous trouverez les copies qui vous manquent et des
supplémentaires au Bureau 231.

la faim dans le monde

UTILISATION DE L'ENERGIE SOLAIRE POUR LE SECHAGE DE PRODUITS AGRICOLES DANS LES PVD

J.P. HEBERT " D. GRIFFON " A. THENELIN " WISEMANT "

INTRODUCTION

Pour permettre l'exploitation rationnelle de l'énergie solaire pour le séchage de produits agricoles, il nous semble fondamental de constituer une équipe pluridisciplinaire associant :

- thermodynamiciens
- spécialistes du génie industriel alimentaire
- agronomes et biochimistes
- des "généralistes" apportant une réflexion ethnologique et socio-économique.

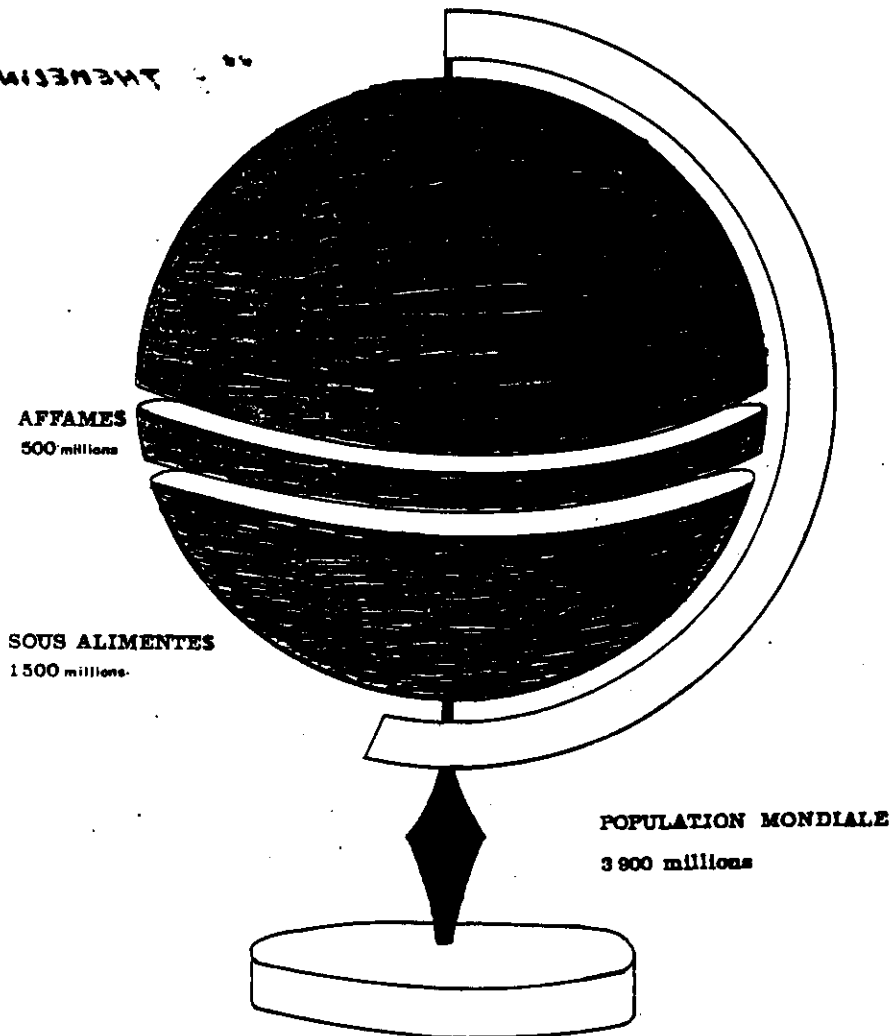
Cette équipe de concepteur doit s'assurer les services de constructeurs et d'exploitants agricoles. L'objectif est de réaliser des capteurs solaires que les paysans des PVD pourront s'approprier.

Il apparaît que bon nombre de capteurs solaires n'ont jamais dépassé l'état de prototype. L'une des dimensions de l'étude manquait. De même les expériences de séchage solaire conduites sur ces prototypes ont rarement fait l'objet de travaux scientifiques reproductibles, faute de possibilités de mesures des paramètres liées aux :

- conditions climatiques
- contraintes des produits à sécher
- caractéristiques et performances des capteurs
- conditions socio-économiques

Comme introduction nous rappellerons que, malheureusement, lorsqu'on parle de pays moins avancés le spectre de la faim nous hante. La moitié de l'humanité souffre de malnutrition. Dans ces conditions il nous apparaît comme vital de gaspiller moins pour produire plus et une priorité est de sauver ce qui a été cultivé.

* ENSIA - SIARC ** GERDAT - CERNAT
GERDAT BP 5035 34032 Montpellier Cedex
(67) 54.35.54 - 2 - Vela - 490 549 F



UNE PRIORITE :

SAUVER CE QUI A ETE CULTIVE ET RECOLTE

I. LE SECHAGE AU SEIN DU SYSTEME APRES RECOLTE

Il convient de replacer le séchage dans le système après récolte. C'est pourquoi nous intégrerons le séchage dans une filière dénommée "le système après récolte" ou si l'on veut une image, "tout ce qui se passe de la fourche à la fourchette". Si l'on reprend un schéma du pipe-line alimentaire nous voyons qu'entre le producteur et le consommateur se situe toute une série d'étapes, de prétraitement, de transport, de stockage, de transformation, de vente. Et c'est dans toute cette chaîne de la fourche à la fourchette qu'il y a des pertes immenses. Malheureusement, ces pertes après récoltes on fait l'objet de peu d'études. Les statistiques qui nous sont fournies proposent des fourchettes très étendues. Disons globalement qu'en 1978 les pertes après récolte auraient pu nourrir 200 millions d'hommes.

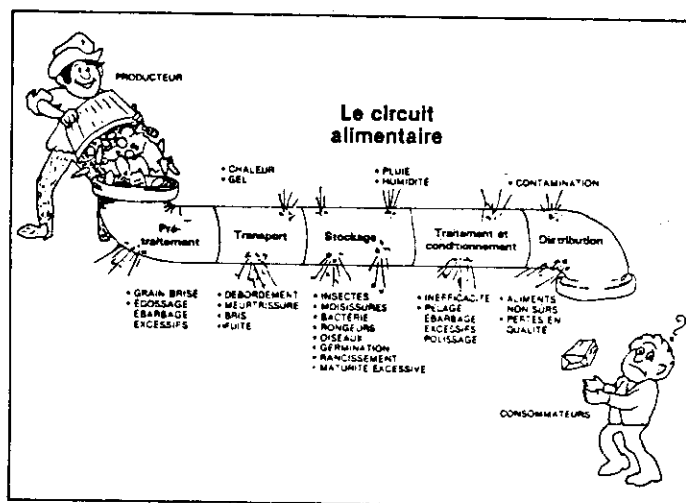


Figure 1: La plupart des aliments produits à la ferme ou capturés en mer n'arrivent jamais au consommateur à qui ils sont destinés.

Au SENEGAL, pour le poisson qui vous le savez est séché au soleil mais présente souvent des pertes par des larves ou des insectes MADON (1) cite des chiffres de pertes de l'ordre de 40 à 60 %. En ce qui concerne les céréales tropicales au séminaire de BAMAKO (2) les chiffres de 10 à 50 % ont été admis. En ce qui concerne les fruits, les chiffres sont

encore plus exorbitants. On parle de 50 %. Pour des fruits dont les productions se trouvent très resserrées dans le temps, comme les mangues, 80 % semble un chiffre valable. Donc nous pensons que ce système après récolte mérite une attention toute particulière.

EAU LIEE, EAU LIBRE : aw

Le séchage est l'opération ancestrale de stabilisation des produits alimentaires la plus répandue. La teneur en eau des produits biologiques est toujours très importante 15 % pour une graine, 99 % pour des animaux marins comme la méduse. L'homme, vous le savez contient 70 % d'eau. Cette eau se présente sous deux formes, l'eau libre et l'eau liée. L'eau libre est facilement accessible et éliminable au cours du séchage. Par contre l'eau liée, fixée par certaines molécules constitutives de la matière vivante va être beaucoup plus difficile à extraire. Il va falloir donc disposer d'une grandeur permettant de quantifier cette disponibilité de l'eau. Cette grandeur c'est l'aw : Activity of water. Il s'agit d'un nombre sans dimension compris entre 0 et 1.

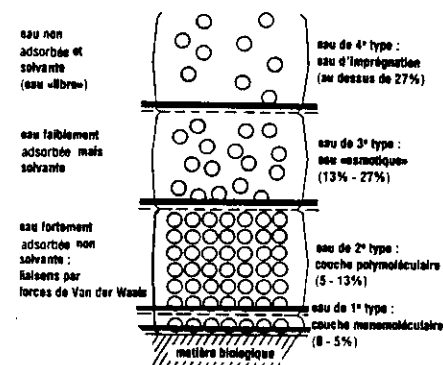


Figure 2: Eau libre et eau liée dans un produit biologique

Lorsque l'aw d'un produit est voisin de 0, la disponibilité en eau est très faible, la proportion d'eau libre est très faible, ce qui rend le produit stabilisé. Inversement pour un aw voisin de 1, la disponibilité en eau est importante, la proportion d'eau libre est grande, ce qui rend le produit non stable, les microorganismes peuvent utiliser cette eau "disponible" et proliférer, les réactions chimiques, enzymatiques peuvent se développer.

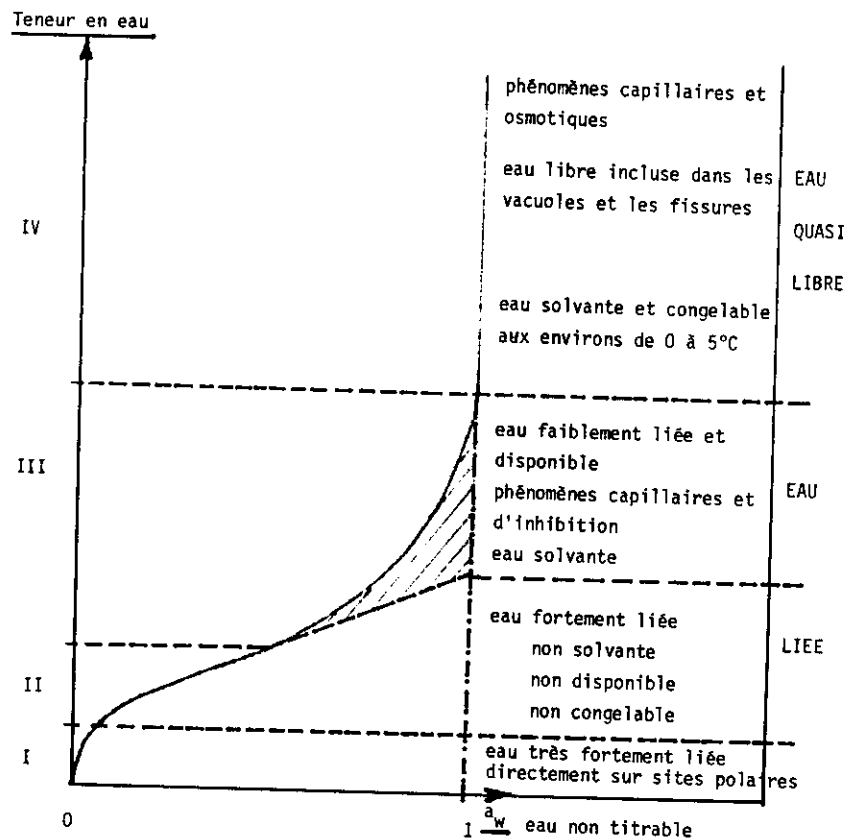


Figure 3 : Relation entre la teneur en eau, l' a_w , l'eau libre et l'eau liée

De même, les courbes isothermes de désorption sont classiques. Elles mettent en évidence le rôle joué par la température. Pour une température, une humidité relative de l'air ambiant donnée, il existe une teneur en eau du produit biologique correspondant à un état d'équilibre entre le produit et l'air ambiant.

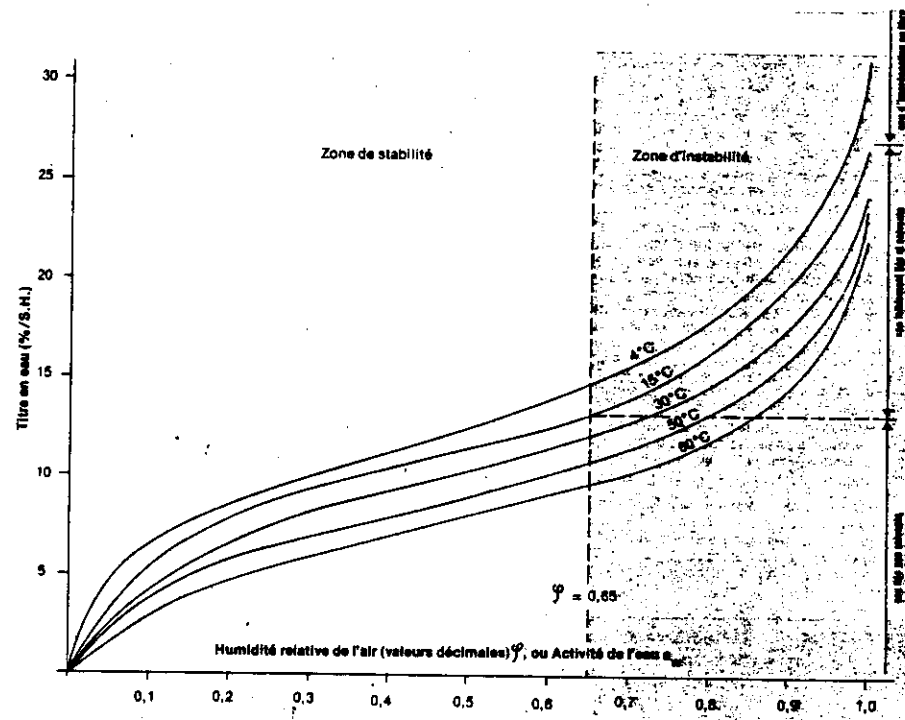


Figure 4 : Isothermes de désorption du maïs (RODRIGEZ-ARIAS, USA 1956)

Une grandeur importante est à connaître : le chiffre de 0,65 pour l' a_w correspond à une frontière entre zone de stabilité du produit et une zone d'instabilité. D'autres courbes reprenant les mêmes principes de l' a_w présentent une corrélation entre la teneur en eau d'un produit biologique et l'humidité relative de l'air en présence de ce produit biologique, pour une température donnée.

Citons pour exemple la :

COURBE D'EQUILIBRE FEVE DE CACAO ET AIR AMBIANT

L'isotherme à 30°C montre les points caractéristiques.

La conservation de la fève marchande de cacao, requiert une teneur en eau maximale de 7 % ce qui impose un stockage dans une atmosphère d'humidité relative inférieure à 60 %. Les contraintes sont donc beaucoup plus exigeantes que pour les céréales traditionnelles.

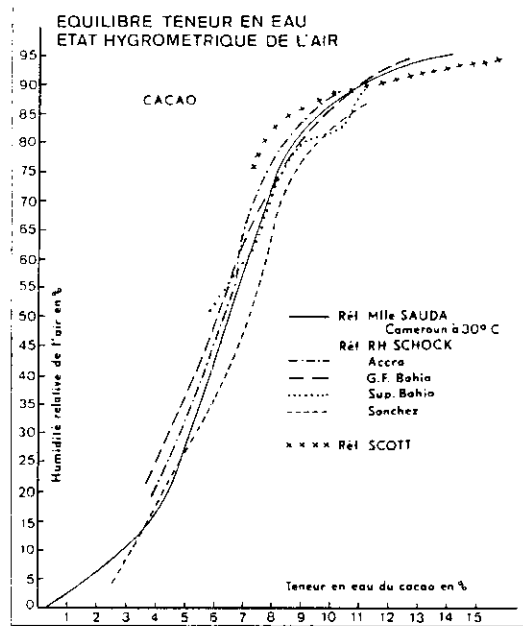


Figure 5 : Courbe d'équilibre Fève cacao et air ambiant

Le courbe projetée nous semble à nous biochimistes, fondamentale elle présente les vitesses relatives de détérioration des aliments exprimés en une unité arbitraire en fonction de l' a_w . Pour éviter un développement de microorganismes, il suffit d'obtenir un produit dont l'activité de l'eau soit inférieure à 0,65. Bien évidemment d'autres altérations peuvent intervenir, vous connaissez le rancissement des lipides, les phénomènes purement enzymatiques ou chimiques comme les oxydations.

Vitesses relatives de détérioration des aliments.

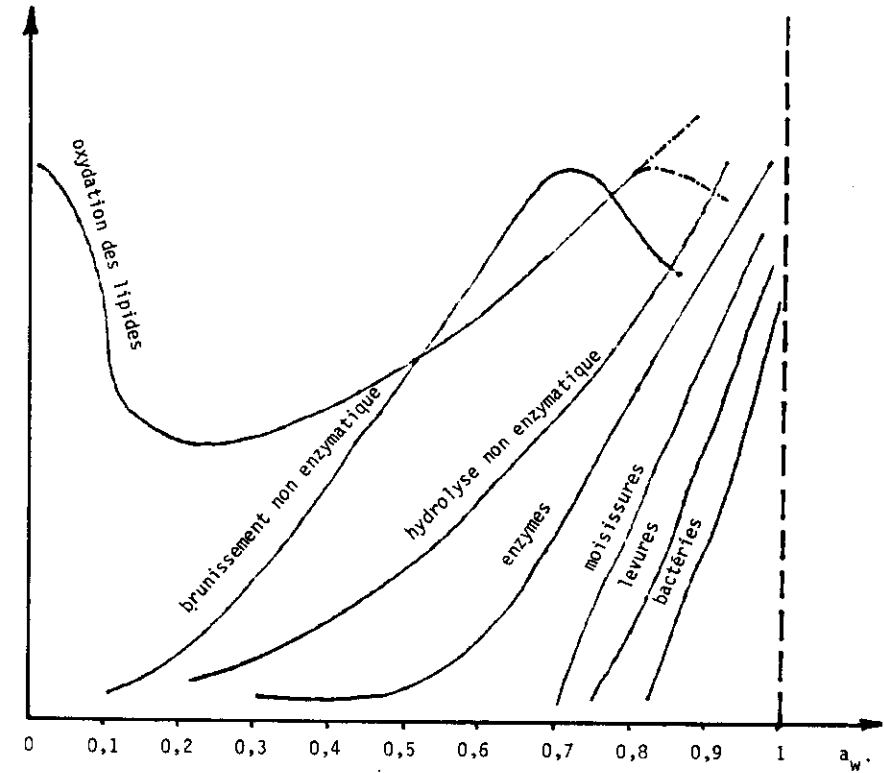


Figure 6 : Vitesses relatives de détérioration des aliments

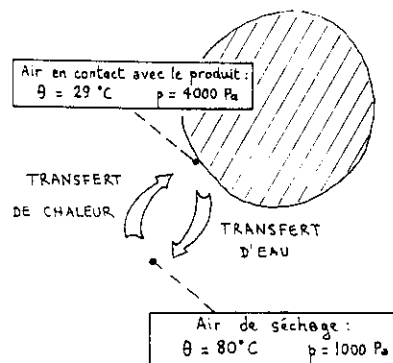


Figure 7 : l'opération unitaire séchage par entrainement

LE SECHAGE : OPERATION UNITAIRE DU GENIE INDUSTRIEL ALIMENTAIRE

SECHAGE ISENTHALPIQUE PAR ENTRAINEMENT

Le séchage est donc une opération qui vise à diminuer l'aw d'un produit. C'est la technique la plus utilisée. Le séchage est une opération unitaire du génie industriel alimentaire, elle correspond à une opération de transfert de chaleur et de transfert de matière ; bien évidemment on pense à l'eau mais aussi à certaines matières dissoutes ou volatiles. La théorie indique qu'à chaque aw d'un produit biologique, correspond une pression partielle de vapeur d'eau. La comparaison avec la pression partielle de vapeur d'eau et de l'air ambiant permet de prévoir le sens des transferts.

LE SECHAGE EST ENERGIE VORACE

Par ses caractéristiques hors du commun, 1 litre d'eau nécessite l'apport de 600 kcal pour être vaporisé. Mais en fait, cette évaporation se fait au contact de l'air et globalement le rendement ne dépasse guère 50 %, ce qui se traduit par une consommation effective de 1 000 à 1 200 kcal par kg d'eau à évaporer.

A l'heure où les problèmes énergétiques conduisent le monde, l'énergie solaire semble devoir être à privilégier. On peut penser à des pays enclavés comme en CENTRAFRIQUE ; RWANDA ; BURUNDI ; OUGANDA dont le robinet énergétique dépend d'une route, d'un port ou d'une décision politique du pays voisin.

Le soleil fournit annuellement 20 000 fois la consommation énergétique actuelle ; il est présent sans que l'on soit obligé de le transporter. Aussi, les pays tropicaux réputés inondés de soleil pourraient-ils profiter de cette manne céleste ?

L'énergie solaire fut de tout temps la méthode la plus employée pour l'élimination de l'eau. Nous reprendrons la description du "gisement" solaire, puis convaincus qu'il faut "aider" le soleil nous présenterons des réalisations de séchoirs solaires.

II. L'ENERGIE SOLAIRE

2.1. LE GISEMENT SOLAIRE

LE SOLEIL TROPICAL ET LES IMAGES D'EPINAL

Aux habitants de nos zones tempérées, les zones tropicales, symbolisées bien souvent par l'Afrique apparaissent comme le paradis du soleil.

Pourtant, il faut reprendre nos leçons de géographie et accoler au terme tropical les notions de climat chaud et humide. C'est en effet dans ces zones que se situent les problèmes de séchage.

2.1.1. L'ENSOLEILLEMENT

Pour poser le problème de façon globale, malgré leurs insuffisances envisageons les données de l'ensoleillement chiffrées en nombre d'heures d'insolation.

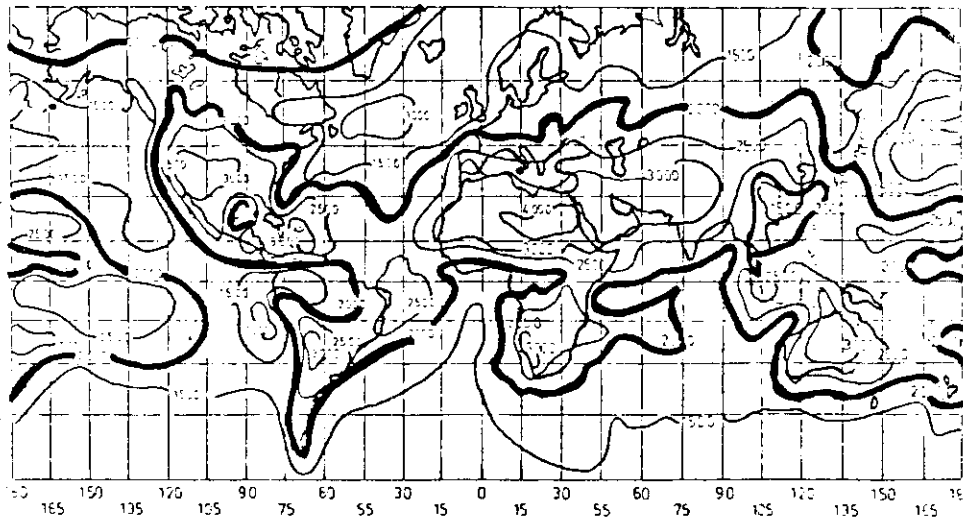


Figure 8 : ESTIMATION DES DUREES ANNUELLES D'INSOLATION EN HEURES
Origine : Météorologie Nationale

Cette carte nous montre que la durée annuelle d'ensoleillement direct varie suivant les régions du globe de moins de 1 000h à plus de 4 000 heures. Mais la courbe des 2 000 heures par exemple passe aussi bien en FRANCE qu'en COTE D'IVOIRE, au CAMEROUN ou au BRESIL.

La courbe 2 000 heures d'ensoleillement sur la mappemonde, montre qu'il faut tenir compte des microclimats liés au reliefs. Dans les PVD, on peut situer une fourchette d'ensoleillement comprise entre 2 000 et 3 500 heures par an. Par contre, le nombre d'heures d'ensoleillement apporte peu d'information aux thermodynamiciens.

La connaissance du nombre d'heures d'ensoleillement annuel en un point n'est cependant pas suffisante pour déterminer le potentiel solaire en ce point.

Cet ensoleillement peut présenter des caractéristiques très variables, selon l'heure, la saison et selon l'état de l'atmosphère (ciel plus ou moins brumeux).

On est donc conduit à s'intéresser à l'Energie reçue annuellement par unité de surface au sol (surface dont il convient de préciser la situation géographique).

Il faut se tourner vers des notions d'énergie reçue au sol. Les courbes des insolation moyennes reçues au sol montrent aussi une grande disparité sur le globe terrestre. Pour les PVD retenons des valeurs de l'ordre de 2 000 Kwh/m²/a comprises entre 1 650 et 2 400Kwh/m²/a .

2.1.2. L'insolation

Au niveau de la FRANCE par exemple, on constate qu'il n'y a pas parfaite superposition entre l'ensoleillement et l'énergie quotidienne reçue au sol. On constate également que les variations saisonnières sont importantes.

Alors que penser d'une carte comme celle-ci qui semble dire à travers une notions de moyenne annuelle que l'énergie reçue en COTE D'IVOIRE est bien supérieure à celle reçue en FRANCE.

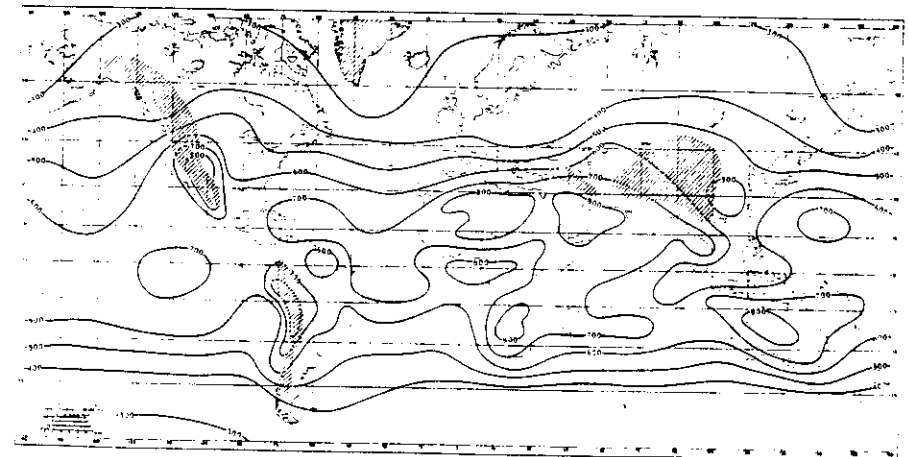


Figure 9 : INSOLATION MOYENNE ANNUELLE EN KJ/cm² (1 KJ/cm² = 2,777 kWh/m²)

Signalons au passage les difficultés rencontrées lorsqu'on travaille sur l'énergie solaire. Difficultés au niveau unités utilisées, et surtout au niveau informations météorologiques souvent basées sur des moyennes.

Les tableaux suivants nous fournissent des tables de conversion pour les unités énergétiques et des puissances utilisées.

UNITES DE TRAVAIL ET DE PUISSANCE - MODE DE CONVERSION

	JOULE N. m = W. s = J	KILOWATT HEURE kWh	KILOCALORIE kcal	THERMIE	Tep
Joule	1	$0,278 \times 10^{-6}$	$0,239 \times 10^{-3}$	$0,239 \times 10^{-4}$	$0,239 \times 10^{-10}$
kWh	$3,6 \times 10^6$	1	860	860×10^{-3}	860×10^{-7}
kcal	4180	$1,16 \times 10^{-3}$	1	10^{-3}	10^{-7}
Thermie	$4,18 \times 10^3$	1,16	10^3	1	10^{-4}
Tep	$4,18 \times 10^{10}$	$1,16 \times 10^7$	10^7	10^4	1

Tep : tonne d'équivalent pétrole = 10 000 thermies Tep : Tonne d'équivalent charbon = 500 thermies

	Watt = J/s	W	ch	kcal/h
Watt	1	10^{-3}	0,00136	0,860
W	1000	1	1,36	860
ch	736	0,736	1	634
kcal/h	1,16	$1,16 \times 10^{-3}$	0,00158	1

Exemples d'utilisation de ces tableaux (lecture horizontale)
1 Joule = $0,239 \times 10^{-3}$

UNITES UTILISEES DANS LES APPLICATIONS DE L'ENERGIE SOLAIRE

	BRITISH THERMAL UNIT PER SQUARE FOOT BTU/F	CALORIE PAR cm ² (Langley) cal/cm ²	KILOWATTHEURE par m ² kWh/m ²	KILOJOULE par cm ² kJ/cm ²
BTU/F	1	3,7	317	885
cal/cm ²	0,27	1	86	239
kWh/m ²	$3,15 \times 10^{-3}$	$1,16 \times 10^{-2}$	1	2,78
kJ/cm ²	$1,13 \times 10^{-3}$	$4,18 \times 10^{-3}$	0,36	1

	W/m ²	kilocalorie par heure et par m ² kcal/k.m ²	calorie par minute et par cm ² cal/mn.cm ²
W/m ²	1	1,16	697
kcal/h.m ²	0,86	1	600
cal/mn.cm ²	$1,44 \times 10^{-3}$	$1,67 \times 10^{-3}$	1

La durée d'insolation journalière varie considérablement en fonction de la latitude. L'inclinaison de la terre, induit un ruissèlement de l'ordre de 12 heures autour de l'équateur, tandis qu'aux latitudes extérieures les durées des jours varient dans de larges proportions n'y connaît-on pas le soleil de minuit ?

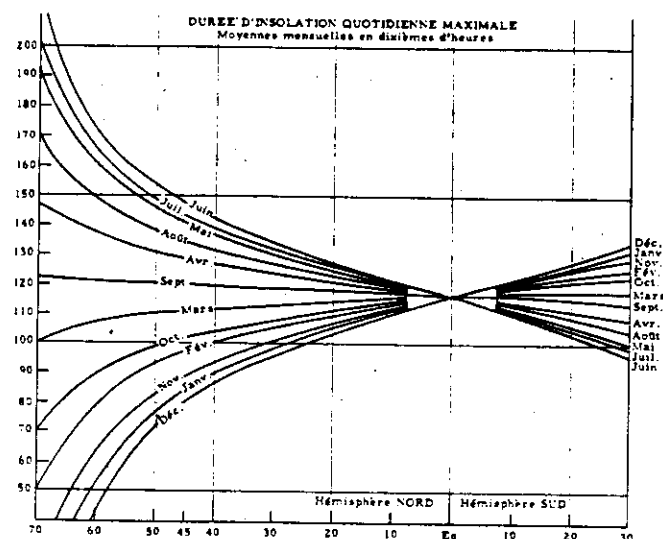


Figure 10: Variation annuelle des durées quotidiennes d'insolation maximales selon la latitude et le mois.

De même, l'énergie reçue au sol varie très peu à l'équateur entre $3\,000 \text{ J/cm}^2$ par jour alors qu'au 45° parallèle l'étendue est comprise entre 700 J/cm^2 par jour en décembre et $3\,250 \text{ J/cm}^2$ par jour en juin. Le tableau III explicite ces données.

Tableau III : RAYONNEMENT SOLAIRE GLOBAL AU SOL PAR BEAU TEMPS
MOYENNE MENSUELLE EN J/cm^2 PAR JOUR

Mois	70° N	60° N	50° N	45° N	40° N	30° N	20° N	10° N	Equateur	10° S	20° S	30° S
Janvier	-	200	590	800	1050	1550	2050	2500	2850	3100	3300	3400
Février	180	550	1000	1250	1500	1950	2350	2700	2950	3100	3150	3100
Mars	700	1150	1650	1900	2100	2450	2750	2900	3000	3000	2850	2650
Avril	1650	2000	2350	2550	2700	2900	3000	3000	2900	2700	2400	2050
Mai	2550	2750	2900	3000	3100	3150	3100	3000	2750	2450	2050	1600
Juin	3000	3100	3200	3250	3300	3250	3150	2950	2650	2300	1850	1350
Juillet	2800	2850	3100	3200	3200	3200	3100	2950	2650	2350	1900	1400
Août	2000	2200	2550	2700	2800	3000	3050	3000	2800	2550	2200	1850
Septembre	1050	1500	1950	2150	2300	2600	2800	2950	2950	2850	2650	2400
Octobre	340	750	1200	1450	1700	2150	2500	2750	2950	3050	3050	2900
Novembre	30	290	700	950	1200	1700	2150	2550	2900	3100	3250	3300
Décembre	-	130	490	700	950	1450	1950	2450	2800	3100	3350	3450
Année	1190	1470	1810	1990	2160	2450	2660	2810	2850	2810	2660	2450

LES INFORMATIONS BASEES SUR DES MOYENNES SONT INSUFFISANTES

Il faut prendre garde de ne pas se contenter d'informations basées sur des moyennes. AVIGNON, ainsi, reçoit une énergie moyenne de $4,2 \text{ kWh/m}^2/\text{jour}$ équivalente à la moyenne de la COTE D'IVOIRE. Pour 2 villes de ce pays, GAGNOA au Sud et FERKESSEDOUGOU au Nord les durées d'ensoleillement varient de 1 850 h à 2 750 h.

Des données plus précises sont donc à chercher, auprès des stations météorologiques.

2,1,3. La température, la pluie, l'humidité relative, le vent.

Pour promouvoir le séchage solaire, par entraînement à l'air chaud, il faut s'intéresser non seulement à l'ensoleillement et à l'inso-lation mais aussi à d'autres données météorologiques ; la température et l'humidité de l'air ambiant, la vitesse du vent. Malheureusement, les données météorologiques sont trop fréquemment exprimées en valeurs moyennes. Il faudrait disposer de ces valeurs pratiquement heure par heure pendant les périodes de séchage.

Toutefois, malgré le manque de données systématiques, nous nous proposons d'évoquer ensemble non plus une image d'épinal mais une image réelle des conditions météorologiques tropicales en zone tropicale humide.

2,2. UN EXEMPLE CONCRET : DIMBOKRO EN COTE D'IVOIRE

Prenons comme exemple la récolte des fèves de cacao, en COTE D'IVOIRE. Cette récolte dure une centaine de jours répartis sur les mois d'octobre, novembre, décembre. Nous sommes en milieu tropical humide ; asso-ciant température de l'ordre de 27°C et une pluviométrie importante. Lorsqu'on se penche vers des statistiques du mois de Novembre donc mois de récolte des fèves de cacao, on se rend compte que bien évidemment la température est élevée mais l'humidité relative de l'air est aussi très élevée, comprise entre 95% et 55 %. Or, puisqu'on va chercher à sécher des produits agricoles en utilisant de l'air réchauffé par le soleil, il est bien évident que les caractéristiques du pouvoir séchant de cet air, déterminées sur le diagramme de l'air humide sont liées à l'humidité relative de l'air.

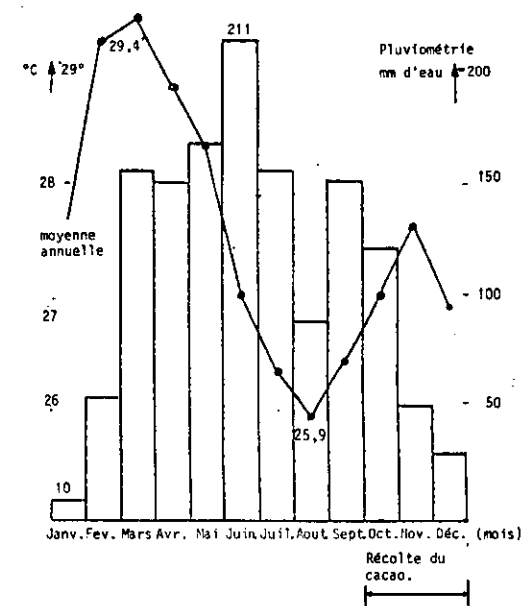


Figure 11 : Côte d'Ivoire Dimbokro Caractéristiques climatiques moyennes mensuelles

Les caractéristiques climatiques moyennes mensuelles font apparaître des valeurs maximales et minimales suivantes :

29,4°C mars	211 mm d'eau juin
pour une moyenne de	pour une moyenne de
27,6°C/an	1 339 mm d'eau/an
25,9°C aout	10 mm d'eau janvier

L'ensoleillement de DIMBOKRO, 1 914 heures/an est à comparer à celui de Nice 2 750 heures/an.

Il convient d'affiner le diagramme général annuel et de préciser les données climatiques, en fonction des mois de récolte des fruits tropicaux. A DIMBOKRO, zone de cacaoyers, la récolte se déroule pendant une campagne variant de 80 à 100 jours pendant les mois d'octobre, novembre, décembre.

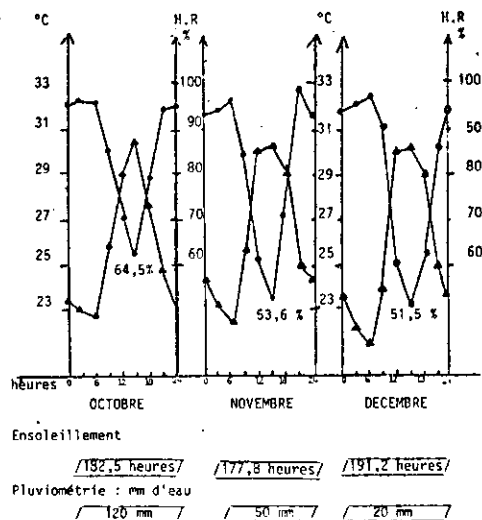


Figure 12. COTE D'IVOIRE DIMBOKRO

Caractéristiques climatiques en fonction des heures pendant les mois de récolte des fèves de cacao

(▲) °C Température - (•) H.R. % d'humidité relative de l'air

Les caractéristiques essentielles de ces mois de récolte de cabosses de cacao montrent une température moyenne comprise entre 27°C et 27,5°C une pluviométrie décroissante de 120 à 20 millimètres d'eau. L'humidité relative, en fonction des heures de la journée, est toujours très importante. Ce n'est que vers 15 heures que cette humidité relative avoisine 60%.

La zone productrice de cacao, est pendant la récolte, non seulement une zone de pluies, mais aussi une zone où l'humidité relative reste toujours forte.

2.3. CONCLUSION A LA QUESTION : LE SOLAIRE EST-IL UNE ENERGIE POUR LE TIERS MONDE ? IL CONVIENT DE REPONDRE OUI MAIS !

Les images d'épinal assimilant les zones tropicales, au paradis du soleil sont à nuancer.

En effet, afin de promouvoir le séchage par l'énergie solaire, il importe de disposer de données météorologiques plus précises. De plus, du point de vue purement conditions climatiques, il faut toujours avoir présent à l'esprit, que les zones principales de production de produits agricoles tropicaux, correspondent à des zones à climat tropical humide. Si la température est de l'ordre de 27°C, l'humidité relative reste toujours élevée supérieure à 60 % et les précipitations sont importantes.

Il convient en outre d'étudier les spécificités des produits tropicaux, sans oublier le facteur essentiel, les réalités socio-économiques et socio-culturelles des pays concernés.

III. LES PRODUITS TROPICAUX ET LE SECHAGE SOLAIRE

3.1. CONNAISSANCE DES PRODUITS

Le séchage de produits biologiques requiert une interdisciplinarité. Le thermodynamicien doit être en relation avec le technologue, le biochimiste, le socio-économiste.

Les données journalières météorologiques fournissent aux thermodynamiciens des données essentielles aux possibilités énergétiquement

envisageables. Le produit à sécher n'est pas inerte, sa nature biologique doit nous dicter les contraintes, les bornes à ne pas dépasser.

Pour chaque produit agricole, il est souhaitable d'établir un inventaire des contraintes, liées à la nature biologique, contraintes que nous pourrions qualifier de bio-contraintes.

Les produits tropicaux sont en fait mal, peu, voire pas connus. On se réfère souvent aux mêmes produits, principalement ceux destinés à l'exportation (café, cacao, coprah, arachide...) ou aux céréales (riz, maïs, mil, sorgho...) mais en fait qu'en est-il des connaissances biochimiques, technologiques, thermodynamiques des produits tels que le manioc, taro, igname, pour les tubercules, tels que niébé, amarante, pois voandzou, gombo et autres choux palmistes, pour les plantes légumières, tels que maracuja, mangue, papaye, corossol, pomme cajoue etc...pour les fruits ?

Le groupe de travail du GERDAT en technologie agricole et alimentaire, tente de faire un inventaire des données existantes pour, par la suite, le compléter, afin de promouvoir sur des données concrètes la valorisation des ressources tropicales. Le thème séchage, dont le séchage solaire, a été retenu comme prioritaire au sein de ce groupe GERDAT. Cette antenne technologie agricole et alimentaire tropicale associe d'autres partenaires dont les enseignants et les chercheurs du département Génie Industriel Alimentaire de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Alimentaires de MASSY, et en matière de séchage solaire le laboratoire de physique appliquée du département de physique de l'Université de PERPIGNAN.

3.2. BIOCONSTRAINTES DE SECHAGE

Les dates de récolte sont à mettre en regard des conditions météorologiques. Un tableau fourni par l'IRFA (Institut Français des Fruits et Agrumes) montre qu'à chaque période de l'année, aux ANTILLES, des fruits arrivent à maturité. Un séchoir polyvalent, multiproduit est dans ce cas envisageable. Pour des raisons évidentes de rentabilisation, la solution séchoir polyvalent multiproduits nous apparaît à l'échelon modèle campagnard comme souhaitable.

- ANTILLES

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
												Agrumes	oranges
													pomelos
													citrons
													limes
													kumquats
												Cerises des Antilles	
												Cerises de Cayenne	
												Corossol	
												Grenadille	
												Goyaves	
												Mangues	
												Tamarins	

Avant le séchage du produit certains prétraitements sont à envisager : présentation du produit (cossettes de manioc, de coprah, quartier de bananes) blanchiment (inhibition des enzymes) traitement préventif d'attaque de microorganismes.

Des paramètres importants doivent être connus pour définir les conditions limites pour chaque produit couples temps-températures supportables, photooxydation, destruction de vitamines.

Par exemple, le croutage qualifie la migration, lors du séchage de substances dissoutes qui s'accumulent alors à la périphérie du fruit. Cette accumulation crée une concentration telle qu'une barrière peu perméable à l'eau est créée. Dans certains cas, ces phénomènes de croutage sont à éviter car ils ralentissent considérablement la période de fin de séchage (cas des fruits charnus par exemple). Dans d'autres cas, au contraire,

ce croutage est à promouvoir afin de permettre la rétention de substances volatiles (cas des herbes aromatiques par exemple).

D'importantes études sont à mener en liaison avec les biochimistes et les spécialistes du Génie Alimentaire de façon à définir les propriétés caractéristiques de différents produits agricoles lors du séchage.

SPECIFICATIONS POUR LE SECHAGE DE PRODUITS AGRICOLES

PRODUITS	HUMIDITE INITIALE Xhi %	HUMIDITE FINALE Xhi %	TEMPERATURE	PRETRAITEMENT
<u>Céréales</u>				
Paddy cru	22 - 24	11	50	-
Paddy précuit	30 - 35	13	50	précuisson
Maïs	35	13	60 - 80	-
Blé	20	16	45	-
<u>Légumes</u>				
Petits pois	80	5	65	blanchiment
Carottes	70	5	75	tranchage et blanchiment
Haricot vert	70	5	75	blanchiment
Oignons, ails	80	4	55	découpage
Patate douce	75	7	75	découpage en cubes
Pomme de terre	75	13	.....	idem
Légumes feuillus (épinards, feuilles de manioc)	80	10	.....	idem
Manioc	62	17		
<u>Fruits</u>				
Pommes	.....	24	70	tranchage et sulfuration
Abricots-Pêches	85	18	65	découpage en dent. et sulfuration
Raisins	80	15 - 20	70	sulfuration
Bananes		15	70	
Figues	.....	24	.....	fumigation
<u>Autres produits</u>				
café	50 - 52	11	.....	fermentation
fèves de cacao		9		
graines de coton		9	.....
coprah	30	5	.....	découpage
arachides	40	9	.....