



MICROFICHE N°

03966

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية

وزارة الزراعة

المركز القومي

للتوثيق الفلاحي

تونس

F 1

РЕПУБЛИКА ТУРКМЕНИ

ОММ.УМ. 01.2.1

Министерство сельского хозяйства

100000

ОММ.УМ. 01.2.1
Министерство сельского хозяйства

98

10

Technologie des Serres

REPUBLIQUE TUNISIENNE

O.M.V.V.M. et P.T.T.

Direction des Etudes

0034 3966

ARCHIVES

O.M.V.V.M. et P.T.T.
Direction des Etudes

Technologie des Serres

MAI 1976

INTRODUCTION

L'agriculture sous serres est actuellement en Tunisie au début d'une période d'extension essentiellement dans les régions côtières de l'Est du pays. La superficie totale de lha de cultures maraichères sous grands abris plastiques est déjà installée dans les régions suivantes : Cap Bon (53,5%), Sousse (28,4%), Tunisie (9%), Sfax (5,5%) et Gabès (3,6%).

Ce mode de culture ne peut avoir une importance quantitative relativement à la masse de la production agricole totale du pays et ne peut pallier aux insuffisances dont souffre l'agriculture "classique". En effet, le sol ne constitue nullement un facteur limitant de notre production agricole et l'intensification de l'exploitation des potentialités naturelles n'est pas encore atteinte.

L'intérêt des cultures sous abris réside donc dans la variété, la qualité et l'échelonnement dans le temps de leurs produits. Ce qui offre, d'ailleurs, à ces produits une valeur marchande de choix.

Cependant, l'avenir économique de ces cultures ne peut être pleinement assuré que si certaines conditions soient présentes, en particulier :

- Une grande partie de la production se destine aux marchés locaux à des prix non prohibitifs. L'exportation, généralement de capacité limitée et soumise à la concurrence et à l'influence des structures de production et de commercialisation particulièrement organisées, ne peut servir que comme élément tampon.

- L'adaptation et l'amélioration des techniques de conservation de longue durée par le froid et des transports rapides sur de longues distances.

- La diminution des coûts de production en investissements et en charges de fournitures et de main-d'œuvre.
C'est pourquoi la construction d'une serre exige préalablement la connaissance de l'objectif à atteindre et la confirmation de sa possibilité technique et économique.

Cette étude a pour objet de faire le point sur cette importante question en résumant à partir de divers documents les connaissances en matière de serres.

ARCHIVES

O. M. V. V. M. et P. P. I.
Direction des Etudes

CONDITIONS OPTIMALES DE CROISSANCE

VEGETALE

- 1 -

Lorsque les conditions optimales de végétation sont réunies à l'extérieur du sol : température, humidité, structure, éléments nutritifs, etc.... la croissance rapide de la plante dépend essentiellement de ses potentialités génétiques et des conditions bioclimatologiques de l'atmosphère environnante. Ces dernières conditions sont difficiles à définir avec précision car elles se rapportent à des facteurs physiques de croissance qui sont sous la dépendance des facteurs climatiques locaux plus ou moins liés entre eux et susceptibles d'agir sur les conditions du sol principalement la température et l'humidité.

FACTEURS PRINCIPAUX DE CROISSANCE

Ces facteurs sont essentiellement au nombre de quatre intimement liés :

- La température des tissus de la plante qui agit sur les réactions chimiques (réactions biochimiques enzymatiques) et qui dépend de la température de l'air, de sa humidité et de rayonnement solaire. La vitesse de ces réactions augmente avec la température entre des limites très différentes suivant les espèces. La température optimale est, elle aussi, différente suivant l'espèce de la plante et son stade végétatif (germination ou stade de croissance) elle croît avec l'abaissement de la humidité relative et est de ce fait plus faible la nuit que le jour.

- Les conditions lumineuses ont aussi importance sur les réactions photochimiques de la photosynthèse. Sous ces conditions optimales, l'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique qui permet les autres réactions. Les conditions lumineuses agissent sur :

- Leur longueur d'onde entre 0,4 et 0,7 micron surtout dans le bleu et le rouge visible et peu dans l'infrarouge (fig.1)

- leur intensité dans ces longueurs d'onde efficaces

- leur durée quotidienne et sa variation saisonnière

L'optimum est variable suivant l'espèce de la plante et décroît avec la hausse de la température.

- L'évapotranspiration de la plante qui agit sur le mouvement interne de l'eau et qui est sous la dépendance de la régulation d'ouverture des stomates en fonction de la possibilité de satisfaire l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.), elle-même sous la dépendance de la température de l'air, de son humidité, de sa turbulence et de l'énergie calorifique reçue du rayonnement global de l'atmosphère. L'optimum se situe au maximum défini par l'ETP, car il correspond à la pleine ouverture des stomates par laquelle s'effectuent les échanges gazeux des réactions biochimiques. Ces optima n'ont atteint que lorsque l'alimentation en eau des racines s'équilibre avec l'ETP. Cependant, l'excès de lumière ou de gaz carbonique tend à diminuer l'ouverture des stomates.

- Le besoin en gaz carbonique des tissus de la plante qui agit sur l'élaboration de matière végétale par la photosynthèse et qui dépend de celle de l'air en contact et de l'ouverture des stomates.

Ces besoins dans l'air ne dépassent de la valeur normale (0,03 %) et peut atteindre 0,1 à 0,2 % dans des conditions élevées de température et de lumière.

PRODUCTION DE PRODUITS

Ces quelques principaux facteurs physiques de croissance agissent sur les deux fonctions essentielles de production de matière végétale : la photosynthèse et la respiration. Ces deux fonctions sont liées par leur durée et leur intensité (représentée par l'absorption ou la déperdition de gaz carbonique) :

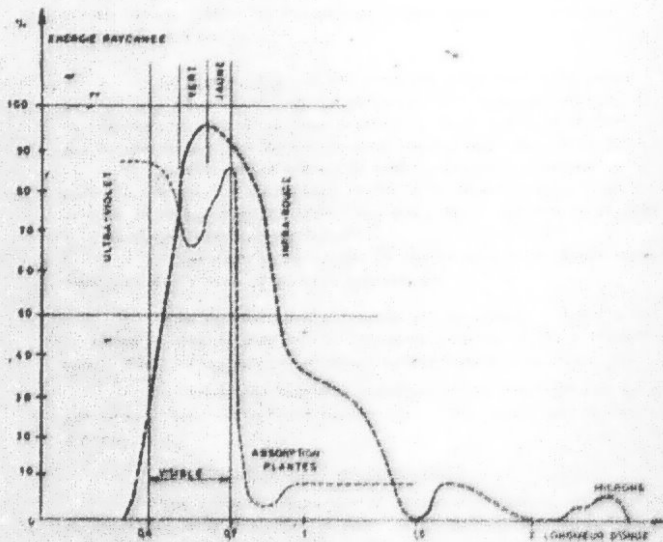


Fig 1 ABSORPTION DU RAYONNEMENT LUMINEUX
PAR LA PLANTE

- La photosynthèse est une fonction complexe sous dépendance de l'élaboration des facteurs physiques précédents, chacun présentant à la fois un seuil limitant et un maximum au-delà duquel il est inutile ou même nuisible.

En règle générale, elle est favorisée par l'eau que la plante peut puiser dans le sol (humidité, carences), la température de l'air son humidité et sa turbulence, l'intensité du rayonnement lumineux. Elle peut par contre être réduite par l'état physiologique de la plante (état végétatif, carence en alimentation minérale, état végétatif sénéscent).

- La respiration est une fonction d'une intensité souvent 10 à 20 fois plus faible que la photosynthèse et dépend surtout de la température avec un maximum d'action compris entre 25 et 30°C qui est seulement plus élevé que pour la photosynthèse, 15 à 20°C.

La différence entre les deux fonctions correspond au gain d'accroissement en matière végétale et dépend surtout d'un maximum de température, lorsque tous les autres facteurs favorables à la photosynthèse sont satisfaisants.

D'une manière générale, la plante se trouve placée dans deux situations bien distinctes suivant que :

1. les facteurs physiques ont seulement limitant pour la photosynthèse ou pour la respiration (froid, humidité, faible température en hiver, faible humidité en été).

2. Chacun des facteurs physiques n'est pas limitant, mais les interactions entre eux peuvent jouer d'équilibrées que celles d'un.

FACTEURS PHYSIQUES FAVORISANT

Les facteurs physiques de croissance sont les facteurs physiologiques de développement qu'on peut leur rattacher. Les principaux de ces facteurs sont les suivants, sous l'influence d'un ou de leurs minima optimaux (fig. 2).

RECEVU

RECEVU
Bureau de l'Etat

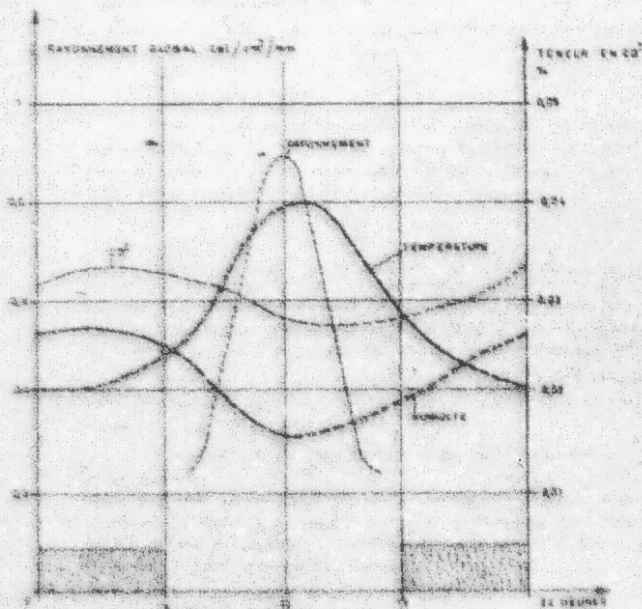


FIG. 2 VARIATION DES FACTEURS CLIMATIQUES
AU COURS DE LA JOURNÉE

Température de l'air

Elle agit sur la température de la plante et sur l'ETP

- optimum 20 à 30°C suivant la lumière, mais un abaissement mesuré de 4 à 8°C peut être favorable.
- Minimum : plus de 0°C pour les espèces de climat tempéré et 15° pour les espèces de climat tropical.
- Maximum : 30°C peuvent atteindre 40°C à certaines dates vé-
gétatives (germination, débourrement).

Rayonnement global

C'est la somme du rayonnement solaire direct et du rayonnement diffusé par le ciel et les nuages. Il fournit les radiations lumineuses à la plante et agit sur sa température et sur l'ETP par dégagement d'énergie calorifique (fig.3).

Lumière

Les longueurs d'onde des radiations ont en très faible quantité en ultraviolet et à peu près partagées en intensité entre le visible (0,4 à 0,7 micron) et l'infrarouge (0,7 à 3 micron). L'intensité dans le visible est variable suivant la nébulosité, la saison et l'heure de la journée dans un rapport considérable.

L'optimum d'intensité, généralement élevé, croît avec la température, mais pour certaines espèces végétales et à certains stades de leur développement.

La lumière intervient aussi par la durée quotidienne d'éclairement.

Durée du jour est variable selon les saisons (20 heures en hiver, 16 heures en été). L'évolution de la durée quotidienne d'éclairement varie suivant les espèces et le stade de végétation, de moins de 16 heures à plus de 14 heures (photopériodisme).

Énergie calorifique

Le rayonnement global exprimé en cal/cm² par jour présente une variation saisonnière analogue à la température, mais avec une avance d'un mois, ce qui entraîne une température élevée pour un rayonnement réduit en automne à l'inverse du printemps. L'optimum est lié à une température entre la lumière et la température.

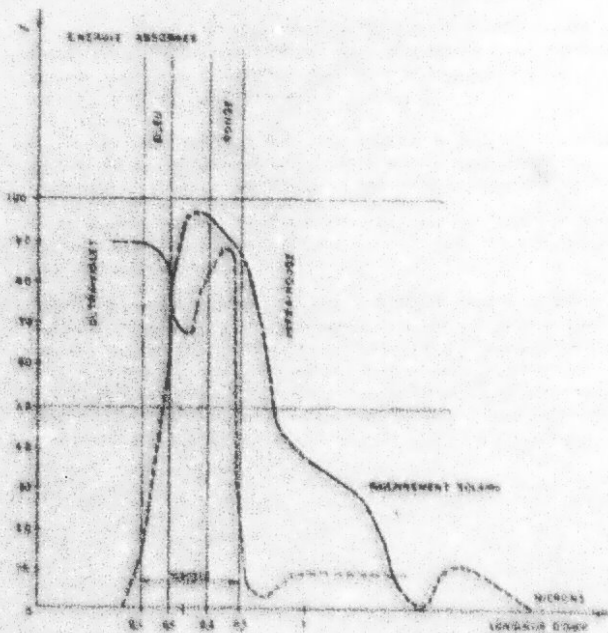


FIG. 3 INTENSITÉ DU RAYONNEMENT SOLAIRE
SUIVANT LA LONGUEUR D'ONDE

TURBULENCE ET COMPOSITION DE L'AIR

La turbulence de l'air agit surtout sur l'ETP et sur la température par son renouvellement au contact de la plante et est susceptible de modifier sa teneur en ses différents éléments :

• La vapeur d'eau, avec une humidité relative optimale variable suivant l'espèce et croissant avec la température, mais avec un maximum limité par le développement des microorganismes et par le risque d'accidents physiologiques.

• Le gaz carbonique, la teneur moyenne de l'air en ce gaz est de 0,03 %; elle est plus élevée la nuit que le jour, mais reste inférieure à l'optimum surtout par température et lumière élevées.

La turbulence de l'air à son intensité maximale peut avoir une grande importance dans la construction des serres : choix des matériaux, type de construction.

Dans le cas d'une culture intensive en pleine végétation ces facteurs climatiques peuvent présenter de grandes différences au contact des feuilles et modifier sensiblement les facteurs physiques de croissance : température variable suivant la hauteur au dessus du sol, humidité de l'air et teneur en gaz carbonique variables suivant les courants de turbulence, absorption des radiations lumineuses différentes suivant la position des feuilles, etc..

1. TRANSMISSION D'ÉNERGIE DES ÉLÉMENTS
ÉNERGÉTIQUES - ÉNERGÉTIQUES

Les "cercles" élastiques de l'intérieur du volume d'un
système déformé par une soudeuse incompressible de transmission sont
différents de ceux de l'extérieur, en raison des restrictions aux
échanges radiatifs, thermiques et gazeux. Les conditions élasti-
ques celles-ci sont élastiques à l'intérieur dépendent du mode
de transmission de cette énergie et de son point de contact favorable
pour la croissance rapide des plantes.

LES ÉLÉMENTS SONT À L'ÉNERGIE

ÉNERGIE DE TRANSMISSION

Ces éléments sont élastiques à l'intérieur de la sphère et élasti-
quement la transmission interne de la sphère.

Ces éléments sont et regardent des éléments élastiques élasti-
quement élastiques élastiques de l'intérieur qui est le plus souvent
dans l'élémentaire avec l'énergie de l'intérieur et de l'extérieur. Les élasti-
cités se caractérisent par :

- Un élastique élastique élastique de la sphère de l'énergie, et
une élastique élastique élastique de la sphère de l'énergie.

- Une élastique de l'énergie élastique élastique de la sphère que
la transmission est plus élastique, avec une élastique élastique plus élasti-
cité élastique élastique de la sphère élastique de la sphère élastique élastique.
C'est élastique que la élastique élastique de la sphère élastique de la sphère élastique élastique.

- Une élastique élastique élastique élastique de la sphère élastique élastique
élastique de l'énergie élastique avec une élastique élastique de la sphère élastique élastique
élastique de la sphère élastique.

- dans un spectre de longueur d'onde comprises entre 0,2 et 3 microns avec le maximum d'énergie pour 0,5 micron correspondant à la bande jaune de la lumière.

Par contre la terre à nos températures ambiantes émettent des radiations d'une énergie généralement supérieure à 3000 kcal par m² et par 24 heures, énergie tenu du rayonnement atmosphérique en sens inverse (refroidissement surtout sensible par ciel clair). Ces radiations se situent entre 3 et 30 microns (infrarouge) avec le maximum d'énergie pour 10 microns.

Lorsque ces radiations viennent au contact d'une paroi, elles vont à la fois :

- réfléchir, d'autant plus que la surface est plus lisse et que l'angle d'incidence est plus grand ;

- absorber en élevant ainsi la température de la paroi qui rayonne à son tour par ses deux faces ;

- transmettre seulement pour certaines parois qui laissent le passage à ces radiations, tout au moins pour certaines longueurs d'onde et notamment celles de la lumière. Suivant leur nature et leur état de surface, avec éventuellement combinaison d'eau, ces parois transmettent ces radiations directement après simple réflexion (transparentes) ou les diffusent dans des directions diverses (opacifiées).

ÉNERGIE DE CHAUFFAGE

- PAR TRANSMISSION :

a) Énergie :

L'énergie calorifique de l'atmosphère (radiations infrarouges de courtes longueurs d'onde) est réfléchie, absorbée par la paroi, réémise de celle-ci par nous 2 fois, transmise à l'intérieur de l'habitation les émetteurs absorbés par la terre, la végétation et l'air, dans un rapport de plus de 60%. Cette énergie calorifique vient échauffer l'air.

- la chaleur utilisée pour l'échauffement du sol et de la végétation qui rayonnent et rayonnent à leur tour de la chaleur de transmission sans l'air ne rayonne.

- la chaleur utilisée pour l'évaporation de l'eau dans l'air humide,

RECHERCHES
O.M.V. 1948 n° 1 p 1
Recherches des sources

b) Perte :

L'énergie calorifique rayonnée à l'intérieur de l'enveloppe (radiations infrarouges de grande longueur d'onde) est réfléchi, absorbée, réémise par la paroi et surtout plus ou moins transmise vers l'extérieur suivant la nature de celle-ci. De nuit, la terre, la végétation et l'air se refroidissent, pouvant même, pour certaines parois, atteindre une température inférieure à celle de l'extérieur par absence de contact avec des couches d'air extérieur moins froid.

- Par convection et conduction :

Ces échanges, considérés ici seulement pour une enveloppe étanche à l'air, correspondent à une perte de chaleur lorsqu'ils sont dits, en cas général à une température intérieure plus élevée que celle de l'extérieur. Ils dépendent de cet écart de température et de la nature de la paroi et s'effectuent par :

a) Convection, pour la plus grande part au contact de l'air et de la paroi interne et de l'air et de la paroi externe. Elle est influencée surtout par l'état de surface de la paroi et par la turbulence de l'air : vent à l'extérieur, mouvement de l'air à l'intérieur provoqué naturellement par différence de température ou artificiellement par pulsation favorable (homogénéité de température et d'humidité) ou nuisible (mouvement d'une paroi souple).

b) Conduction, dont sa part est plus réduite et qui se manifeste par la transmission à travers l'épaisseur de la paroi de sa face interne à sa face externe. Elle est influencée surtout par l'importance de la conductibilité de la paroi et de son épaisseur. Dans le cas des enveloppes courantes, elle reste de l'ordre de 5 à 10 Kcal/m².

Ces échanges de chaleur sont donc finalement surtout influencés par l'importance des connections, celle de l'intérieur étant la plus facile à modifier.

- Cf. figs 4

100/100

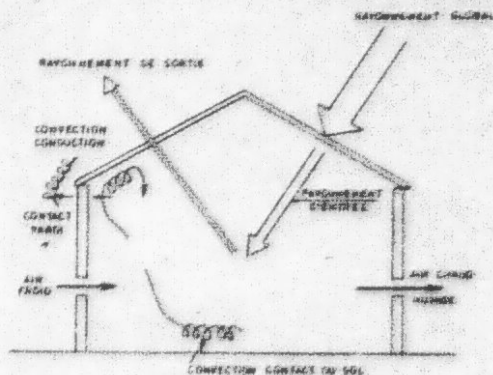


Fig 4 ECHANGES DE CHALEUR
ENTRE L'INTERIEUR ET L'INTERIEUR
D'UNE SERRE

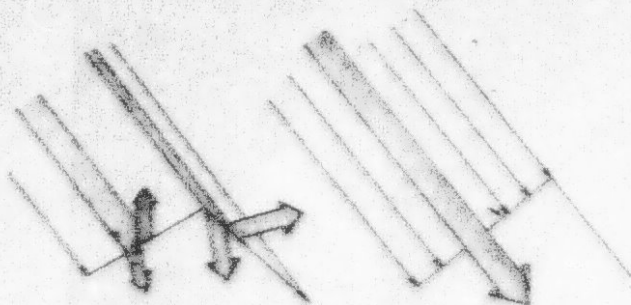


Fig 5 INFLUENCE DE LA FORME ET DE
L'ORIENTATION SUR L'ECLOUREMENT INTERIEUR

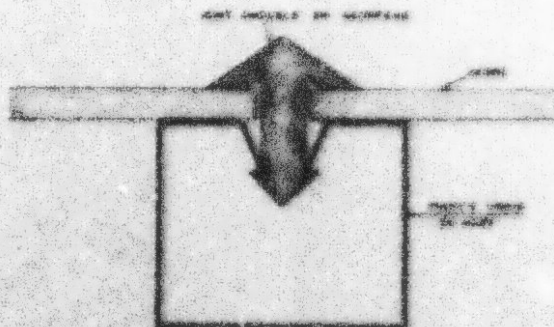


Fig 6 EFFET D'UN CHAUDEAU CENTRAL
SUR L'ECLOUREMENT INTERIEUR

ECHANGES D'AIR ET DE SES CONSTITUANTS

Ces échanges qui se traduisent par une fuite d'air chaud interne et un apport d'air plus froid externe se manifestent dans une enveloppe d'étanchéité défectueuse ou volontairement brisée. Il s'établit ainsi un débit de renouvellement d'air qui dépend de la dimension et de la répartition des orifices de fuite et des mouvements internes et externes de l'air. Ce débit est de l'ordre de 0,3 à 5 volumes renouvelés par heure, par temps calme et dans une enveloppe nue ; il produit :

a) - Une perte de chaleur très importante, de l'ordre du double des pertes par convection et conduction dans une enveloppe construite normalement. Cette perte de chaleur est due à la différence de température et surtout à la sortie permanente de vapeur d'eau. L'air chaud intérieur perdait en effet une importante quantité de chaleur représentée par celle qui a été précédemment absorbée pour vaporiser l'eau. L'air plus froid extérieur interviendrait alors à nouveau de la chaleur pour vaporiser l'eau liquide disponible et d'autant plus que sa température s'élève (0,6 kcal par gramme d'eau vaporisée).

b) - un apport de gaz carboniques avec tendance à maintenir le taux normal de l'air extérieur (0,03%). Sans cet apport, la vapeur aqueuse peut passer à moins de 0,01% au début de la nuit et devenir le facteur de la photosynthèse.

CONSERVATION DE L'AIR

- Envisager :

le matériel utilisé pour la confection de l'enveloppe intervient dans une très large mesure sur les conditions climatiques internes et sur leurs variations quotidiennes, saisonnières ou à plus longue échéance. Il influe en effet par ses propriétés, qui ne sont, par ailleurs, perturbées que l'ensemble des échanges avec l'extérieur. Les propriétés de l'enveloppe sont :

a) la perméabilité aux radiations exprimée par un pourcentage rapporté aux différentes longueurs d'onde :

- radiations lumineuses (de 0,4 à 0,7 micron) on mesure la transmission entre la perméabilité à la lumière directe perpendiculaire, par soleil brillant, et celle à la lumière diffuse, qui est très importante par temps couvert. Il est utile, de plus, de connaître le mode de transmission de la lumière, soit directement avec légère réfraction, soit avec diffusion, qui a une influence sur l'éclaircissement des feuilles en végétation serrée (arbres, état de surface, etc.)

- radiations ultraviolettes (moins de 0,4 micron) dans le but de mesurer celles qui représentent solaire atteignant effectivement les diverses couches de l'atmosphère.

- radiations infrarouges calorifiques en séparant celles qui :

• sont en train d'arriver de l'extérieur et constituent un apport

• sont l'énergie que s'échappent de l'intérieur (à partir de 3 couches) et représentent une perte.

La transmission thermique : se peut concevoir un facteur sans importance car :

- les parties de surface par lesquelles se réalise l'échange à la fois émissif et absorbant sont toujours plus élevées que dans le cas d'une enveloppe à double paroi.

- Les coefficients exprimés par des coefficients de transmission thermique (en kcal/m²/h/°C) sont souvent du même ordre de grandeur que ceux exprimés en kcal/m²/h/°C et de son importance, Or, les conditions de plus ou moins d'humidité sont souvent les plus importantes.

- Certains matériaux par instance, dans rapidement perdent à l'humidité et par conséquent se déshydratent avant de s'humidifier, sont susceptibles de s'agrandir aux parties de surface qui sont exposées à la fois à l'humidité et à la température de la surface.

c) l'étanchéité qui est à considérer comme :

- une qualité limitant les pertes de chaleur et dépendant surtout de la continuité de l'enveloppe ou de la facilité de jonction de ses éléments,

- un inconvénient pour le renouvellement de gaz carbonique (à moins d'une perméabilité sélective pour ce gaz) et pour le refroidissement (à moins que le matériau se prête bien à l'aménagement d'ouvertures mobiles).

d) Permanence de son état initial : l'enveloppe est soumise à l'action de tous les agents extérieurs qui peuvent modifier à la longue :

- sa perméabilité à la lumière : coloration et détérioration de surface (oxygène, ultraviolet, etc.) ou adhérence de poussières (difficultés de nettoyage en double paroi)

- son isolation et son étanchéité par action des variations de température : dilatation (joints) et ramollissements, et par action du vent ou de la chute de la grêle (résistance minimale 70Kg/m²)

Les différents matériaux interviennent de plus en plus dans la construction de l'abri par leur rigidité (autoportance, étanchéité), leur fragilité (multiplicité des joints) et leur poids (supports). Les principaux d'entre eux, à l'exclusion de ceux qui sont encore peu répandus ou en cours de mise au point se présentent :

- plaques rigides lorsqu'elles sont minérales (verre) ou en matériau avec de la matière plastique (polyester stratifié)

- en films souples lorsqu'elles sont en matière plastique (P.V.C. plastifié, polyéthylène)

Le tableau ci-après donne les propriétés de certains types d'enveloppes.

**2. RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES
DE L'ENVELOPPE**

11 bis

	Verre	Polyester stratifié	Polyvinylchlorure (PVC) plaqué	Polyéthylène
Composition	-silice 71% (vitrifiant) -soudes 14% (fondant) -chaux 11% (stabilisant)	-feutre de fil de verre (25%) aggloméré avec pressions à chaud dans résine et maintenu par fil de nylon, parties extérieures lissées.	-coton à parties de chlore et de l'acétylène avec plastifiant (30%) et stabilisant à l'huile.	-résine obtenue à partir de l'atg -résine polymérisée -extraits des hydrocarbures du pétrole
Présentation courante dimensions épaisseur et poids	plaques de 150 x 60 à 200 x 75 cm 4mm - 10kg/m ² partiel sur face interne (diffusion) et éventuellement seul	plaques de grande longueur sur 100cm de large 4mm - 1,5kg/m ² lignes larges rectilignes (rigidité)	rouleaux de grande longueur sur 1,5m de large 4/10mm - 1,1kg/m ² éventuellement avec fil plastique	rouleaux de grande longueur sur 1,5m de large 15/100mm - 0,35kg/m ²
Perméabilité radiations solaires	90%	60%	100%	80%
dont lumière directe	90%	50%	100%	60%
dont lumière diffuse	90%	80%	90%	90%
infrarouge, 7 microns	diffusion et faible diffusion	forte diffusion (surtout ultraviolet)	faible diffusion	faible diffusion
isolation thermique				
Conductibilité Kcal/h/m ² °C	1	10,17	0,14	0,25
transmission Kcal/h/m ² °C	5	15	6,5	7
Blanchéité dilatation cm/m/°C 100°C	0,85	1,5	7	22
	nombreux joints	possibilité d'ajoints	peu de joints	peu de joints
Durabilité (en vue d'une utilisation continue pour les matériaux plastiques)	jusqu'à très longue durée, 70 kg/cm ² insensible au vieillissement facilement nettoyable	7 à 10 ans décoloration lente de surface souple et résistant aux chocs	1 an sensible au froid (rupture) à la chaleur (ramollissement) et à la lumière (coloration)	1 à 2 ans facile à nettoyer, mais rupture après allongement important

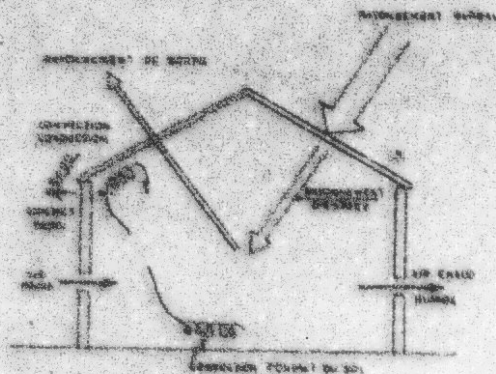


FIG 4 ECHANGES DE CHALEUR
ENTRE L'EXTERIEUR ET L'INTERIEUR
D'UNE MAISON

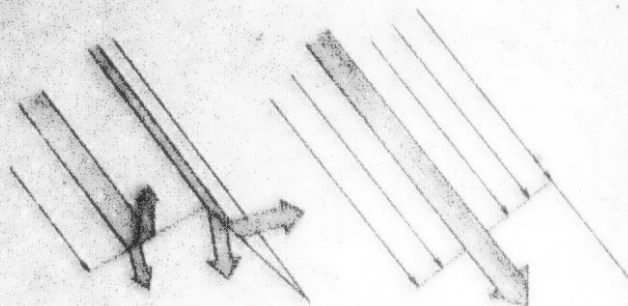


FIG 5 INFLUENCE DE LA FORME ET DE
L'ORIENTATION SUR L'ECLAIREMENT INTERIEUR

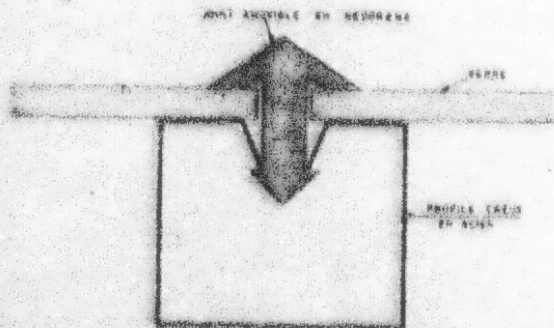


FIG 6 EXEMPLE DE JOINTION DES
PLANS DE VERRE SUR UNE CHARPENTE
METALLIQUE

- faiblement sur la perméabilité aux radiations avec un pourcentage de réduction due à l'ouvrage de l'ordre de 5 à 15%

- fortement sur l'étanchéité surtout avec une enveloppe en plaques rigides dans toutes leurs lignes de jonction (fig.6)

- Assez faiblement sur l'isolation thermique suivant la nature du matériel et la position de la charpente par rapport à l'enveloppe (incorporée ou intérieure), mais plus fortement sur la localisation de l'eau de condensation, surtout de nuit par temps froid.

Les différents matériaux interviennent de plus par leur adaptation à l'enveloppe, leur poids (densité, section), leur coût à l'achat et leurs frais d'entretien (contacts permanents avec un air chaud et humide), les principaux d'entre eux sont soit le bois, soit le métal : acier et alliage d'aluminium.

- Rappel des principales caractéristiques de la nature des charpentes :

	BOIS	MÉTAL	
		ACIER	ALUMINIUM
Éléments de construction			
ORDRE	- bois massif - injecté et vernis - contreplaqué - qué (cintrage)	- tubes - profilés - treillis	- tubes - profilés
JONCTION	- bois - (masticage)	- profilé - (joint plastique)	- profilé - (joint plastique)
CONDENSATION	- faible	- élevée - (profilé en gouttière)	- élevée - (profilé en gouttière)

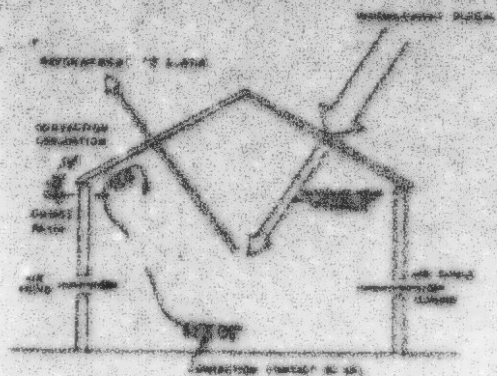


FIG 4 DEMONSTRATION DE L'ORIENTATION
ENTRE L'ESTERON ET L'INTERIEUR
D'UNE SERIE

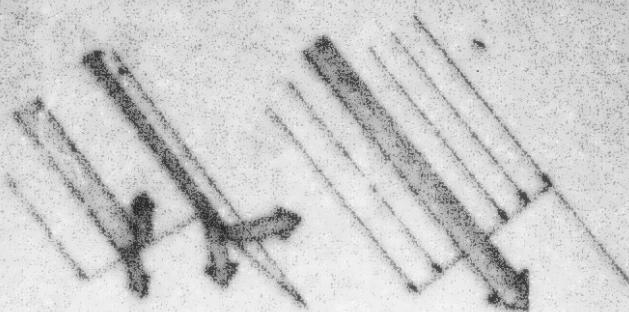


Fig 5 RELATION DE LA FORME ET DE
L'ORIENTATION SUR L'ALLONGEMENT MINIMAL

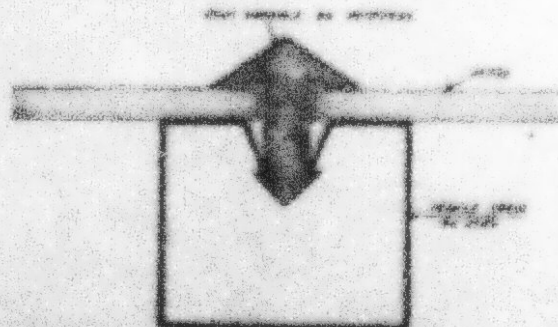


FIG 6 STRUCTURE DE L'INTERIEUR DES
PLAQUES DE VERRE SUR UNE CHARPENTE
METALLIQUE

LE COMBUSTIBLE D'INTERIEUR

L'élévation de la température et les autres interventions connexes par les modifications de l'atmosphère intérieure d'une serre telles que la ventilation, l'apport de gaz carbonique, la modification de l'humidité et de la durée de l'éclairage, celle de l'humidité relative de l'air, etc., ne sont généralement pas indépendantes des soins des autres. Une intervention favorable sur un des facteurs physiques peut entraîner des conséquences défavorables sur un autre, et même qu'il peut en résulter une action nulle ou même nuisible sur la croissance des plantes. On apprécie mieux quand l'on a vu les modifications partielles des conditions climatiques pourquoi obtenir cette difficulté.

COMBUSTIBLE D'INTERIEUR

Le chauffage des serres par une intervention indirecte est à réserver surtout en climat chaud et très arrosé pour les cultures d'hiver. La température excessive de l'air est une :

- L'élévation de l'énergie calorifique rayonnée par la serre qui est distincte du limite par l'absorption sans atténuer sur le sol de l'atmosphère (en hiver par l'absorption de l'atmosphère).

- La fixation des parties de chaleur vers l'extérieur qui est difficile à empêcher par le recouvrement de l'air et l'absence régulière de la superficie de l'eau, sans doute le chauffage est plus utile :

LE COMBUSTIBLE D'INTERIEUR

Le chauffage de l'air est efficace surtout en raison du la température de :

- Le chauffage de l'air due à la différence de température entre l'air et l'atmosphère et l'absorption par l'eau d'humidité à grande distance (en haut et en bas de l'air);

- La propulsion de l'air due à l'action du vent : favorisée par deux ouvertures, l'une de front et l'autre du côté opposé.

En l'absence d'évaporation importante d'eau au contact qu'est celle du brassage, une telle ventilation n'apporte qu'un refroidissement sensiblement limité, même pour plusieurs dizaines de renouvellements par heure. Elle ne régle en agissant sur le nombre et sur la section de passage des ouvertures.

- Mécaniquement en choisissant la période de la journée la plus favorable (pour usage de petite surface seulement)

- Mécaniquement par action directe du vent à son contact avec ramasse et régulation automatique par thermostat sensible, éventuellement par une action photoélectrique (régulation par l'intensité lumineuse) et une garniture à commande indépendante de l'action du vent).

- la ventilation forcée :

Le degré de renouvellement est plus indépendant et donc mieux contrôlé lorsqu'il est effectué par des ventilateurs. Ces derniers sont de type hélicoïdal, fonctionnant à un débit total d'environ 15000 m³/h par m² de surface, soit de l'ordre de 60 renouvellements par heure suivant deux modes :

- **en aspiration**, dans ce cas général, avec aspiration d'air situé intérieur du site opposé à celui du vent dominant, ce qui permet une turbulence de l'air relativement limitée pour l'ensemble des plants (m/s). Mais elle n'est efficace que si la porte est étanche au voisinage des ventilateurs.

- **en soufflage**, pour certaines cultures délicates avec enlèvement d'air extérieur et filtration soignée (pollen, parasites)

Dans les deux cas, l'homogénéité du refroidissement et la turbulence limitée de l'air dépendent du nombre et de la répartition des entrées et des ventilateurs (fig.7),

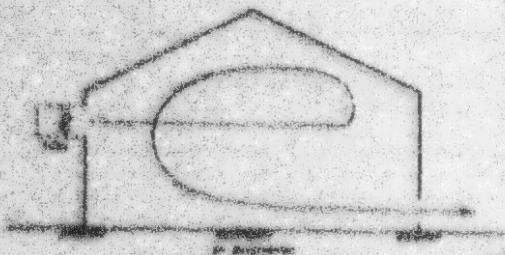
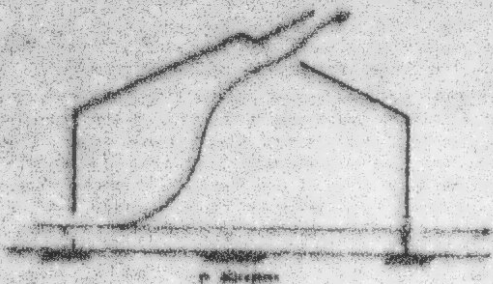


Fig. 7. ILLUMINATION POWER

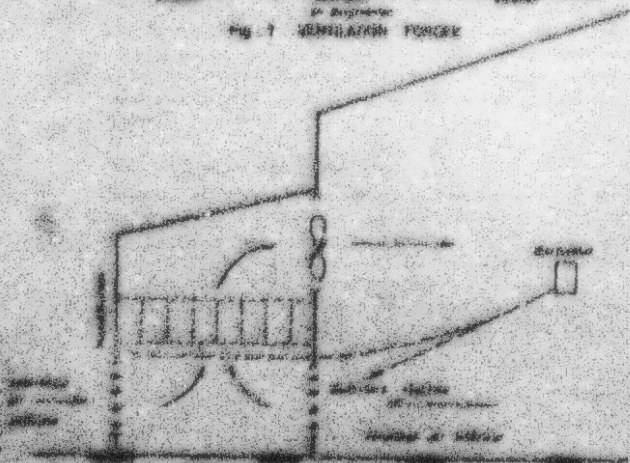


Fig. 8. ILLUMINATION POWER

* La Station et vaporisation Janssen

La vaporisation de l'air avec une vaporisation importante d'eau est susceptible de provoquer un abaissement possible de température moyen dans la zone de contact entre l'air et l'eau. La vaporisation est d'autant plus efficace que l'humidité relative de l'air ambiant est plus faible et que la vaporisation est plus intense (grande surface d'échange, eau finement pulvérisée). Il peut atteindre à l'entrée dans l'abri 1°C de moins que pour l'air extérieur et permet ainsi de limiter la consommation par heure de 20 à 40. Cette technique apporte une humidification importante de l'air à l'entrée favorable à l'ouverture des stomates des plantes, mais avec une humidité relative déclinante jusqu'à la sortie. Elle est réalisée suivant plusieurs modes :

* La circulation à l'intérieur d'un abri étanche avec dispositifs humidificateurs à l'entrée de l'air extérieur (voletins aérés) :

1. par pulvérisation d'eau sur des parois inclinées

2. par autohumidification d'eau sur un réseau de fibres de bois (pad) traversé par environ 300 m³/h d'air par m² de section se vaporisant environ 25 du débit d'air.

3. La vaporisation ou le recyclage interne au moyen d'un aérateur perfectionné qui humidifie par pulvérisation l'air extérieur ou leur mélange avec régulation automatique des différences d'entrées (vitesse). L'appareil devient un véritable conditionneur d'air en circulation avec un échangeur à eau chaude.

APPRÈS LE PAS CATHODIQUE

On suppose ici d'ailleurs que lorsque la concentration baisse au dessous du minimum limitant, dans certains pour les plantes à grosses feuilles foliaires (curbitacées) dans un abri très étanche, on cherche de surcroît et pour des tropes conditions de végétation (lumière, température, humidité relative). Cette concentration peut baisser jusqu'à 0,017 et être le facteur limitant de la photosynthèse surtout le matin quelques heures après le lever du soleil.

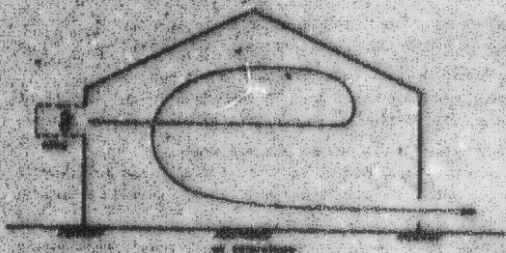
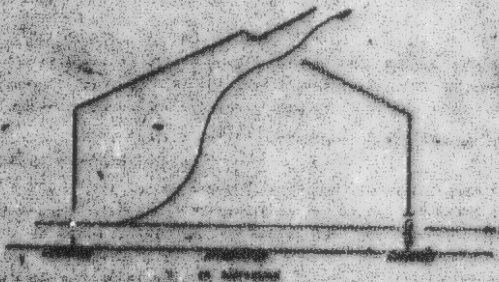


FIG. 7 VENTILATION FORCE

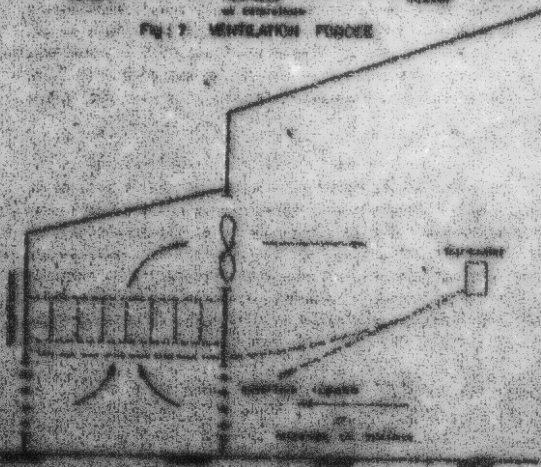


FIG. 8 VENTILATION FORCE

Einzelne... die... zu...
...
...

1. Die...
...

2. Die...
...

Die...
...

3. Die...
...

4. Die...
...

5. Die...
...

Die...
...

...

Die...
...

...

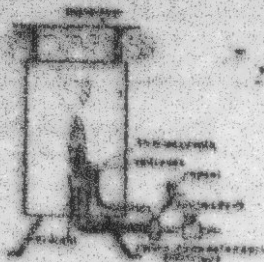


FIG. 1. APPARATUS FOR GAS COMBUSTION
PARTICULARLY OF PROPANE

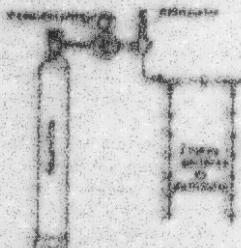


FIG. 2. APPARATUS FOR GAS COMBUSTION
PARTICULARLY OF PROPANE

TYPE	DESCRIPTION OF TYPE	NUMBER OF EXPERIMENTS	PERCENTAGE OF COMBUSTION	REMARKS
PROPANE BURNER	PROPANE BURNER	1000	98.5	EXCELLENT
PROPANE BURNER	PROPANE BURNER	1000	98.5	EXCELLENT
PROPANE BURNER	PROPANE BURNER	1000	98.5	EXCELLENT
PROPANE BURNER	PROPANE BURNER	1000	98.5	EXCELLENT
PROPANE BURNER	PROPANE BURNER	1000	98.5	EXCELLENT
PROPANE BURNER	PROPANE BURNER	1000	98.5	EXCELLENT

L'automatisme comprend 2 circuits : l'un de débit constant contrôlé par horloge en fonction de la période optimale de la journée, l'autre de débit variable contrôlé par cellule photoélectrique en fonction de l'intensité lumineuse instantanée.

INTERVENTIONS SUR LA LUMIERE

- Réduction

En dehors de la recherche du refroidissement, la réduction de la lumière s'inscrit en intensité pour certaines plantes et en durée quotidienne pour activer la floraison dans certaines cas. Cette réduction s'effectue de préférence par ouvrages isolants facilitant le réchauffement interne au moyen de films ou de toiles d'ombrage ou revêtements plastiques noirs d'un poids de 500 à 150 g au mètre ou revêtus avec un pourcentage d'efficacité de réduction de lumière de 90 à 95%. Leur mise en place s'effectue par enroulement sur des axes ou rotation commandée manuellement ou par servomoteurs électriques.

- Apport complémentaire :

L'apport de lumière artificielle, toujours d'origine électrique effectués pour suppléer à une déficience de l'éclairage naturel, est favorable pour activer la production du capsaïcine dans certaines plantes aromatiques, herbes, retarder ou prolonger la floraison de certaines plantes ornementales. Cet apport augmente l'intensité lumineuse de certaines lampes d'incandescence ou prolonge la durée quotidienne d'éclairage.

Le coût élevé de cet apport conduit sur une consommation d'énergie de 30 à 50 kWh/m² la réserve de préférence aux capteurs solaires, pendant une période courte. Sur des cultures très riches, néo-thermiques ou si (sans le dégageant de chaleur peut alors ne pas être négligeable). Les lampes utilisées sont de différentes types bien définies et munies de réflecteurs bien adaptés (Fig. 11).

HYDRIDIFICATION

Humidification de l'air :

L'augmentation de l'humidité relative de l'air favorable au maintien de l'ouverture des stomates des plantes s'effectue par vaporisation d'eau. Mais elle est difficile à réaliser instantanément de :

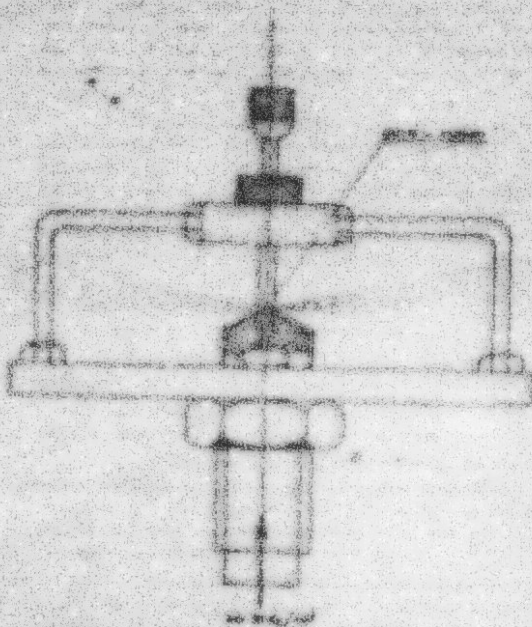


Fig. 10. — PUMP AND
 SET OF PUMPING

- l'abaissement de la température de l'air, sans en apporter la quantité de chaleur nécessaire par autres dissipation qui est de l'ordre de 100 kcal/kg d'eau.

- l'humidification de l'air, sans en porter l'apport au-dessus de la limite des flux possibles (à savoir) par évaporation dans les hautes pressions au moyen de machines à vapeur pour échauffer l'eau et à une dose bien limitée du fait de la limite de l'apport d'eau par mètre carré et par heure (environ 100 kg/m²h).

L'apport d'eau est effectué actuellement après l'écoulement des hydrocarbures en soulevant mécaniquement au moyen d'une pompe électrique. Mais ces deux appareils sont souvent en panne, surtout à cause de l'âge et à cause de l'absence d'entretien. L'apport de chaleur complémentaire s'effectue actuellement par thermomètres de régulation de chauffage. L'apport de chaleur antiparasitaire est possible par échange à contre courant.

Humidification de l'air et du sol

Dans la pratique, il est très difficile de :

- humidifier seulement l'air sans apporter une certaine quantité d'eau à la couche superficielle du sol (drainage) ;

- humidifier seulement le sol sans provoquer une dissipation de l'eau avant ou après son apport au sol ;

- contrôler efficacement l'humidité de l'air en raison du faible enracinement des plantes, de la faible densité de l'air et surtout des mouvements rapides de l'air dans le sol sous l'effet des modifications permanentes et souvent importantes de la couche superficielle de l'air en contact.

C'est pourquoi on effectue souvent un apport d'eau combiné au sol et à l'air, par appareils sous pression au moyen de petite jets très rapprochés à des hauteurs de 1 à 2 m par mètre carré et par jour (1 à 5 m³/j) en prenant des précautions pour obtenir la régularité de distribution et pour éviter les aches (drainage).

La responsabilité individuelle est une notion qui se trouve au centre de nos préoccupations morales et sociales. Elle nous rappelle que nous sommes tous responsables de nos actes et de ceux de nos proches. Cette notion est fondamentale pour la construction d'une société juste et équitable.

La responsabilité individuelle

La responsabilité individuelle est une notion qui se trouve au centre de nos préoccupations morales et sociales. Elle nous rappelle que nous sommes tous responsables de nos actes et de ceux de nos proches. Cette notion est fondamentale pour la construction d'une société juste et équitable. Elle nous rappelle que nous sommes tous responsables de nos actes et de ceux de nos proches. Cette notion est fondamentale pour la construction d'une société juste et équitable. Elle nous rappelle que nous sommes tous responsables de nos actes et de ceux de nos proches. Cette notion est fondamentale pour la construction d'une société juste et équitable.

DOCUMENTATION

— 1977 —

- 1. Cours "BIOClimatologie" - IEN de Paris - H. VUBERT
- 2. Cours "CULTURES MARAICHIERES" - IRAT - Tunisie
- 3. "ENCYCLOPÉDIE AGRICOLE" - Larousse
- 4. "SANTÉ MURALE" - Revue de l'Homme - Paris (37 A - 821).
- 5. "PRATIQUES MODERNES DE BIACIMATOLOGIE" - Oct. 1975
- 6. "U.C.C.H.A." - Octobre 1965
- 7. "AL MARIYA AL-KHAYRA" - Le Caire 1971
- 8. "Buletin Tehnologiu d'Informații" - Nov. 1966
- 9. "Buletin Tehnologiu de Gătit Rural" 1966

— 1977 —

FIN

36

YVES