



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from AgEcon Search may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

C. F. C. S.

ASSOCIATION INTER-CARAÏBE DES PLANTES ALIMENTAIRES
CARIBBEAN FOOD CROPS SOCIETY

COMPTES RENDUS — SEPTIÈME CONGRÈS ANNUEL
PROCEEDINGS — SEVENTH ANNUAL MEETING

Martinique — Guadeloupe

1969

VOLUME VII

CONDITIONS DE MILIEU ET TECHNIQUES CULTURALES

J. FOUGEROUZE

AVERTISSEMENT

Dans l'analyse qui suit, les hypothèses de travail ont été volontairement schématisées et simplifiées dans un but pédagogique. Il est évident que dans la réalité les phénomènes naturels sont bien plus complexes, et que de nombreuses interactions en limitent l'ampleur. Il faudra donc s'attacher davantage au sens des variations qu'à leur valeur absolue.

Les idées de base qui ont guidé ce travail sont tirées de

- M. HALLAIRE, R. J. BOUCHET, S. DE PARCEVAUX, G. GUYOT : L'eau et la production végétale I. N. R. A., 1963.
- P. CHARTIER : Photosynthèse au niveau de la feuille et du champ cultivé. Rapport A. F. E. D. E. S. et Annales Agronomiques, 1967.

Les essais cultureaux ont pu être menés et interprétés grâce à :

- MM. R. BOULA et J. GUINARD à Duclos,
- G. ANAIS et R. ARISTIDE à Saint-François.

INTRODUCTION

L'agronome habitué des régions tropicales connaît bien le paradoxe que représente la luxuriance de la végétation spontanée et des cultures adaptées (canne à sucre par exemple) comparée à la pauvreté des cultures, obtenues au prix des pires difficultés, lorsqu'il s'agit de production maraîchère. Ces difficultés sont un frein certain au développement des pays tropicaux et à leur adaptation à l'évolution des conditions de vie.

Parmi les raisons de ce phénomène, les facteurs du milieu jouent un rôle de premier plan, tant par la prolifération des attaques parasitaires qu'ils permettent, que par leur action directe sur le développement des végétaux. C'est ce dernier aspect de la

I. N. R. A., Station de Bioclimatologie, C. R. A. A. G., Petit-Bourg, Guadeloupe.

question que nous nous proposons de mettre en évidence. Parmi les facteurs du milieu, nous placerons au premier rang le problème énergétique.

A partir de la connaissance globale des facteurs énergétiques et de leurs conséquences sur l'activité photosynthétique, nous examinerons les techniques culturales susceptibles d'améliorer les rapports plante-climat, ainsi que les premières confirmations expérimentales obtenues en Guadeloupe (Centre de Recherches Agronomiques des Antilles et de la Guyane).

I. ÉNERGIE DISPONIBLE ET OUVERTURE STOMATIQUE

L'ouverture stomatique, qui commande l'action photosynthétique est déterminée, entre autres, par les facteurs hydriques (nécessité d'une turgescence optimale de la feuille). Le dessèchement causé par une trop forte demande énergétique entraîne la fermeture des stomates, même en bonnes conditions d'alimentation en eau du sol). En milieu de journée, c'est la trop grande importance de l'énergie globale disponible qui peut donc devenir facteur limitant.

D'autre part, après le lever et avant le coucher du soleil se place une période durant laquelle l'intensité lumineuse est trop faible pour provoquer l'ouverture stomatique.

De ce fait, la durée de l'activité photosynthétique possible durant la journée se trouve enfermée dans des limites plus ou moins étroites selon le temps, le lieu et l'époque de l'année (fig. 1).

En régions tropicales, une plante maraîchère dont l'amélioration génétique a été le plus souvent réalisée en pays tempérés subira, par rapport au milieu où elle croît habituellement, deux handicaps sérieux (1) :

- d'une part, la longueur du jour sera réduite,
- d'autre part, la demande énergétique en cours de journée sera plus élevée. Elle excédera le plus souvent les possibilités hydriques de compensation de la plante. Ce phénomène peut devenir un facteur limitant prépondérant, car il est susceptible de réduire à quelques heures la période durant laquelle l'ouverture stomatique sera possible (fig. 1). C'est d'ailleurs un fait bien vérifié que la productivité de nombreuses cultures aux Antilles est plus élevée de décembre à mars bien que ce soit l'époque où les jours sont plus courts (11 h) et que l'on pourrait donc s'attendre au contraire.

Ce fait peut être mis en corrélation avec la baisse relative du rayonnement global instantané à cette époque de l'année.

Ainsi, les plantes sont soumises la plupart du temps à une demande énergétique trop importante. Nous savons que cette énergie leur est apportée de deux façons :

- d'une part les rayonnements d'origine solaire et les rayonnements naturels de grande longueur d'onde. Ce point est traité par R. BONHOMME dans une communication conjointe. Nous insistons sur le fait qu'une partie seulement de ce rayonnement est utile à la photosynthèse,

(1) Nous faisons abstraction dans cet article des problèmes de photo-périodisme.

— d'autre part l'advection : nous groupons sous ce terme les apports divers d'énergie, soit à partir des parcelles environnantes mal alimentées en eau, soit en raison des caractéristiques internes de la masse d'air qui circule sur la culture.

L'énergie d'advection ne présente pas d'utilité directe pour la photosynthèse.

II. TECHNIQUES CULTURALES PERMETTANT DE MODIFIER LES RAPPORTS PLANTE-FACTEURS ÉNERGÉTIQUES DU CLIMAT

Il semble donc logique d'étudier des techniques qui permettraient à la plante soit de recevoir une quantité moindre d'énergie (action sur le milieu) soit d'être mieux adaptée aux conditions tropicales (action sur la plante elle-même).

Sans prétendre dresser une liste exhaustive, nous évoquerons ci-après quelques techniques expérimentées ou en cours d'expérimentation en Guadeloupe, soit :

- 1^o *action sur le milieu* : brise-vent, abris, irrigation fractionnée,
- 2^o *action sur la plante* : palissage, taille, géométrie de la culture.

2.1. *Brise-vent*

Le brise-vent agit par la diminution du terme advection. Son effet sur les caractéristiques physiques de l'air a été présenté par ailleurs (FOUGEROUZE, 1967-1968). En particulier, il ne diminue que la part d'énergie non utile à la photosynthèse. Mais les hausses de température qu'il provoque sont parfois néfastes. Aussi les résultats culturaux sont-ils très variables comme l'indique le tableau 1. Nous remarquerons en particulier :

- *sur cucurbitacées* : (concombres et melons).

Les hausses de rendements culturaux peuvent dépasser 50 % en culture de pleine terre. Mais en cultures hydroponiques et palissées où le développement végétatif est bien plus considérable, elles ne sont plus que de 10 % (avec des rendements témoins décuplés) ;

— *sur haricots* : L'on observe aussi le même phénomène en saison fraîche : rendements fortement augmentés en pleine terre ; pourcentages d'augmentation plus faibles en cultures à haute productivité (hydroponiques).

De plus, en saison à fort rayonnement solaire, les résultats sont parfois négatifs, des baisses de rendement (19 %) pouvant être attribuées à l'aggravation des conditions thermiques sous le brise-vent. Ce dernier point est cependant à confirmer ;

— *sur tomates et sur laitues* : L'effet brise-vent permet un meilleur démarrage de la culture mais les conséquences sur les récoltes sont soit indéterminées, soit dépressives. Ces résultats sont probablement en relation avec les hausses de température.

En résumé, l'effet brise-vent pourra être intéressant dans le cas des plantes supportant bien les hautes températures, et dont l'indice foliaire est insuffisant pour supporter les conditions de milieu. Il est moins utile ou même nuisible pour les plantes connues pour leur sensibilité aux fortes températures. Dans certains cas, l'implantation de brise-vent temporaires en début de végétation permettant un démarrage plus rapide peut présenter un intérêt certain (cas de la laitue par exemple). Sur cucurbitacées, l'effet est généralement négatif.

tacées le brise-vent pourrait être maintenu jusqu'au moment où l'indice foliaire est suffisant pour que toute l'énergie disponible soit utilisée sans inconvénient pour la culture.

2.2. *Ombrages*

On peut envisager, soit uniquement la diminution des termes rayonnement solaire global (ombrière naturelle ou artificielle) soit le couplage avec un brise-vent (serre brise-vent, parc ombragé). L'inconvénient de cette technique est de provoquer la diminution globale de l'énergie, y compris de celle qui est utile à la photosynthèse (fig. 3). Si en l'état actuel des plantes maraîchères, cet inconvénient n'est pas grave en milieu de journée par temps ensoleillé, il est bien évident que le seuil photique d'ouverture stomatique est atteint plus tard le matin et plus tôt l'après-midi. Ainsi le gain réalisé en milieu de la journée par l'ombrage peut être compensé par la réduction d'activité en début et en fin de journée et également par temps couvert (les mesures de transpiration relative effectuées sous ombrage justifient ce point de vue).

Par ailleurs, la baisse de température obtenue (1 à 2°) peut représenter une amélioration non négligeable.

Les résultats culturaux obtenus sous ombrage sont encore trop imprécis pour qu'une conclusion définitive soit tirée concernant cette technique et dépendent essentiellement du seuil photique de chaque plante :

Mentionnons, sur la laitue, des résultats nettement défavorables dus à une montaison plus rapide qu'en témoin. Sur tomates, si les rendements en fruits ne sont pas notablement améliorés, la qualité commerciale est bien supérieure. Les indices foliaires atteignent près du double du témoin.

Enfin la consommation d'eau est effectivement réduite dans des proportions équivalentes à la diminution des rayonnements ; l'économie d'eau réalisée peut, à elle seule justifier l'emploi des ombrages sur certaines cultures dans les zones sèches où l'eau est rare.

Nous entrevoyons cependant les limites de l'efficacité des ombrages lorsque les améliorations génétiques et la mise au point des techniques d'exploitation permettront aux plantes de poursuivre leur activité photosynthétique aux heures chaudes de la journée.

2.3. *L'irrigation fractionnée*

Un autre mode d'action est possible : diminuer la contribution de la plante à la satisfaction des besoins en eau exigés par le climat. Pour ce faire, une pulvérisation d'eau périodique en cours de journée sur les feuilles devrait permettre au milieu physique, et non plus à la plante, de fournir une grande partie des quantités d'eau nécessaires à l'évaporation. La plante, soumise à une demande énergétique plus faible, serait en meilleures conditions de photosynthèse (fig. 4).

Cette technique a été appliquée à Duclos durant trois années sur des cultures de laitues, avec des résultats variables et qui ne permettent pas de conclure valablement. L'irrigation, appliquée en deux ou trois fractions aux heures chaudes de la journée a été plus favorable à la végétation que l'irrigation témoin de fin d'après-midi durant certaines périodes de beau temps de l'époque fraîche (décembre à février). Durant les autres périodes de l'année, les résultats obtenus ne sont pas significatifs. En particulier, des complications d'ordre pathologique n'ont pu être réglées par suite de l'inter-

férence des traitements phytosanitaires avec l'irrigation. Il faut compter également avec les problèmes d'exploitation : difficultés de la pulvérisation en plein champ à cause du vent, nécessité de disposer d'une eau très épurée pour éviter les dépôts d'algues sur les arroseurs.

Aussi, la technique des irrigations fractionnées, bien que séduisante dans son principe, se heurte à de nombreuses difficultés d'ordre pratique qui ne permettent guère actuellement sa vulgarisation. Les expériences passées ont néanmoins permis de confirmer l'inanité des « craintes » de certains agriculteurs de voir les feuilles « brûlées » par des pulvérisations d'eau aux heures chaudes. Enfin il sera intéressant de poursuivre l'expérimentation sur différentes plantes non encore testées.

III. ACTION SUR LA STRUCTURE DU VÉGÉTAL

Au lieu d'essayer de réduire l'énergie disponible par unité de surface du sol, on peut également en assurer une meilleure utilisation soit en la répartissant sur plusieurs étages de végétation, soit en assurant à la plante un développement suffisant pour que l'énergie reçue par unité de surface de feuilles soit compatible avec les possibilités d'évacuation (1).

3.1. *Cultures associées*

Dans la première catégorie de techniques, nous citerons pour mémoire les cultures associées. A l'instar des oasis des régions subtropicales où se rencontrent deux à trois étages de cultures exploitées sur un même sol, on connaît en zone tropicale des associations telles que cocotiers - agrumes ou encore dans les jardins créoles, des associations vivrières telles que arbre à pain - bananier - patate. Des études poussées seraient nécessaires pour évaluer l'intérêt des associations actuelles, et leur adaptation à des conditions de culture intensive.

3.2. *Palissage*

Une autre technique, déjà couramment employée, est appelée à une extension certaine pour les cultures maraîchères : il s'agit du palissage. En effet, le palissage permet une meilleure répartition de l'énergie lumineuse dans la masse de feuillage, surtout lorsqu'il s'accompagne d'une orientation adéquate des feuilles par rapport à la direction principale des sources de rayonnement. En effet, sur une culture à plat, les feuilles supérieures recevront la quasi-totalité de l'énergie disponible, qu'elles ne pourront pas toujours évacuer totalement (fig. 5). Par contre, les feuilles inférieures seront le plus souvent en dessous du seuil photique et ne participeront pas à la photosynthèse.

Cet inconvénient est nettement atténué sur la même culture palissée où l'activité photosynthétique pourra être du même ordre à tous niveaux.

(1) Les possibilités d'évacuation étant liées également à la structure du végétal et aux caractéristiques hydriques des sols, il importe d'étudier conjointement des techniques permettant une meilleure exploration du sol par les racines (travail du sol, périodes d'irrigation, etc...).

Les conséquences du palissage sur les rendements culturaux sont déjà connues pour certaines cultures traditionnelles. On sait, par exemple, que diverses variétés d'ignames produisent davantage. De même il ressort des essais effectués sur melons (¹) et concombres que le palissage permet des rendements nettement plus élevés que les cultures sous forme traditionnelle. Les gains de récolte vont souvent du simple au double. En avantage annexe les traitements phytosanitaires et l'entretien du sol se trouvent grandement facilités.

3.3. *Modifications de l'indice foliaire et du rapport fruits - feuilles.* *Techniques de tailles*

Il est bien connu que certaines espèces maraîchères comme la tomate et le melon donnent des rendements commerciaux et des productions de qualité bien meilleures, lorsqu'elles sont soumises à des techniques de taille.

Ces techniques ont pour but de ne laisser, par plante, qu'un nombre raisonnable de fruits et de diminuer le nombre de feuilles susceptibles de se développer aux dépens des fruits. Les techniques de taille utilisées en région tropicale sont le plus souvent une transposition de celles mises au point en régions tempérées dans des conditions de milieu pourtant fort différentes. Dans ces conditions, l'on obtient des indices foliaires identiques, en climat tropical, à ceux pratiqués dans les serres d'hiver en régions tempérées. Il est évident que l'énergie à évacuer par unité de surface, supportable dans des conditions de faible rayonnement énergétique peut, et de loin, dépasser les possibilités du même végétal soumis à des conditions trois ou quatre fois plus sévères.

CHARTIER (1967) définit, pour une culture et une énergie disponible données un indice foliaire optimal F pour lequel la production photosynthétique P sera maximale (fig. 6). Ce même raisonnement nous conduira à adopter, pour les régions tropicales, un indice foliaire F' très supérieur à F établi en pays tempérés.

Dans le cas des plantes taillées, cette hypothèse entraînera la modification des techniques de taille. Nous n'ignorons pas que ces modifications influent sur les phénomènes de développement et qu'elles ne doivent pas suivre une progression rigoureusement arithmétique. Mais le sens du phénomène doit être bien présent à l'esprit lorsqu'on se heurte en pays tropical à des difficultés concernant tant la productivité que la qualité de certaines spéculations maraîchères.

Dans cette optique, un premier essai tenté sur tomates, variété *Floralou*, a été mené comme suit : décembre 1968 à mars 1969, en culture sur sable (hydroponique).

— Un traitement témoin avec taille classique : une seule tige portant des fruits, ébourgeonnement total des rameaux secondaires.

— Un traitement de taille modifiée : une seule tige portant des fruits, ébourgeonnement des rameaux secondaires après la deuxième feuille (²).

Avec la taille modifiée, nous avons obtenu un indice foliaire multiplié par 1,5 et des rendements culturaux de 23,3 kg au m^2 contre 18,6 kg en témoin.

Une seconde expérience menée cette fois en pleine terre à Saint-François indique la même tendance mais avec des résultats moins significatifs en analyse statistique. En

(¹) Par exemple une culture de melons réalisée de juin à août 1967 à Saint-François a donné des récoltes de 1,1 kg/ m^2 sur culture non palissée, pour 1,8 kg sur culture palissée.

(²) Technique mise au point en collaboration avec C. MESSIAEN.

pleine terre, les facteurs eau et fertilisation sont plus difficilement contrôlables qu'en hydroponique. Il faut donc s'attendre à quelques difficultés dans la mise au point de la technique de tailles optimales pour les cultures en champ. L'optimisation sera en effet fonction non seulement des conditions de milieu (microclimat, saison) mais aussi de l'interaction du traitement sur les problèmes de développement de la partie utile du végétal et la fertilisation.

CONCLUSION

Ce rapide tour d'horizon sur quelques techniques culturales envisageables montre, si besoin était, l'importance des problèmes de milieu sur le développement végétatif. Une connaissance toujours plus approfondie du climat tropical et de son action sur la plante semble indispensable pour progresser avec le minimum de tâtonnements vers la voie d'une productivité dont on commence à s'apercevoir que les limites actuelles peuvent être notablement reculées.

Le milieu tropical, actuellement difficile pour beaucoup de plantes se révèle riche de promesses d'avenir. Si l'on se donne pour objectif la possibilité d'utilisation de toute l'énergie utile disponible, on peut penser que nos régions ont un potentiel de production végétale supérieur à celui des pays tempérés.

Expérience brise-vent en Guadeloupe sur cultures maraîchères

| | Zone ouverte | | | | Zone protégée | | | | B/A |
|-------------------------|--------------|------|-----|---------|---------------|------|-----|---------|-------|
| | V | θx | ETP | Rdt (A) | V | x | ETP | Rdt (B) | |
| <i>Haricots</i> | | | | | | | | | |
| Déc. 67-févr. 68 | 3,0 | 27,9 | 4,7 | 1,0 | 2,0 | 28,5 | 3,3 | 1,5 | 150 % |
| Déc. 68-févr. 69* | — | 22,6 | 4,5 | 2,2 | — | 29,8 | 3,6 | 2,5 | 115 % |
| Juin-juill. 68* | 3,2 | 30,7 | 4,8 | 1,6 | 2,0 | 31,4 | 3,5 | 1,2 | 81 % |
| <i>Concombres</i> | | | | | | | | | |
| Juin 67-août 67 | 3,2 | 29,6 | 4,8 | 2,3 | 2,3 | 30,2 | 3,6 | 4,0 | 174 % |
| Mai-juin 68* | 3,1 | 29,7 | 4,9 | 23,6 | 1,4 | 30,5 | 3,2 | 25,9 | 110 % |
| <i>Melons</i> | | | | | | | | | |
| Mars-mai 68 | 3,5 | 30,0 | 6,3 | 2,3 | 1,6 | 30,7 | 4,6 | 3,4 | 146 % |
| <i>Tomates</i> | | | | | | | | | |
| Mars-mai 1968 | 3,5 | 30,0 | 6,3 | 3,8 | 1,6 | 30,7 | 4,6 | 2,9 | 80 % |
| Déc. 68-févr. 69* | — | 28,6 | 4,5 | 17,4 | — | 29,2 | 3,6 | 18,6 | 107 % |
| <i>Laitues</i> | | | | | | | | | |
| Mars-avril 68* | 2,1 | 27,8 | 4,1 | 3,7 | 0,7 | 29,5 | 3,9 | 3,4 | 90 % |

V : Vitesse du vent en mètre seconde.

θx : Température maximale.

ETP : Evapotranspiration potentielle.

Rdt : Rendement culturaux en kg par m².

* : Cultures hydroponiques.

RÉSUMÉ

Partant de l'influence souvent néfaste sur la plante des trop fortes demandes énergétiques en milieu tropical, l'on passe en revue une série de techniques expérimentées sur cultures maraîchères en Guadeloupe, techniques qui ont pour but, soit de diminuer l'énergie disponible au niveau de la plante (brise-vent, ombrages, irrigation fractionnée), soit de mieux répartir cette énergie en fonction du développement végétatif (taille, palissage). On peut, en conclusion, entrevoir des solutions partielles permettant l'amélioration de la productivité du végétal.

SUMMARY

FIELD CONDITIONS AND CULTURAL TECHNIQUES

From the influence of the too hight energetics demands often harmful to the plant in tropical environment a set of techniques experimentated in Guadeloupe is reviewed.

These techniques are intended to decrease the energy available at the plant level (windbreak, shade, split irrigation) or to give (by pruning and training) a better energy distribution in relation to the vegetative development.

In conclusion, we can have some ideas of partials solutions allowing improvment of vegetal productivity.

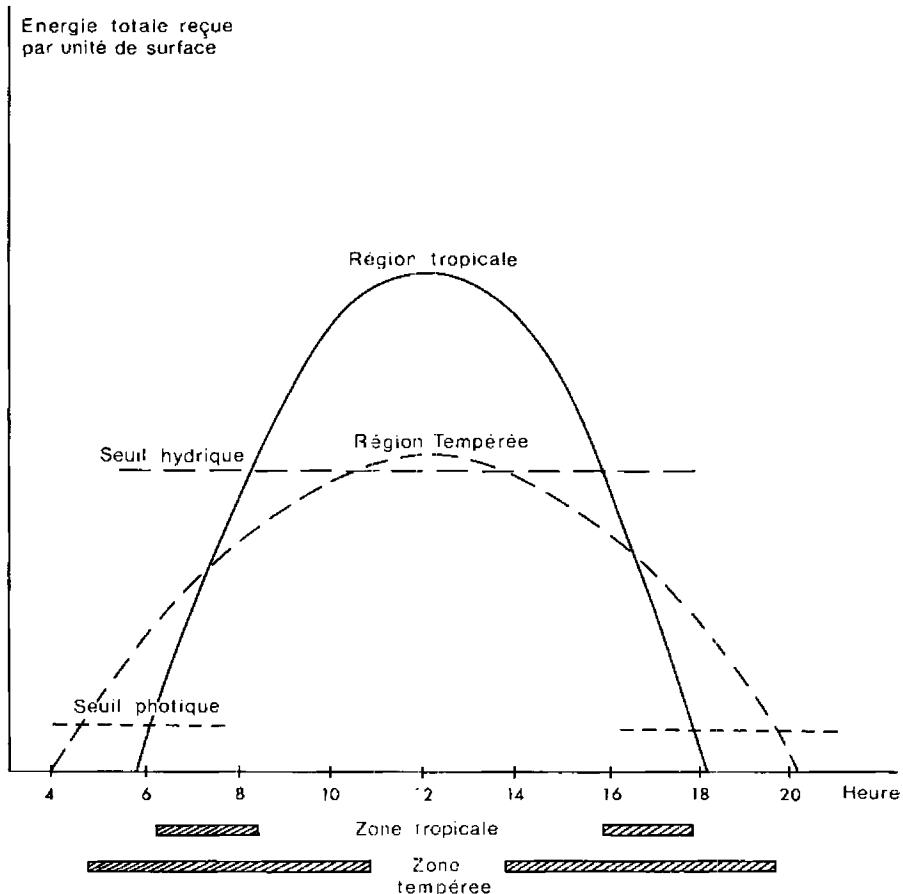


FIG. 1. — Temps durant lequel l'énergie totale reçue par unité de surface de sol reste dans les limites permettant la photosynthèse (limites variables selon la plante, le stade végétatif et les techniques culturales) au cours d'une journée ensoleillée.

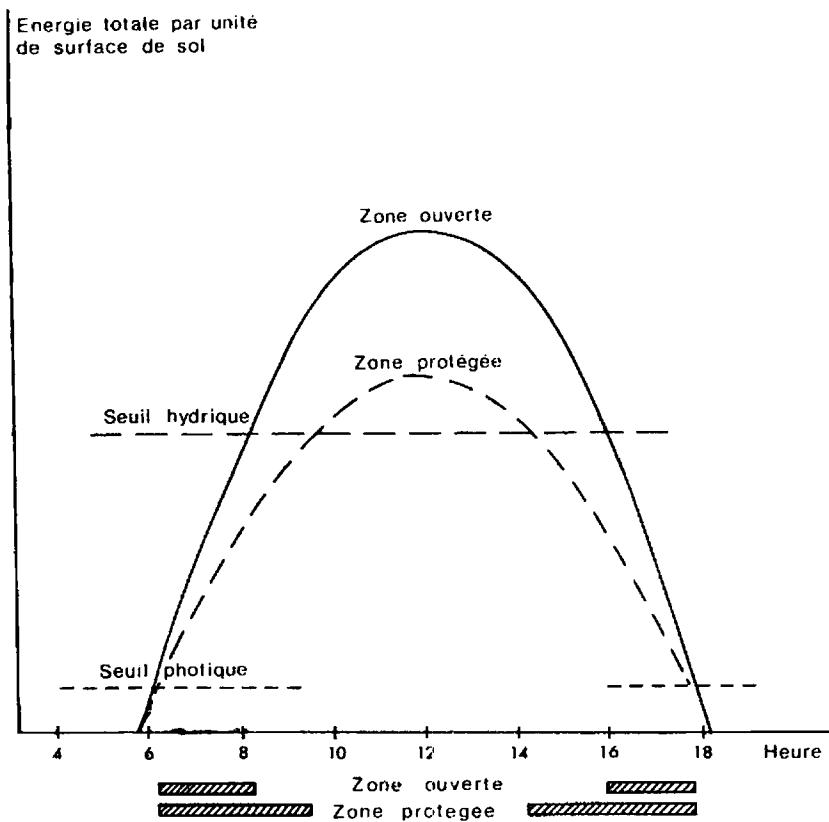


FIG. 2. — Effet brise-vent : temps durant lequel l'énergie disponible n'est pas facteur limitant de la photosynthèse.

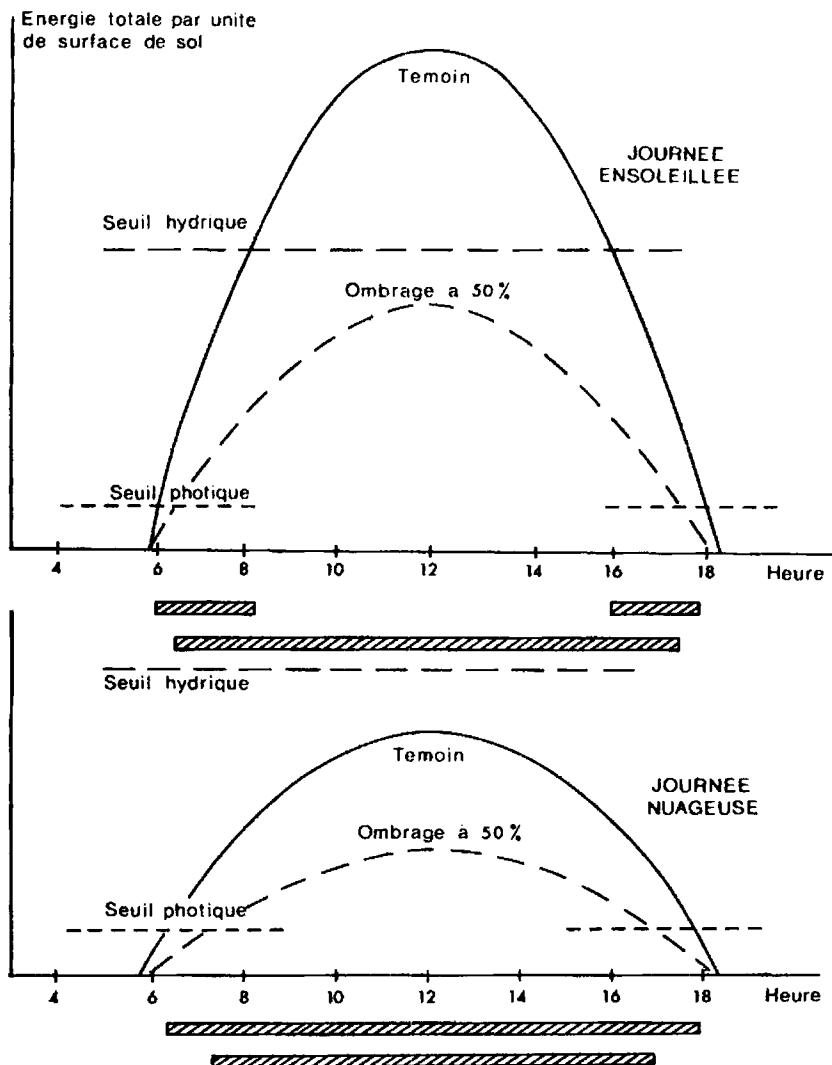


FIG. 3. — Effet de l'ombrage sur le rayonnement global et sur les temps de photosynthèse possible.

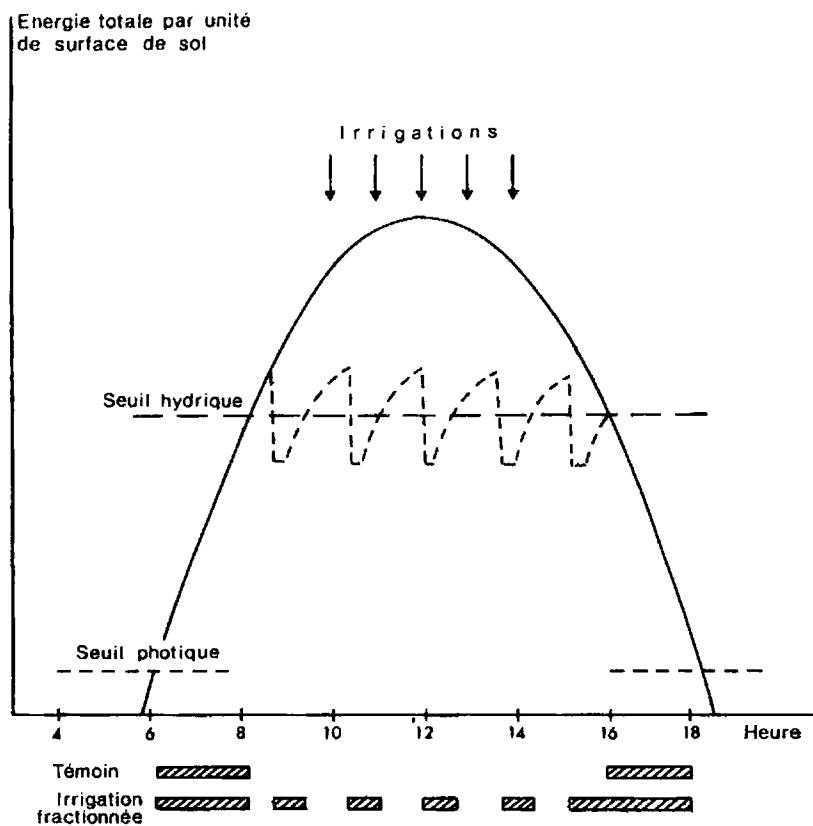


FIG. 4. — Effet théorique de l'irrigation fractionnée sur l'énergie disponible au niveau des feuilles et temps durant lequel cette énergie est inférieure au seuil hydrique.

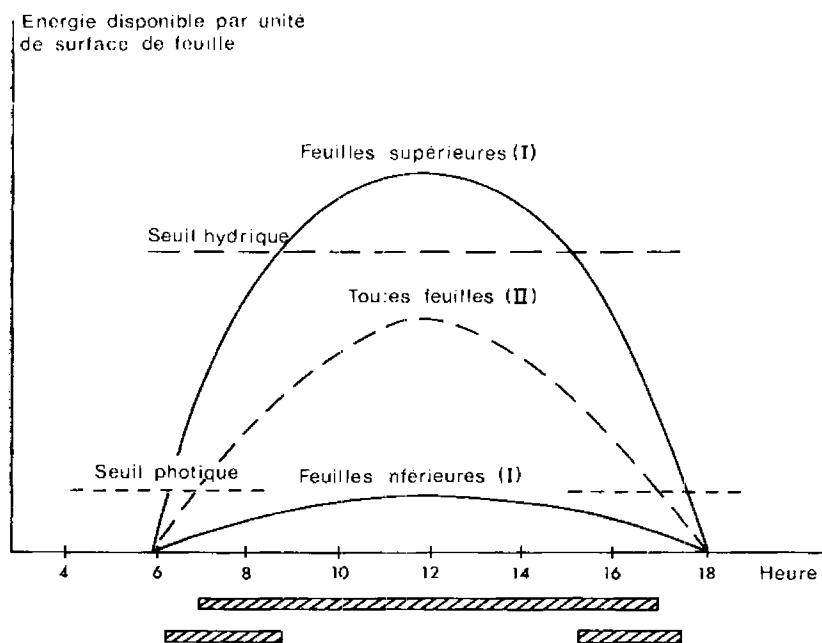


FIG. 5. — Energie reçue par unité de surface de feuille pour des cultures de même indice foliaire.

(1) culture à plat,
 (2) cultures palissées.

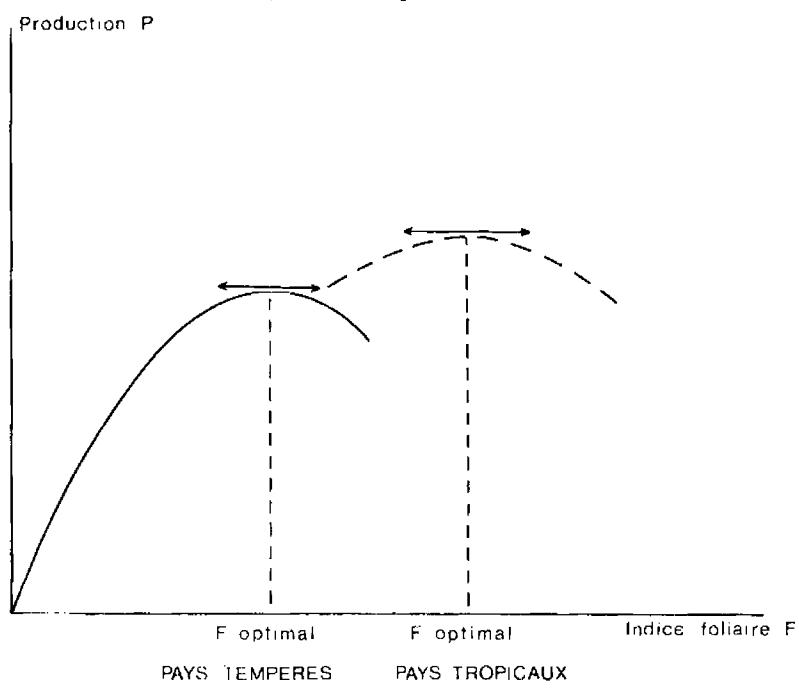


FIG. 6.