

# Contribution à l'étude de l'influence de divers facteurs climatiques sur la production et la qualité des fibres chez *Gossypium hirsutum* L.

## II. Température de l'air

G. Mergeai<sup>1</sup>, L. Verschraege<sup>2</sup> et J. Demol<sup>1</sup>

avec la collaboration technique de A. Deru<sup>1</sup>

1. Chaire de Phytotechnie des régions chaudes. Faculté des Sciences agronomiques de l'Etat à Gembloux (Belgique).
2. Laboratoire De Meulemeester pour la technologie des matières textiles. Rijksuniversiteit Gent (Belgique).

### RÉSUMÉ

Cet article rend compte des premiers résultats obtenus lors de l'analyse de l'influence de différents niveaux de température continue sur le comportement du cotonnier.

Les résultats sont présentés en deux parties distinctes. La première partie se rapporte à l'influence de la température sur la

croissance et le développement végétatif et génératif, ainsi que sur la production considérée de manière globale. La seconde partie a trait à l'analyse fine de la production de fibres et à leurs propriétés physiques.

MOTS CLÉS : *Gossypium hirsutum*, température, croissance, production, propriétés physiques des fibres.

## 1. Influence de la température sur la croissance et le développement végétatif et génératif ainsi que sur la production considérée de manière globale

### INTRODUCTION

Au cours des deux dernières décennies, une attention accrue a été accordée aux relations entre l'environnement et le développement du cotonnier.

Parmi tous les paramètres du milieu, la température est celui qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études.

Les observations au champ réalisées par EWING (1918), LOOMIS (1927), MARTIN *et al.* (1923) et MAC NAMARA *et al.* (1927) ont, les premières, attiré l'attention sur un rôle possible de la température dans la croissance, la production et le développement du cotonnier. Les résultats des travaux de ces précurseurs servirent de base pour une étude plus systématique et plus fine du comportement de la plante en conditions contrôlées (GIBSON *et al.*, 1968 ; GIBSON *et al.*, 1968 ; GIBSON *et al.*, 1970 ; LOW *et al.*, 1969 ; MAUNEY, 1966 ; MORAGHAN *et al.*, 1968 ; GIBSON, 1979).

L'ensemble de ces données a permis une connaissance plus approfondie et plus large de l'influence de la température sur le comportement du cotonnier. L'état des connaissances sur ce sujet à ce jour peut être résumé comme suit.

Un niveau élevé de température favorise l'importance du développement végétatif des plants. MORAGHAN *et al.* (1968) ont constaté, lors d'essais menés en chambre conditionnée, une forte augmentation de la surface foliaire avec l'élévation du régime thermique appliqué. Pour MAUNEY (1966), DEMOL (1969), GIBSON *et al.* (1968, 1970, 1972), BHATT (1977) et RAYAN *et al.* (1973), une augmentation de la température minimale et maximale se traduit par une croissance plus rapide des plantes.

Cependant, si un niveau élevé de température est favorable à la croissance du cotonnier, il semble qu'il ne faille pas dépasser une certaine limite qui diffère pour la croissance pondérale et l'augmentation de la surface foliaire (HESKETH *et al.*, 1969 ; MORAGHAN *et al.*, 1968 ; POTTER *et al.*, 1977 ; BAKER *et al.*, 1972).

Le développement de la plantule est influencé par le couple lumière-température qui agit de deux façons sur les lois endogènes conditionnant la formation de celle-ci.

Un trop faible niveau d'éclairage pour une température donnée a pour effet de monopoliser les assimilats disponibles au profit des méristèmes apicaux et cela aux dépens des primordiums foliaires, ce qui entraîne le phénomène d'étiollement constaté par BHATT (1977) et ROLAND (1974) dans des conditions de faible intensité lumineuse ou de durée d'ensoleillement raccourcie.

Les conditions thermophotopériodiques qui prévalent au cours des phases de levée et de préfloraison du cotonnier influencent le niveau d'insertion de la première branche fructifère, le degré de développement végétatif du plant au moment de l'initiation du premier square et le rapport final qui existe entre le développement végétatif et le développement génératif (BHATT, 1977 ; MAUNEY, 1966 ; LOW *et al.*, 1969 ; MORAGHAN *et al.*, 1968 ; PINKAS, 1972 ; GIBSON, 1979), la température nocturne exerçant une influence beaucoup plus marquée que la température diurne (LOW *et al.*, 1969 ; MORAGHAN *et al.*, 1968 ; MAUNEY, 1966). En général, de basses températures nocturnes abaissent le niveau d'insertion de la première branche fructifère et minimisent l'effet défavorable qu'occasionne une longue

photopériode. La plus basse position du premier nœud fructifère est obtenue pour une température nocturne variant entre 15 et 20 °C (GIBSON, 1979), toute température supérieure ou inférieure entraînant une élévation de la position de ce nœud.

La précocité de l'initiation florale résulte d'un compromis entre l'influence plus ou moins bénéfique de la température sur la vitesse de croissance des organes et le niveau d'insertion de la première branche fructifère. Des températures nocturnes et diurnes inférieures à 25 °C pendant la phase de préfloraison freinent suffisamment la vitesse de croissance des organes pour retarder l'initiation florale par rapport à des températures plus élevées ; ceci malgré le fait que leur premier nœud fructifère se forme plus bas (MAUNEY, 1966). Des températures nocturnes supérieures à 32 °C entraînent un retard marqué dans l'initiation florale.

La température influence l'abondance de la floraison en agissant sur le nombre de branches fructifères produites par plant et sur le nombre de fleurs produites par branche fructifère.

Le nombre de branches fructifères produites par plant est conditionné par le niveau d'insertion du premier nœud fructifère, le cotonnier produisant en conditions normales un nombre total plus ou moins constant de branches monopodiales et sympodiales (RAY, 1972).

Une température qui assure un bilan d'assimilation élevé, pendant la floraison, garantit la production d'un nombre important de nœuds fructifères par branche sympodiale et, en conséquence, celle d'une quantité élevée

de fleurs (RABAY *et al.*, 1978). De trop basses ou de trop hautes températures inhibent la floraison (EATON, 1929 ; BASINSKI, 1963 ; CARN et MAUNEY, 1968 ; NOSOV, 1959, cités par LOMAS, 1977) et privilégient le développement végétatif aux dépens du développement génératif (HESKETH et LOW, 1968).

D'une manière générale, le rythme de floraison est accéléré par une élévation de la température qui règne au cours de la phase de floraison (HESKETH *et al.*, 1972).

L'importance du shedding dépend du niveau du bilan d'assimilation pendant les phases de floraison et de capsulaison (RABAY *et al.*, 1978). Un faible bilan d'assimilation, conséquence d'une température trop faible ou trop élevée, entraîne un shedding important (POWELL, 1969 ; GUINN, 1974, 1976 ; OGAKI, 1963 ; HESKETH et LOW, 1968).

La durée moyenne de la maturation des capsules est directement liée à la valeur de la température qui a prévalu au cours de celle-ci. Plus cette température est élevée et plus la durée de la capsulaison est courte (GIBSON *et al.*, 1968 ; POWELL, 1969 ; GRANT *et al.*, 1970 ; BHATT *et al.*, 1977 ; YFOULIS *et al.*, 1978 ; MUTSAERS, 1976 ; BAKER *et al.*, 1972).

Le poids atteint par les capsules dépend, outre de la position de celles-ci sur le plant, du bilan d'assimilation moyen durant cette période, donc de la température (RABAY *et al.*, 1978). Des températures extrêmes, trop élevées ou trop faibles, réduisent de façon appréciable le poids des capsules (BHATT *et al.*, 1977 ; HESKETH et LOW, 1968).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des cotonniers appartenant à l'espèce *Gossypium hirsutum* L. variété B. 49 ont été cultivés en vase de végétation dans trois enceintes conditionnées différentes. Les conditions climatiques utilisées ne se différencient que par un seul paramètre, la température de l'air.

Les plants se sont développés dans des sacs plastiques d'un volume de six litres remplis d'un mélange standard composé de tourbe, de sable et de terreau maintenu à saturation en eau.

Chaque cotonnier a reçu, une fois par semaine, un demi-litre de solution nutritive de type CERA 2a comprenant par litre : 0,46 g de KNO<sub>3</sub> ; 1,07 g de Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4 H<sub>2</sub>O ; 0,84 g de MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O et 0,31 g de KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>.

Les enceintes climatisées, aux dimensions suivantes : longueur 1,50 m, largeur 1,20 m et hauteur 1,50 m, comprenaient 24 tubes T.L. de 140 W donnant une intensité

lumineuse d'environ 40 000 lux sous la vitre séparant la source lumineuse de la chambre de culture. Dans tous les cas la photopériode comprenait 12 h de lumière et l'humidité relative de l'air avoisinait toujours les 60 %. Cinq températures de l'air ont été envisagées, respectivement 20, 24, 28, 30 et 32 °C. Dans chaque expérience, la température était la même, le jour comme la nuit. Chaque objet comportait dix plantes traitées de façon identique.

Diverses observations et analyses ont été effectuées :

- mesure de la croissance verticale et valeurs pondérales des productions végétatives, systèmes aérien et racinaire ;
- comptage et marquage journalier des fleurs ;
- contrôle journalier du shedding et de la déhiscence des capsules ;
- récolte individuelle et analyse de la production.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Comparaison des courbes de croissance

La variété utilisée (B. 49) appartient au groupe des cotonniers à croissance définie, caractérisée d'après EATON (1955) par l'apparition précoce d'organes floraux et, après une période de production intensive, par l'affaiblissement et l'arrêt de la croissance. L'accroissement en hauteur du tronc obéit à une formule polynomiale du type :

$$\log \frac{y}{a-y} = Y = A + Bt + Ct^2 + Dt^3.$$

Les données relatives à la croissance sont présentées dans le tableau 1 et la figure 1.

La température agit sur la hauteur finale du plant en influençant la durée de la phase d'élongation et la vitesse de croissance de la tige principale.

Si la vitesse de croissance en hauteur suit une relation simple en fonction de la température, il n'en va pas de

même pour la durée d'élongation qui augmente pour des températures extrêmes. Dans ces conditions thermiques extrêmes, le plant continue à croître longtemps après le début de la floraison. Ceci laisse supposer que les perturbations qu'induisent les hautes ou les basses températures favorisent la croissance végétative du plant aux dépens de sa production générative. Cette hypothèse semble être confirmée par les observations réalisées par HESKETH et LOW (1968).

### Production végétative (tabl. 2)

C'est la valeur pondérale du système racinaire et aérien de la plante à l'exclusion de la partie générative composée des graines et des fibres. Ces valeurs sont exprimées en poids sec par plante (g).

Le poids sec des racines évolue dans le même sens que la croissance verticale, c'est-à-dire qu'il est maximal pour les

TABLEAU 1  
Croissance en hauteur (mm).  
Height growth (mm).

Nombre de jours à partir du semis	Température				
	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C
0	—	—	—	—	—
10	95	93	87	96	113
17	123	141	154	206	222
24	131	203	236	298	340
32	138	270	348	401	460
38	151	342	437	486	552
45	161	427	501	559	647
52	175	496	559	635	762
59	201	564	608	716	840
66	232	627	640	778	905
73	263	642	640	826	968
80	299	643	640	847	1 014
87	339	645	640	883	1 041
94	383	645	—	898	1 056
101	411	645	—	—	—
108	480	645	—	—	—
115	510	645	—	—	—
122	523	645	—	—	—
129	539	645	—	—	—
136	587	645	—	—	—
143	604	—	—	—	—
150	620	—	—	—	—
157	629	—	—	—	—
164	641	—	—	—	—
171	653	—	—	—	—
178	664	—	—	—	—
185	673	—	—	—	1 256
192	679	—	—	—	—
199	686	—	—	—	—
206	690	—	—	—	—

températures extrêmes. Les différences enregistrées sont hautement significatives.

La production aérienne (feuilles, tiges, péricarpes des fruits) est maximale à 24 et 28 °C et moyenne à 20 et 30 °C.

La production végétative totale (racines et système végétatif aérien) suit les mêmes tendances que celles observées plus haut. Les différences sont hautement significatives.

#### Production générative du cotonnier

Elle est fonction des caractéristiques végétatives et génératives du plant. Elle dépend du développement du plant et principalement du nombre de fleurs et de capsules formées.

#### La floraison (tabl. 3)

La température agit sur la précocité, le rythme et la durée de la floraison et, par conséquent, également sur le nombre total de fleurs produites.

Le nombre de jours séparant le semis de l'apparition de la première fleur est inversement proportionnel à la température. Si les premières fleurs apparaissent dans l'enceinte à 32 °C après 47 jours, il faut attendre le 99<sup>e</sup> jour pour voir la première fleur apparaître dans l'enceinte à 20 °C.

Le nombre de fleurs formées est le plus élevé à 32 °C, le moins élevé à 28 °C et atteint des niveaux intermédiaires à 24 et 20 °C.

La durée de la floraison suit la même tendance que le nombre de fleurs. Indéterminée à 32 °C, elle passe par un minimum à 28 °C pour ensuite s'allonger de nouveau avec la diminution de la température.

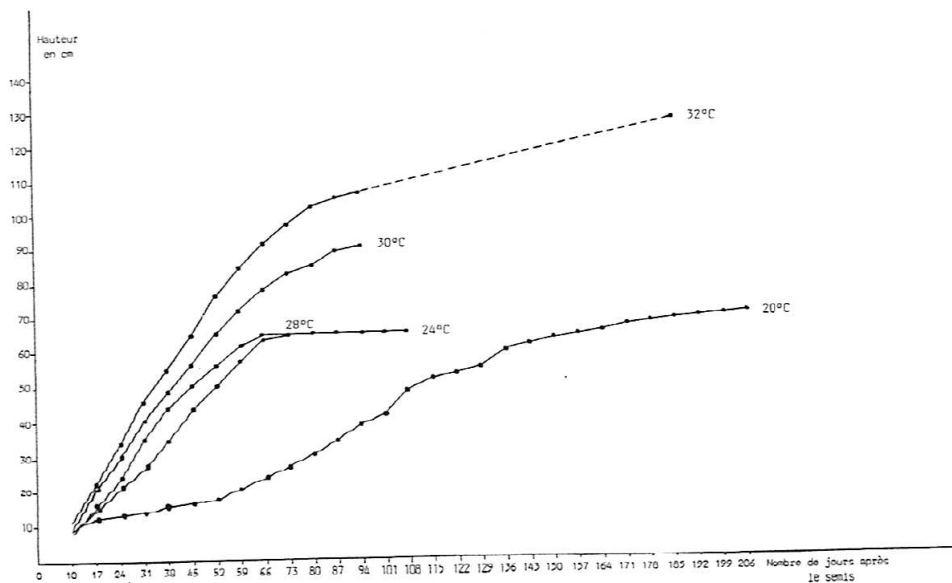


Figure 1  
Courbes de croissance en hauteur.  
Curves of height growth.

TABLEAU 2  
Variation de la production végétative des cotonniers soumis à des températures différentes (poids par plant en g).  
Variation of the vegetative production of cotton plants under different temperatures (weight per plant in g).

S x/n s	Poids système racinaire					Poids système aérien					Poids végétatif total				
	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C
		8,4	3,7	6,6	10,7	13,2	126,2	66,3	56,4	137,6	206,1	134,6	70,0	63,0	148,3
	2,1	0,7	0,9		2,3	68,5	12,8	5,3		21,9	7,0	13,3	6,1		23,2
	F observé 41,3 Sign. à P = 0,001					F observé 30,1 Sign. à P = 0,001					F observé 33,1 Sign. à P = 0,001				

TABLEAU 3  
Influence de la température sur la floraison.  
Influence of temperature on flowering.

	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
Précocité en jours	99	58	53	47
Nombre de fleurs	33,9	22,3	9,9	64,6
Durée en jours	130	30	25	Indéterminée

#### La capsulaison (tabl. 4, fig. 2)

Le stade capsule débute un jour après l'ouverture de la fleur. Une température élevée continue induit le shedding de la quasi-totalité des capsules formées. Les travaux consacrés à l'influence de la température sur le shedding indiquent qu'il pourrait être déclenché par des températures élevées continues par l'intermédiaire de deux mécanismes.

Premièrement, les phénomènes impliqués dans la fécondation seraient inhibés par des températures élevées ; POWELL (1969) a constaté que des températures continues élevées, de l'ordre de 28 °C, induisaient des perturbations dans le système de production du pollen. Il a également observé qu'à partir de 32 °C en continu, la pollinisation manuelle elle-même devenait inefficace pour augmenter la rétention des capsules, ce qui mettait selon lui en évidence des défauts dans les phénomènes de fécondation eux-mêmes.

Deuxièmement, le stress nutritif provoqué par une augmentation considérable de la respiration nocturne sous l'effet du niveau très élevé de la température au cours de la nuit, induirait une accélération de la vitesse naturelle de production d'éthylène et par suite la chute d'une plus grande proportion de capsules (GUINN, 1974 et 1976, a et b).

TABLEAU 4  
Influence de la température sur le nombre de fleurs, le nombre de capsules et sur le pourcentage de shedding.  
Influence of temperature on the number of flowers, the number of bolls and the percentage of shedding.

Température	Nombre de fleurs	Nombre de capsules	Shedding %
20 °C	39,9	5,3	88,5
24 °C	22,3	6,3	71,5
28 °C	9,9	5,0	48,0
32 °C	64,6	1,5	96,1

Une interaction entre ces deux phénomènes semble être la cause du fort pourcentage de shedding observé à 32 °C. Les plants cultivés à cette température ont en effet produit quelques capsules de très petite taille et présentent des valves avortées ou du type quartier d'orange ce qui suggère que des problèmes peuvent se produire aussi bien au cours de la fécondation que lors du développement de la capsule.

De même, le très faible nombre moyen de graines normales produites par capsule à 20 °C et le fait que ce nombre soit plus faible à 24 °C qu'à 28 °C laissent supposer une influence néfaste des basses températures sur la fécondation ou sur les processus impliqués dans le développement de la graine. Cette hypothèse, alliée à l'accélération de la vitesse de production naturelle de l'éthylène que devrait occasionner le stress provoqué par une basse température diurne, semble être la meilleure explication du pourcentage considérable de shedding enregistré aux deux températures inférieures.

Il semble que le bilan d'assimilation du plant à 28 °C continu soit suffisamment favorable pour assurer le développement d'un pourcentage de capsules supérieur à celui habituellement obtenu au champ, ce qui ne signifie pas qu'un abaissement de la température nocturne n'aurait pas permis l'arrivée à terme d'un nombre encore plus important de capsules.

L'étude de l'influence de la température sur la quantité de fleurs formées et de capsules tombées montre que c'est à 24 °C que l'on obtient le plus grand nombre de fruits mûrs. Cette température occasionne une floraison très abondante et assure au plant un bilan d'assimilation suffisant pour garantir le maintien de 30 % du très grand nombre de capsules formées.

A 28 °C, sous l'influence de la température durant les phases de préfloraison et de floraison, le nombre de fleurs formées diminue de moitié. Mais l'influence plus favorable de cette température sur le bilan d'assimilation permet le maintien de 50 % de ces fleurs.

Le faible niveau de la photosynthèse à 20 °C doit être la cause de la très faible proportion de capsules maintenues sur le plant à cette température.

#### La production de coton-graine et le poids sec total des plants

La température détermine le volume de la production en agissant sur le nombre de capsules et sur le poids de coton-graine de ces capsules.

La production de coton-graine par plant (tabl. 5) est maximale pour une température de 28 °C, relativement élevée pour 24 °C, très réduite à 20 °C et négligeable à 32 °C.

Le très faible poids de coton-graine des capsules produites avec les deux températures extrêmes peut s'expliquer

TABLEAU 5  
Production de coton-graine par plant et poids sec total des cotonniers en fonction de la température.  
Seed-cotton production per plant and cotton total dry weight according to temperature.

	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
Coton-graine par plant (g)	5,8	23,9	25,0	2,3
Poids sec production végétative (g)	134,6	70,0	63,0	218,3
Poids sec total (g) par plant	140,4	93,9	88,0	220,6

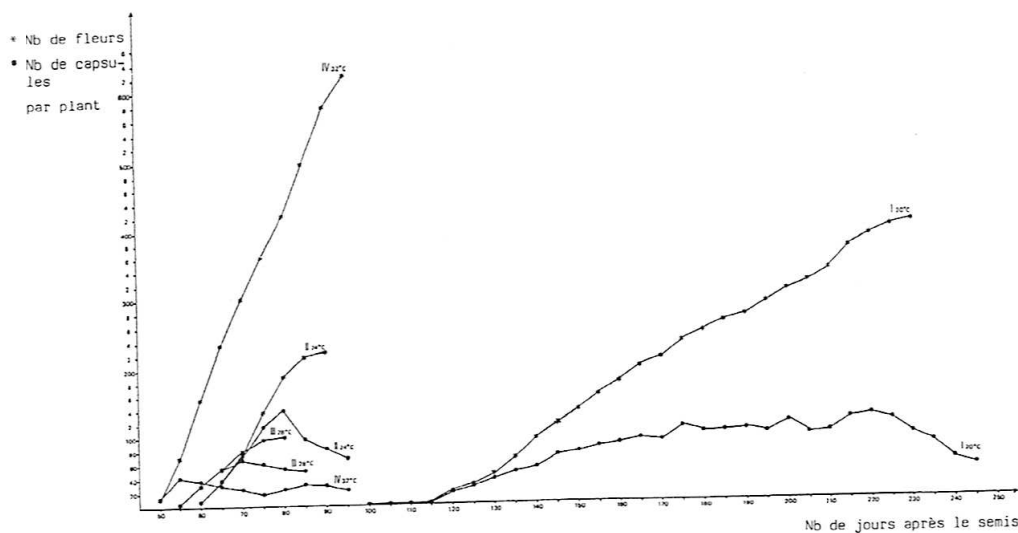


Figure 2  
 Courbes de floraison et de capsulaison.  
 Curves of flowering and fruiting.

par le bilan d'assimilation défavorable qu'elles provoquent et également par les perturbations qu'elles induisent dans le processus normal de développement des capsules. Ces perturbations se traduisent par l'avortement d'un nombre relativement élevé de valves, par des valves du type quartier d'orange et par un nombre réduit de graines par capsules, surtout à 20 °C. Le fait que les capsules produites à 24 °C contiennent moins de coton-graine que celles produites à 28 °C peut s'expliquer par la nécessité de répartir un bilan d'assimilation plus faible ou à la limite égal à ce qu'il est à 28 °C entre un nombre plus important de capsules.

La conjonction de ces facteurs entraîne pour les températures intermédiaires une production globale sensiblement identique. A 24 °C, un nombre plus élevé de capsules est compensé par un poids unitaire moyen de coton-graine plus faible et inversement à 28 °C.

Le poids sec total des cotonniers est fortement influencé par la production végétative des plantes ; il est en relation directe avec celle-ci.

L'indice de récolte (tabl. 6), rapport entre le poids sec de coton-graine récolté et le poids sec total du plant est le plus élevé à 28 °C. Il est presque nul à 20 et 32 °C.

TABLEAU 6  
 Variation de l'indice de récolte chez les cotonniers soumis à des températures différentes.  
 Variation of harvest index in cottons grown with different temperatures.

Température	Indice de récolte
20 °C	0,04
24 °C	0,34
28 °C	0,40
32 °C	0,01

La température de 28 °C peut donc être considérée comme optimale.

## CONCLUSION

Des températures continues très élevées (32 °C) ou relativement basses (20 °C) favorisent la croissance et le développement végétatif du cotonnier aux dépens de sa production générative. Cette tendance est beaucoup plus marquée aux températures élevées.

Il convient de distinguer deux aspects dans l'influence des températures intermédiaires (entre 24 et 28 °C) sur le développement génératif : le nombre de branches fructifères

et de capsules est plus élevé pour des températures inférieures tandis que la production globale reste très voisine quelle que soit la température.

Les résultats obtenus au cours des essais confirment le fait qu'à l'intérieur d'une gamme de températures intermédiaires (24 à 28 °C), le poids moyen de coton-graine produit augmente avec la température.

## 2. Influence de la température sur la production de fibres et sur les propriétés physiques de celles-ci

### INTRODUCTION

Le poids de lint produit par graine dépend de deux variables :

- le nombre de fibres sur chaque graine ;
- le poids de cellulose de chaque fibre.

Alors que l'influence de la température sur le dépôt de cellulose dans les fibres a été étudiée par plusieurs chercheurs, le nombre de fibres produites par graine a été rarement examiné.

Le poids de cellulose dans chaque fibre peut être estimé à partir d'une ou plusieurs des mesures suivantes : la finesse aréalométrique ou micronaire, le pourcentage de fibres mûres ou la masse linéique. Quel que soit le paramètre considéré, tous les résultats recueillis par les chercheurs qui ont travaillé sur ce sujet (GRANT *et al.*, 1966 ; HESKETH et LOW, 1968 ; GIBSON et JOHAM, 1968 ; GIBSON et RAY, 1969 ; GRANT *et al.*, 1970 ; ANTONY, 1977) concordent pour affirmer qu'un niveau élevé de température est favorable au dépôt d'une grande quantité de cellulose par fibre.

L'influence de la température sur le nombre de fibres produites par graine ne semble pas avoir été étudié. Cette variable est le produit du nombre de fibres par unité de surface de graine par la surface de celle-ci.

Cette surface peut être reliée au volume de la graine au moyen d'une formule conçue par HODSON (1920). Le nombre de fibres par graine est aussi en relation avec le poids de cellulose par graine, la longueur de la fibre et la masse linéique de celle-ci.

Une autre grandeur caractéristique du poids de lint par graine est le rendement à l'égrenage. Il s'agit du poids de lint produit lors de l'égrenage exprimé en tant que pourcentage du poids initial de coton-graine.

HESKETH et LOW (1968) ont étudié l'influence de la température sur le rendement à l'égrenage et ils ont montré que le poids de fibre rapporté au poids total de coton-graine était d'autant plus important que la température moyenne qui régnait au cours du développement de la capsule était basse.

Cette relation de proportionnalité inverse entre le poids de fibre et le niveau de la température n'a cependant pas été confirmée par GIBSON (1966) et GIBSON et RAY (1970) qui, il est vrai, n'avaient envisagé que l'influence de la température nocturne, ni par QUINSENBERRY (1975) chez qui un nombre de « degré jour » cumulé plus important pendant le développement des capsules se traduisait par un lint index plus élevé.

À partir des résultats d'HESKETH et LOW (1968), il est cependant possible de formuler l'hypothèse d'une augmentation du nombre de fibres produites par graine aux basses températures vu que le poids de cellulose produit par fibre dans ce cas diminue alors que le poids de cellulose produit par graine est plus élevé.

Pour ce qui est des propriétés physiques des fibres, les résultats obtenus par les différents auteurs consultés divergent. Pour HESKETH et LOW (1968), les fibres sont d'autant plus courtes, d'autant moins fines et d'autant plus résistantes que le régime de température sous lequel elles se sont développées était élevé. Ces résultats sont confirmés par ceux de GRANT *et al.* (1970) et ANTONY *et al.* (1975).

Par contre, GIBSON et RAY (1970) n'ont pas mis en évidence les mêmes réactions en ce qui concerne la longueur et la résistance. Ils ont obtenu la plus forte résistance pour les températures nocturnes les plus basses et une réponse curvilinéaire de la longueur de la fibre en fonction du niveau de la température.

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des capsules de la variété B. 49, originaire du Zaïre, ont été récoltées sur des plants cultivés à quatre températures continues différentes (20, 24, 28 et 32 °C), à raison de 10 plantes par température.

Les conditions expérimentales qui ont prévalu lors du développement de ces plantes sont décrites dans la première partie de cet article.

Chaque capsule, une fois récoltée, a fait l'objet d'un certain nombre de manipulations et de mesures qui ont permis l'établissement d'une série de paramètres caractéristiques de la production de fibres :

- le rendement à l'égrenage, le lint index, le fuzz index, le poids de 100 graines délintées, le lint fuzz index, le volume d'une graine, la surface d'une graine, le lint density index, le fuzz density index, le lint + fuzz density index, le pourcentage de lint dans le lint fuzz density index ;

- le nombre théorique de fibres produites par graine  $N_{th}$  a été estimé à partir du lint index LI, de la longueur moyenne des fibres  $l$ , et de leur masse linéique moyenne  $M$ , en utilisant la formule :

$$N_{th} = \frac{LI}{M \times l}$$

Pour le nombre théorique de fibres par unité de surface de graine ( $cm^2$ ), le lint density index,  $L$  ds I, a été utilisé à la place du lint index.

Les effets des différentes températures continues sur les propriétés physiques des fibres ont été évalués par des mesures technologiques standards réalisées au Laboratoire De Meulemeester de la Rijksuniversiteit à Gand en Belgique.

En ce qui concerne la phase de développement de la paroi primaire des fibres, trois paramètres ont été considérés : la longueur moyenne des fibres  $l$ , la largeur du ruban  $W$  et le périmètre de la fibre  $P$ . La longueur a été mesurée sur 500 fibres individuelles. La largeur moyenne du ruban a été mesurée sur le même échantillon avec un microscope à projection à grossissement de 500. Le périmètre  $P$  a été calculé à partir des résultats obtenus pour  $l$  et  $W$  au moyen de la formule mathématique suivante :

$$P = 2W + 2c(\pi - 2)$$

$c$  étant l'épaisseur de la paroi.

Pour caractériser le développement de la paroi secondaire, trois paramètres ont également été utilisés : l'épaisseur de la paroi  $T$ , la surface de la section transversale  $S$  et

le volume de la paroi  $V$ . L'épaisseur de la paroi a été mesurée sur 500 fibres avec un microscope à projection à grossissement de 500. La surface de la paroi a été calculée par la formule :

$$S = \pi.c.(D - e)$$

$e$  étant l'épaisseur de la paroi et  $D$  le diamètre obtenu à partir du périmètre. Le volume de la paroi est le produit de la longueur moyenne par la section.

Les propriétés de résistance des fibres ont été estimées par la résistance sur fibre individuelle, par la résistance spécifique et par l'allongement à la rupture exprimée en %.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Les graines (tabl. 7)

La production par plant dépend du nombre de graines et de leur poids moyen. Le plus grand nombre de graines est observé à 24 °C et les graines les plus lourdes à 28 °C. La combinaison de ces deux facteurs donne la production la plus élevée à 28 °C et la plus basse à 32 °C.

### Comparaison entre le poids, le volume et la surface des graines (tabl. 8)

Le volume et la surface des graines sont les plus élevés dans l'enceinte à 32 °C. Le poids des graines (seed index) est relativement stable dans toutes les enceintes avec cependant un maximum à 28 °C. Le rapport poids-volume diminue avec l'augmentation de la température, faiblement entre 20 et 28 °C mais brutalement entre 28 et 32 °C.

Ces résultats indiqueraient qu'une température peu élevée est favorable à une bonne densité de l'amande. Au-dessus de 28 °C, la graine est volumineuse mais de densité relativement faible.

### La cellulose (tabl. 10)

(fibres + duvet)

La production par plant dépend du poids de coton-graine récolté et du rendement en cellulose. Une distinction est faite entre la production de fibres longues et de fibres courtes (duvet). Le maximum de cellulose est produit dans l'enceinte à 28 °C. Cette production est suivie de près par celle obtenue dans l'enceinte à 24 °C. A 20 et 32 °C, la production de cellulose est négligeable.

Il y a peu de différence dans les rapports observés entre fibres longues et duvet. La cellulose est produite à raison de 75 à 80 % par les fibres longues. Le rapport le plus favorable (81 %) s'obtient à 24 °C et le moins favorable (74 %) à 32 °C.

### Fibres cellulosiques par unité de surface de graine (tabl. 11)

(lint + fuzz density index)

Cette cellulose comprend celle produite par les fibres longues et le duvet. Elle diminue proportionnellement à l'augmentation de la température.

TABLEAU 7  
Production de graines délintées par plant.  
Production of delinted seeds per plant.

Nombre de graines				Seed Index				Production en g			
20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
31	141	138	17	9,61	9,31	10,24	9,90	2,98	13,13	14,13	1,68

TABLEAU 8  
Poids, surface et volume des graines délintées.  
Weight, area and volume of delinted seeds.

	Poids de 100 graines				Volume d'une graine (cm <sup>3</sup> )				Surface d'une graine (cm <sup>2</sup> )			
	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
S x/n	9,61	9,31	10,24	9,90	0,102	0,098	0,112	0,136	1,146	1,115	1,217	1,390
s	1,76	0,44	0,35	0,13	0,0093	0,0063	0,0042	0,085	0,060	0,049	0,029	0,053
F observé	1,90			Non Sign.	F observé 34,5		Sign à P = 0,001		F observé 38,9		Sign. à P = 0,001	

TABLEAU 9  
Rapport poids-volume.  
Weight-volume ratio.

20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
98	95	91	72

TABLEAU 10  
Poids de fibres cellulosiques en fonction de la température (g).  
Weight of cellulose fibers according to temperature (g).

S x/n %	Fibres courtes (fuzz)				Fibres longues				Total			
	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
	0,59 22	2,04 19	2,70 25	0,26 26	2,07 78	8,75 81	8,28 75	0,73 74	2,66 100	10,80 100	10,98 100	0,99 100

TABLEAU 11  
Lint et fuzz density index (mg/cm<sup>2</sup>) et pourcentage de lint.  
Lint and fuzz density index (mg/cm<sup>2</sup>) and lint percentage.

S x/n s	Lint density index				Fuzz density index				Lint + fuzz density index				% lint			
	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
	59,3 4,4	55,2 2,9	49,3 1,7	30,5 10,7	17,0 5,3	13,2 1,7	16,1 1,3	10,9 2,5	76,3 8,4	68,3 2,9	65,5 1,8	41,5 12,7	78,0 4,8	80,9 2,4	75,3 1,9	73,5 5,6
	F trouvé 30,9				F trouvé 5,9				F trouvé 25,6				F trouvé 6,78			
	Sign. à P = 0,001				Sign. à P = 0,05				Sign. à P = 0,001				Sign. à P = 0,05			

TABLEAU 12  
Données relatives au calcul des nombres théoriques de fibres par graine et par unité de surface de graine.  
Data related to the calculation of the theoretical numbers of fibers per seed and per unit of seed area.

Température	Masse linéique (mg/km)	Longueur moyenne des fibres (mm)	Lint index	Lint density index (mg)	Poids de 1 000 fibres de longueur moyenne (mg)	Nombre de fibres par graine	Nombre de fibres par cm <sup>2</sup>
20 °C	110	26,7	66,7	59,3	2,94	22 150	20 150
24 °C	155	26,6	62,1	55,5	4,12	15 062	13 154
28 °C	185	25,9	60,0	49,3	4,80	12 300	10 281
32 °C	80	25,5	43,0	30,5	2,04	21 078	14 950

#### Fibres longues par unité de surface de la graine (cm<sup>2</sup>) (lint density index)

Le lint density index est le plus élevé pour la température la plus basse et diminue au fur et à mesure que la température augmente. Il passe ainsi de 59,28 mg/cm<sup>2</sup> dans l'enceinte à 20 °C à 49,33 mg/cm<sup>2</sup> pour celle à 28 °C et à 30,50 mg/cm<sup>2</sup> pour celle à 32 °C.

#### Duvet (mg) par unité de surface de graine (fuzz density index)

Le fuzz density index est plus irrégulier mais marque également une chute importante entre 28 °C (16,1 mg/cm<sup>2</sup>) et 32 °C (10,9 mg/cm<sup>2</sup>).

#### Rapport entre les fibres longues et la quantité totale de cellulose produite

Ce rapport est le plus élevé à 24 °C, avec 80,9 % de fibres longues, et le plus bas à 32 °C avec 73,5 % de fibres longues.

Tout ceci laisse supposer l'existence d'un seuil critique au niveau de la formation de la cellulose qui se situerait entre 28 et 32 °C.

#### Nombre de fibres produites par graine et par unité de surface de graine

Connaissant la masse linéique moyenne des fibres (poids des fibres en mg par kilomètre) dans chaque environnement thermique, il est possible de calculer le poids d'une

fibres de longueur moyenne pour chacun d'eux. A partir de ce poids, comme nous connaissons le poids total de fibres par graine et par unité de surface de graine, nous pourrions en déduire le nombre théorique de fibres de longueur moyenne émises par graine et par unité de surface de graine. Toutes les données sont reprises au tableau 12.

En 1972, au cours de travaux entrepris sur les composantes du rendement à l'égrenage, DEMOL et NANGNIOT ont mis en évidence l'importance de la variation du nombre théorique de fibres par mm<sup>2</sup> de surface de graine chez les variétés *Gossypium hirsutum* L. Les chiffres obtenus au cours des quatre essais réalisés sur la valeur de ce paramètre chez la variété B. 49 montrent clairement que le nombre total de fibres par graine ou par unité de surface de graine n'est pas uniquement influencé par le patrimoine génétique de la graine qui les produit et que le milieu joue un rôle très important sur le processus de la formation des fibres par les cellules de l'épiderme de la graine.

On peut considérer que les valeurs obtenues pour le nombre théorique de fibres confirment les résultats paradoxaux que laissent prévoir les données de HESKETH (1969). Autrement dit, si des températures élevées induisent la production de plus faibles quantités de cellulose par graine, elles entraînent, par contre, le dépôt d'une quantité de cellulose par fibre plus élevée, ceci jusqu'à un seuil critique qui semble se situer entre 28 et 32 °C. Au-delà, de nombreuses perturbations se produisent (retard dans la maturation des fibres, masse linéique plus faible, périmètre plus faible).

De plus, ces résultats permettent de mettre en évidence la tendance suivante : pour des régimes de températures intermédiaires (24, 28 °C), il semble que la graine possède un potentiel de production de cellulose donné, qu'elle répartit en un nombre plus ou moins élevé de fibres selon que les conditions du milieu sont favorables ou défavorables au développement du nombre de fibres formées par graine.



**Analyses technologiques des fibres**

Les fibres récoltées dans les cinq enceintes ont été analysées au Laboratoire De Meulemeester pour la Technologie des Matières Textiles à l'Université de l'Etat à Gand.

**Caractéristiques de la structure des fibres**

Les deux principales structures de la fibre sont :

— la paroi primaire formée par un réseau de cellulose dont les interstices sont remplis de matières diverses telles que pectines, graisses, etc. ;

— la paroi secondaire formée de cellulose pure déposée sous forme de micro-fibrilles plus ou moins reliées entre elles.

Les deux structures se forment à des époques différentes et sont étudiées séparément.

**Paroi primaire (tabl. 13)**

Elle est formée approximativement les 20 premiers jours après la pollinisation. Pendant cette période, les cellules épidermiques de la graine s'allongent pour atteindre la longueur définitive des fibres.

La longueur des fibres est mesurée sur des fibres individuelles. 200 fibres par échantillon sont mesurées. Un échantillon est prélevé par plant dans une capsule se trouvant à un même endroit sur la plante.

Le périmètre P est calculé, pour les mêmes échantillons, à partir de la largeur du ruban W et de l'épaisseur de la paroi  $2e'$  à l'aide de la formule  $P = 2W + 2e'(\pi - 2)$ . 500 fibres par échantillon sont observées au grossissement 500.

La superficie de la paroi et le volume de la fibre se calculent à partir de la longueur et du périmètre en supposant qu'elle forme un cylindre parfait.

Toutes les enceintes sauf celle de l'essai à 32° ont donné des fibres bien développées en longueur et en grosseur. Les fibres les plus volumineuses sont obtenues à 24 °C, mais entre 20 et 30 °C, les différences sont minimes.

**Paroi secondaire (tabl. 14)**

Elle se forme à partir du 18<sup>e</sup> jour suivant la pollinisation. Elle détermine des caractéristiques essentielles telles que la résistance et l'allongement à la rupture des fibres.

La caractéristique principale de cette paroi est son épaisseur,  $2e'$ . Elle est mesurée sur des fibres gonflées. Les mesures sont ainsi plus simples à réaliser et plus précises qu'en état non gonflé où la fibre reste fortement vrillée et déformée. De cette donnée et de la largeur du ruban W se déduisent la surface de la paroi en coupe transversale, le volume total de la paroi et la largeur relative  $2e'/W$ . Pour ces calculs la fibre est considérée comme un cylindre.

C'est seulement aux températures de 24 et 28 °C que la paroi secondaire se forme normalement. A partir de 30 °C, il semble qu'il y aurait blocage dans la formation de la cellulose.

**Caractéristiques technologiques (tabl. 15)**

Toutes ces caractéristiques de la paroi secondaire déterminent la résistance à la traction et l'allongement à la rupture des fibres. Elles ont été évaluées sur fibres individuelles. 100 fibres par échantillon ont été testées sur le Fibrographe à pinces écartées de 10 mm.

Les plus fortes résistances sont observées pour les fibres des enceintes à 28 et 30 °C, malgré la faible épaisseur de la paroi à 30 °C qui est de 8,0 micromètres. A 24 °C, l'épaisseur de la paroi est de 15,3 micromètres et la résistance n'atteint que 12,9 kg/mm<sup>2</sup>. Il semblerait donc que la cellulose formée à 30 et même 32 °C soit plus résistante que celle formée à basses températures. Les meilleurs résultats sont obtenus à 28 °C.

TABLEAU 13  
Caractéristiques de la paroi primaire.  
Characteristics of the primary wall.

	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C
Longueur moyenne (mm)	26,7	26,6	25,9	28,5	25,5
Périmètre moyen (micron)	57,4	62,0	57,8	54,8	48,8
Superficie moyenne (mm <sup>2</sup> )	1,539	1,649	1,497	1,562	1,244
Volume moyen (mm <sup>3</sup> )	0,00700	0,00814	0,00689	0,00681	0,00483

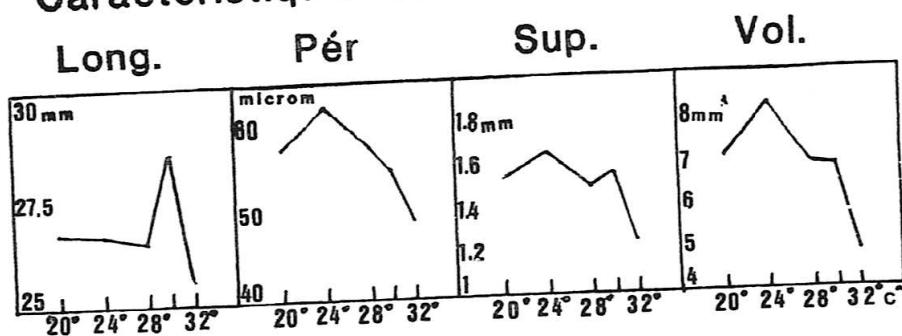
TABLEAU 14  
Caractéristiques de la paroi secondaire.  
Characteristics of the secondary wall.

	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C
Epaisseur de la paroi $2e'$ (micron)	9,5	15,3	14,8	8,0	5,8
Largeur du ruban W (micron)	23,3	22,3	22,5	22,7	21,1
$2e'/W$	0,41	0,69	0,66	0,35	0,27
Surface en coupe (micron/cm <sup>2</sup> )	202	291	262	168	115
Volume de la paroi (mm <sup>3</sup> )	0,00539	0,00773	0,00679	0,00477	0,00294

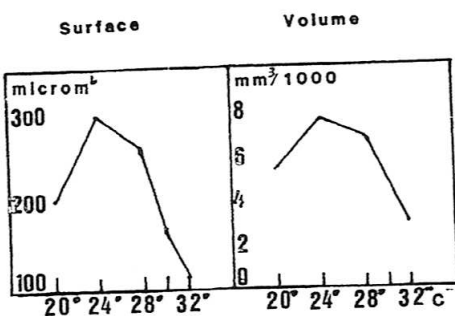
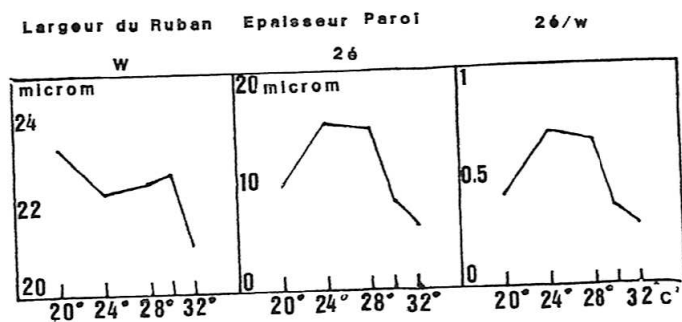
TABLEAU 15  
Caractéristiques technologiques.  
Technological characteristics.

	20 °C	24 °C	28 °C	30 °C	32 °C
Fibres individuelles g'f.	1,76	3,75	4,63	2,68	1,76
Résistance kg/mm <sup>2</sup>	8,70	12,90	17,70	16,00	13,10
Allongement à la rupture (%)	11,60	11,60	10,30	6,40	8,60
Rigidité g'f./% all.	0,16	0,33	0,44	0,42	0,20

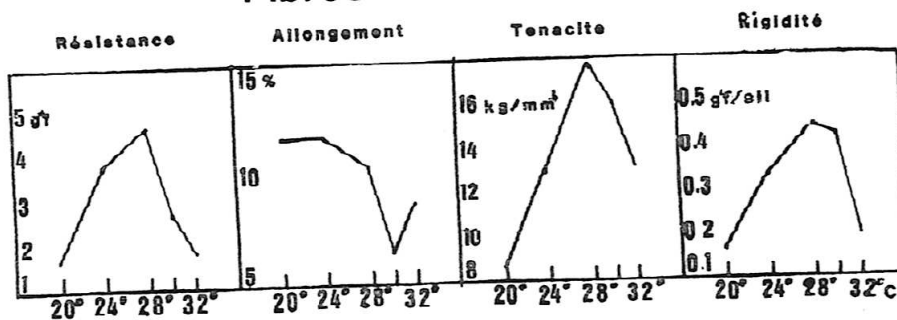
### Caractéristiques de la Paroi primaire



### Caractéristiques de la Paroi secondaire



### Fibres individuelles



## CONCLUSION

L'étude séparée de l'influence de la température sur les différentes composantes du rendement à l'égrenage nous a permis de mieux comprendre l'action de la température sur ce paramètre ; le poids des graines n'est pas affecté par le niveau de la température alors que le poids des fibres par graine ou par unité de surface de graine est d'autant plus faible que la température est élevée. L'augmentation de la surface des graines aux niveaux supérieurs de température n'arrive pas à compenser cette diminution de poids.

Une température continue extrême (20 ou 32 °C) induit des perturbations importantes dans le développement des graines et des fibres.

La quantité totale de cellulose (lint + fuzz) produite par graine et par unité de surface est maximale à 20 °C, minimale à 32 °C et intermédiaire et similaire pour les deux autres températures. La proportion de duvet dans le poids total de cellulose (lint + fuzz) par unité de surface de graine est plus élevée à 28 qu'à 24 °C.

La température exerce une influence marquée sur le nombre de fibres par graine. En-dessous du seuil critique de température qui se situe entre 28 et 32 °C ce nombre est d'autant plus important que la température imposée pen-

dant la phase de formation des fibres était basse. Par contre, la quantité de cellulose accumulée par fibre est d'autant plus importante que la température qui régnait pendant la phase d'épaississement des fibres était élevée (ceci est également observé en-dessous du seuil critique).

Il semble donc que dans le cas des températures intermédiaires, la graine possède un potentiel de production de cellulose donné, qu'elle répartit en un nombre plus ou moins élevé de fibres selon que les conditions du milieu sont favorables ou défavorables à l'expression du nombre de fibres formées par graine.

Pour les 3 températures continues inférieures, les fibres sont d'autant plus courtes, épaisses et résistantes que la température régnant au cours du développement des capsules était élevée.

Une température continue de 32 °C induit des perturbations marquées dans le développement et l'épaississement des parois des fibres.

La conformité de ces résultats avec ceux de plusieurs autres auteurs laisse supposer la justesse des analyses en ce qui concerne le nombre théorique de fibres produites par graines et le potentiel de production de cellulose.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANTONY, A.K. ; KUTTY, E. ; SAWAKHANDE, K.H., 1977. — Effect of rainfall and temperature on fibre properties of irrigated cottons. *Jour. of Maharashtra Agric. Univ.*, 2, 207-210.
- BAKER, D.N. ; HESKETH, J.D. ; DUNCAN, W.G., 1971. — Simulation of growth and yield in cotton. 1. Gross photosynthesis, respiration and growth. *Crop Sci.*, 12, 431-435.
- BHATT, J.G., 1977. — Growth and flowering of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by day length and temperature. *Jour. of Agri. Sci. U.K.*, 89, 383-387.
- BHATT, J.G. ; NATHAN, A.R.S., 1977. — Studies on the growth of *Gossypium barbadense* cottons in India. 2. Response to environmental stresses. *Turrialba*, 27, 83-92.
- DE LANGHE, E. et al., 1979. — Genetical, physiological and ecological influences on the structure and technological properties of cotton fibres. In : *Cotton in a Competitive World*. (P.W. Harrison, 63rd Ann. Conf. of the Text. Inst., Jan. 18th-23rd, 1979, New Delhi, Manchester, Textile Institute (reprint).
- DEMOL, J., 1969. — Sur les relations qui existent entre quelques facteurs climatiques, le développement et la productivité du cotonnier en région (AM)<sub>N</sub> de Köppen. Bruxelles, INEAC, série Scientifique n° 11, 47 p.
- DEMOL, J. ; NANGNIOT, J., 1974. — Sur les composantes des rendements à l'égrenage de quelques cotonniers allohexaploïdes. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, 9, 1, 95-103.
- EWING, E.G., 1918. — A study of certain environmental factors and varietal differences influencing the fruiting of cotton. *Miss. Agr. Exp. St. Techn. Bull.*, 8.
- GIBSON, J.R., 1966. — The effect of night temperature on cotton fibre elongation and maturity. *Proceed. 18th Cot. Improv. Conf.*, Memphis, USA, 252-258.
- GIBSON, J.R. ; JOHAM, H.E., 1968. — Influence of night temperature on growth and development and boll development. *Agron. J.*, 60, 292-295.
- GIBSON, J.R. ; JOHAM, H.E., 1968. — Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). II. Fibre properties. *Agron. J.*, 60, 296-298.
- GIBSON, J.R. ; JOHAM, H.E., 1969. — Influence of night temperature on growth and development of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). III. Fibre elongation. *Crop Sci.*, 9, 127-129.
- GIBSON, J.R. ; RAY, L.L., 1969. — Fibre elongation rates in five varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as influenced by night temperature. *Crop Sci.*, 9, 339-341.
- GIBSON, J.R. ; RAY, L.L., 1970. — Temperature-variety interrelationships in cotton. I. Boll and fibre development. *Cot. Grow. Rev.*, 47, 257-263.
- GIBSON, J.R., 1972. — Vegetative development and fruiting of the cotton plant as influenced by night temperature. *Proceed. Belt. Cot. Prod. Res. Conf.*, Memphis (Tennessee, USA), National Council, 27-28.
- GIBSON, J.R., 1979. — The influence of temperature on fruiting limb initiation and boll retention. *Proceed. Belt. Cot. Prod. Res. Conf.*, Memphis (Tennessee, USA), National Cotton Council, 291-292.
- GRANT, J.N. ; ORR, R.S. ; POWELL, R.D., 1966. — Cotton fibre structure and physical properties altered by environment. *Text. Res. J.*, 36, 432-440.
- GRANT, J.N. ; EGGLE, C.J. ; MITCHAM, D. ; POWELL, R.D., 1970. — Structure and properties of cotton fibres from controlled growth environments. *Text. Res. J.*, 49, 359-368.
- GUINN, G., 1974. — Abscission of cotton floral buds and bolls as influenced by factors affecting photosynthesis and respiration. *Crop Sci.*, 14, 291-293.
- GUINN, G., 1976. — Nutritional stress and ethylene evolution by young cotton bolls. *Crop Sci.*, 16, 89-91.
- GUINN, G., 1976. — Water deficit and ethylene evolution by young cotton bolls. *Pl. Physiol.*, 57, 403-406.

22. HESKETH, J.D.; LOW, A., 1968. — Effect of temperature on component of yield and fiber quality of cotton variety of diverse origin. *Cot. Grow. Rev.*, 45, 243-257.
23. HESKETH, J.D.; BAKER, D.N.; DUCAN, W.S., 1972. — Simulation of growth and yield in cotton. 2. Environmental control of morphogenesis. *Crop Sci.*, 12, 436-439.
24. HODSON, E.A., 1920. — Lint frequency in cotton with a method for determination. *Ark. Agri. Exp. St. Bull.*, 168.
25. LOOMAS, J.; MANDEL, M.; ZEMEL, Z., 1977. — The effect of climate on irrigated cotton yields under semi-arid conditions: temperature-yield relationships. *Agric. Meteo.*, 18, 435-453.
26. LOOMIS, H.F., 1927. — Development of flowers and bolls of Pima an Acala cotton in relation to branching. *USAD Bull.*, 1365.
27. LOW, A.; HESKETH, J.; MURAMATO, H., 1969. — Some environmental effects on the varietal node number of the first fruiting branch. *Cot. Grow. Rev.*, 46, 181-186.
28. MAC NAMARA, H.C.; HUBBARD, J.W.; BECKETT, R.E., 1927. — Growth and development of cotton plants at Greenville, Texas. *USDA. Circ.*, 401.
29. MARTIN, R.D.; BALLARD, W.W.; SIMPSON, D.M., 1923. — Growth of fruiting parts in cotton plants. *J. of Agri. Res.*, 25, 195-208.
30. MAUNEY, J.R., 1966. — Floral initiation of Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in response to temperatures. *J. of Exp. Bot.*, 17, 452-459.
31. MORAGHAN, B.J.; HESKETH, J.D.; LOW, A., 1968. — Effect of temperature and photoperiod on floral initiation among strains of cotton. *Cot. Grow. Rev.*, 45, 91-100.
32. MUTSAERS, H.J.W., 1976. — Growth and assimilate conversion of cotton bolls (*Gossypium hirsutum* L.). 2. Influence of temperature on boll maturation period and assimilate conversion. *An. of Bot.*, 40, 317-324.
33. OGAKI, O., 1963. — Effects of temperatures on the growth of the Upland cotton plant. *Proceed. Crop Sci. Soc., Japan*, 31, 227-232.
34. PINKAS, L.L., 1972. — Influence of light and temperature environments preceding and during the dark period on floral initiation in Pima Cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Crop Sci.*, 12, 612-615.
35. POTTER, J.R.; JONES, J.W., 1977. — Leaf area partitioning, as an important factor in growth. *Pl. Physiol.*, 59, 10-14.
36. POWELL, R.D., 1909. — Effect of temperature on boll set and development of *Gossypium hirsutum*. *Cot. Grow. Rev.*, 46, 29-36.
37. QUINSENBERRY, J.E.; KOHEL, R.J., 1975. — Growth and development of fibre and seed in Upland cotton. *Crop Sci.*, 15, 463-467.
38. RABAY, G.G.; BATE G.C., 1978. — The effect of a period of darkness on the translocation of <sup>14</sup>C — Labelled assimilates from leaves subtending five to ten-day-old cotton bolls (*Gossypium hirsutum* L.). *Rhodesian J. of Agric. Res.*, 16, 61-71.
39. RAJAN, A.K.; BETTERIDGE, B.; BLACKMAN, G.E., 1973. — Difference in the interfacing effects of light and temperature on growth of four species in the vegetative phase. *Ann. of Bot.*, 37, 287-313.
40. RAY, L.L., 1972. — Growth and fruiting comparisons of early maturing line of cotton. *Proceed. Belt. Cot. Prod. Res. Conf.*, Memphis (Tennessee, USA), National Cotton Council, 64-65.
41. YFOULIS, A.; FAZOULAS, A., 1978. — Role of minimum and maximum environment temperature on maturation period of the cotton boll. *Agron. J.*, 70, 421-425.

## Contribution to the study on the influence of various climatic factors on production and fiber quality in *Gossypium hirsutum* L.

### II. Air temperature

G. Mergeai, L. Verschraege and J. Demol  
with the technical collaboration of A. Deru

#### SUMMARY

This paper gives the first results obtained in the analysis of the influence of various levels of continuous temperature on the behaviour of cotton.  
The results are presented in two parts. The first part deals with

the influence of temperature on growth and development of reproductive systems, as well as on production considered globally. The second part is an in-depth study on fiber production and physical properties.

KEY WORDS : *Gossypium hirsutum*, temperature, growth, production, fiber physical properties.

### 1. Influence of temperature on growth and development of reproductive systems as well as on production considered globally

#### INTRODUCTION

Increased attention has been paid these last two decades to the relationship between environment and cotton development.

Temperature is the environmental parameter which has been studied the most often.

The field observations made by EWING (1918), LOOMIS (1927), MARTIN *et al.* (1923) and MAC NAMARA *et al.* (1927) were the first to draw the attention to the possible role of temperature in cotton growth, production and development. The results of these precursor works became the basis of a more systematic and detailed study on the

behaviour of cotton under controlled conditions (GIBSON *et al.*, 1968; GIBSON *et al.*, 1968; GIBSON *et al.*, 1970; LOW *et al.*, 1969; MAUNEY, 1966; MORAGHAN *et al.*, 1968; GIBSON, 1979).

All these data allowed the understanding of the influence of temperature on cotton behaviour to be increased and, today, we know that :

A high level of temperature promotes plant vegetative development. During tests performed in a conditioned room, MORAGHAN *et al.* (1968) have observed a strong increase in leaf area when the thermal regime applied rose. For MAUNEY (1966), DEMOL (1969), GIBSON *et al.* (1968, 1970, 1972), BHATT (1977) and RAYAN *et al.* (1973), an increased minimal and maximal temperature translates into quicker plant growth.

Whereas a high level of temperature promotes cotton growth, it seems that a certain limit cannot be exceeded; this limit is different for weight growth and increase in leaf area (HESKETH *et al.*, 1969; MORAGHAN *et al.*, 1968; POTTER *et al.*, 1977; BAKER *et al.*, 1972).

Seedling development is influenced by the light-temperature association which has two different ways of acting on the endogenous laws governing its formation.

A too low level of light for a given temperature monopolizes the assimilates available for apical meristems at the expense of leaf primordia, causing then the phenomenon of withering observed by BHATT (1977) and ROLAND (1974) under conditions of low luminous intensity or shortened period of sunshine.

The thermophotoperiodical conditions prevailing during cotton emergence and pre-flowering stages influence the level of insertion of the first fruiting branch, the degree of vegetative development of the plant when the first square initiates and the final ratio existing between vegetative and generative developments (BHATT, 1977; MAUNEY, 1966; LOW *et al.*, 1969; MORAGHAN *et al.*, 1968; PINKAS, 1972; GIBSON, 1979), the effect of night temperature being a lot stronger than that of day temperature (LOW *et al.*, 1969; MORAGHAN *et al.*, 1968; MAUNEY, 1966). Generally speaking, low night temperatures reduce the level of insertion of the first fruiting branch and minimize the adverse effect due to a long photoperiod. The lowest position of the first fruiting node is obtained for a night temperature ranging from 15 to 20 °C (GIBSON, 1979), this node being higher with temperatures under 15 °C and over 20 °C.

The earliness of floral initiation results from a compro-

mise between the more or less beneficial effect of temperature on the speed of organ growth and the level of insertion of the first fruiting branch. Night and day temperatures under 25 °C during pre-flowering stage slow up the speed of organ growth enough to delay floral initiation as compared with higher temperatures, although their first fruiting node is formed lower (MAUNEY, 1966). Night temperatures over 32 °C delay floral initiation markedly.

Temperature influences flowering abundance by acting on the number of fruiting branches produced by plant and on the number of flowers produced per fruiting branch.

The number of fruiting branches produced per plant is governed by the level of insertion of the first fruiting node, as cotton plants under normal conditions produce a more or less constant total number of monopodial and sympodial branches (RAY, 1972).

A temperature ensuring a high assimilation balance during flowering guarantees the production of a large number of fruiting nodes per sympodial branch and consequently that of a high quantity of flowers (RABAY *et al.*, 1978). Too low or too high temperatures inhibit flowering (EATON, 1929; BASINSKI, 1963; CARN and MAUNEY, 1968; NOSOV, 1959, mentioned by LOMAS, 1977) and favour vegetative development at the expense of generative development (HESKETH and LOW, 1968).

Generally speaking, flowering rhythm is speeded up by an increase in the temperature prevailing during flowering stage (HESKETH *et al.*, 1972).

Shedding extent depends on the level of the assimilation balance during the flowering and boll setting stages (RABAY *et al.*, 1978). A low assimilation rate, result of a too low or too high temperature, leads to a large shedding (POWELL, 1969; GUINN, 1974, 1976; OGAKI, 1963; HESKETH and LOW, 1968).

The mean duration of boll maturation is directly connected with the value of the temperature prevailing during this period. The higher this temperature is, the shorter maturation duration gets (GIBSON *et al.*, 1968; POWELL, 1969; GRANT *et al.*, 1970; BHATT *et al.*, 1977; YFOULIS *et al.*, 1978; MUTSAERS, 1976; BAKER *et al.*, 1972).

The weight reached by the bolls depends, apart from their position on the plant, on the mean assimilation balance during this period, therefore on temperature (RABAY *et al.*, 1978). Extreme temperatures, too high or too low, reduce boll weight markedly (BHATT *et al.*, 1977; HESKETH and LOW, 1968).

## MATERIALS AND METHODS

Cotton plants of the species *Gossypium hirsutum* L. B 49 variety were grown in vegetation vases in three different conditioned chambers. The climatic conditions used differed in one parameter only, i.e. air temperature.

The plants developed in 6-litre plastic bags filled with a standard mixture composed of peat, sand and compost maintained at water saturation.

Once a week, each cotton plant received half a litre of nutrient solution of the CERA 2a type comprising per litre : 0.46 g KNO<sub>3</sub>, 1.07 g Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4 H<sub>2</sub>O, 0.84 g MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O and 0.31 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

The air-conditioned chambers had the following sizes : length 1.50 m, width 1.20 m, height 1.50 m ; they compri-

sed twenty-four 140 W TL tubes giving a luminous intensity of around 40,000 lux under the window separating the luminous source from the growth chamber. In all the cases, photoperiod lasted 12 hours and air relative humidity was around 60 %. Five levels of air temperature were applied : 20, 24, 28, 30 and 32 °C. Day and night temperatures were the same in each experiment. Each situation included 10 plants treated identically.

Various observations and analyses were made :

- measurement of vertical growth and weight values of vegetative productions, aerial and root systems ;
- daily flower counting and marking ;
- daily shedding and boll dehiscence control ;
- individual harvest and production analysis.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Comparison of growth curves

The variety used (B. 49) belongs to the group of cotton plants with definite growth, characterized by EATON (1955)

by early appearance of floral organs and, after a period of intensive production, by growth weakening and stopping.

Stem vertical growth is governed by a polynomial formula of the type :

$$\log \frac{y}{a-y} = Y = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$$

The data concerning growth are given in Table 1 and Figure 1.

Temperature has an effect on final plant height by influencing the duration of the elongation phase and the growing speed of the main stem.

Whereas height growth follows a simple relation according to temperature, the same does not apply to elongation duration which increases for extreme temperatures. Under these extreme thermal conditions, the plant goes on growing a long time after the beginning of flowering. This can imply that the disorders caused by high or low temperatures favour plant vegetative growth at the expense of its generative production. This hypothesis seems to be confirmed by the observations made by HESKETH and LOW (1968).

#### Vegetative production (Table 2)

It is the weight value of the plant aerial and root system to the exclusion of the generative part made up of seeds and fibers. These values are expressed in dry weight per plant (g).

Root dry weight varies in the same direction as vertical growth, i.e. it is maximal for extreme temperatures. The differences observed are highly significant.

Aerial production (leaves, stems, fruit pericarps) is maximal at 24 and 28 °C and medium at 20 and 30 °C.

Total vegetative production (roots and aerial vegetative system) follows the same trends as those observed above. The differences are highly significant.

#### Production of the reproductive system

It depends on the characteristics of vegetation and reproduction of the plant. It depends on the development of the plant and mainly on the number of flowers and bolls formed.

#### Flowering (Table 3)

Temperature has an effect on earliness, on flowering rhythm and duration and consequently, on the total number of flowers produced.

The number of days between sowing and appearance of the first flower is inversely proportional to temperature. While the first flowers appeared after 47 days at 32 °C, they only appeared after 99 days at 20 °C.

The number of flowers formed was the highest at 32 °C, the lowest at 28 °C and reached intermediate levels at 24 and 20 °C.

Flowering duration followed the same trend as the number of flowers. Indeterminate at 32 °C, it was minimum at 28 °C and increased when temperature decreased.

#### Fruiting (Table 4, Figure 2)

Bell stage started one day after flower opening out. A high temperature induced the shedding of almost all the flowers formed. The works dealing with the influence of temperature on shedding indicate that it could be started by two continuous high temperature through two mechanisms :

FIRST, the phenomena implied in fertilization would be inhibited by high temperatures ; POWELL (1969) observed that high continuous temperatures of around 28 °C induced disorders in the system of pollen production. He also observed that from a continuous temperature of 32 °C on, manual fertilization itself was ineffective to increase boll

retention ; according to him, this would stress defects in the phenomena of fertilization themselves.

Second, the nutritive stress caused by a considerable increase in night respiration with the very high level of temperature during the night, would induce an acceleration of the natural speed of ethylene production and therefore the shedding of a larger proportion of bolls (GUINN, 1974 and 1976, a and b).

An interaction between these two phenomena seems to be the cause of the high percentage of shedding observed at 32 °C. The plants grown with this temperature actually produced several very small bolls and presented abortive valves or valves of the tight lock type, which suggests that problems can occur during both fertilization and boll development. Similarly, the very low mean number of normal seeds produced at 20 °C and the fact that this number is lower at 24 °C than at 28 °C seem to indicate that low temperatures have an adverse effect on fertilization or on the processes involved in seed development. This hypothesis added to the acceleration of the speed of natural ethylene production that the stress caused by a low diurnal temperature should bring about, seems to be the best explanation to the considerable shedding percentage observed with the two lowest temperatures.

It seems that the assimilation balance of the plant with a continuous temperature of 28 °C is favourable enough to guarantee the development of a higher boll percentage than that usually obtained in the field, which does not mean that a decrease in night temperature would not have allowed a larger number of bolls to develop.

The study on the effect of temperature on the amount of flowers formed and bolls shed shows that the largest number of mature fruits is obtained at 24 °C. This temperature produces a very large number of flowers and gives the plant a sufficient assimilation balance to maintain 30 % of the very large number of bolls formed.

At 28 °C, under the effect of temperature during pre-flowering and flowering stages, the number of flowers formed reduces by half.

But the more favourable influence of this temperature on the assimilation balance allows 50 % of these flowers to be maintained.

The very small proportion of unshed bolls at 20 °C must result from the low level of photosynthesis at this temperature.

#### Seed cotton production and total plant dry weight

Temperature determines the volume of production by influencing the number of bolls and their seed-cotton weight.

Seed-cotton production per plant (Table 5) is maximal at 28 °C, relatively high at 24 °C, very low at 20 °C and negligible at 32 °C.

The very low seed-cotton weight of the bolls produced with the two extreme temperatures can be explained by the unfavourable assimilation balance they cause and also by the disorders they induce in the normal process of boll development. These disorders are expressed by a relatively high amount of abortive valves, by valves of the tight lock type and by a small number of seeds per boll, especially at 20 °C. The fact the bolls produced at 24 °C include less seed-cotton than those produced at 28 °C can be due to the necessity of distributing a lower or equal assimilation balance among a larger number of bolls.

These factors combined lead to a fairly identical global production for the intermediate temperatures. At 24 °C, a larger number of bolls is offset by a lower mean unitary seed-cotton weight and vice-versa at 28 °C.

Total dry weight is strongly influenced by vegetative production ; it is in direct relation with it.

Harvest index (Table 6), which is the ratio of harvested seed-cotton dry weight and plant total dry weight, is the highest at 28 °C. It is almost nil at 20 and 32 °C.

## CONCLUSION

Very high (32 °C) or relatively low (20 °C) continuous temperatures promote the growth and vegetative development of cotton at the expense of its generative production. This trend is much more pronounced with high temperatures.

Two aspects should be distinguished in the influence of intermediate temperatures (between 24 and 28 °C) on

generative development: the number of fruiting branches and bolls is higher for lower temperatures while global production remains the same, whatever the temperature.

The results obtained during the tests confirm the fact that within a range of intermediate temperatures (24 to 28 °C), mean seed-cotton weight increases with temperature.

## 2. Influence of temperature on the production of fibers and their physical properties

## INTRODUCTION

The lint weight produced by seed depends on two variables:

- the number of fibers on each seed;
- the weight of cellulose for each fiber.

While the influence of temperature on the deposit of cellulose in the fibers has been studied by several researchers, the number of fibers produced by seed has rarely been examined.

The weight of cellulose in each fiber can be estimated on the basis of one or several of the following measurements: arealometric or micronaire fineness, percentage of mature fibers or linear weight. Whatever the parameter considered, all the results obtained by the researchers who worked on this subject (GRANT *et al.*, 1966; HESKETH and LOW, 1968; GIBSON and JOHAM, 1968; GIBSON and RAY, 1969; GRANT *et al.*, 1970; ANTONY, 1977) agree to show that a high level of temperature promotes the deposit of a great amount of cellulose per fiber.

It seems that the effect of temperature on the number of fibers per seed has not been studied. This variable is the product of the number of fibers per unit of seed area by seed area.

This area can be connected with seed volume by means of a formula devised by HODSON (1920). The number of fibers per seed is also related to the weight of cellulose per seed, to fiber length and fiber linear weight.

Another characteristic value of lint weight per seed is ginning percentage. It is the weight of lint produced during

ginning expressed as percentage of initial seed-cotton weight.

HESKETH and LOW (1968) studied the effect of temperature on ginning percentage and showed that fiber weight compared with total seed-cotton weight was all the greater since mean temperature during boll development was low.

However, this relation of proportionality has not been confirmed by GIBSON (1966) and GIBSON and RAY (1970) who, in fact, only examined the effect of night temperature, or by QUINSENBERRY (1975) for whom a larger number of pooled « day degree » during boll development was expressed by a higher lint index.

On the basis of the results of HESKETH and LOW (1968), it is however possible to put forward the hypothesis of an increase in the number of fibers produced per seed with low temperatures since cellulose weight per fiber in that case decreases while cellulose weight by seed is higher.

As far as fiber physical properties are concerned, the results obtained by the different authors consulted diverge. For HESKETH and LOW (1968), fibers are all the shorter, thicker and stronger since temperature during their development was high. These results are confirmed by those of GRANT *et al.* (1970) and ANTONY *et al.* (1975).

On the opposite, GIBSON and RAY (1970) did not show the same reactions regarding length and strength. They obtained a stronger resistance for the lowest night temperatures and a curvilinear response of fiber length according to temperature.

## MATERIALS AND METHODS

Bolls of the B. 49 variety, from Zaire, were harvested on plants grown under four different continuous temperatures (20, 24, 28 and 32 °C), at the rate of ten plants per temperature.

The experimental conditions prevailing during the development of these plants were described in the first part of this article.

Once harvested, every boll was subjected to several tests and measurements making it possible to establish a series of parameters characteristic of fiber production:

- ginning percentage, lint index, fuzz index, weight of 100 de-linted seeds, lint fuzz index, volume of one seed, area of one seed, lint density index, fuzz density index, lint + fuzz density index, lint percentage in lint fuzz density index;

— the theoretical number of fibers per seed,  $N_{th}$  was estimated on the basis of lint index, LI, mean fiber length,  $l$ , and mean fiber linear weight,  $M$ , by using the formula:

$$N_{th} = \frac{LI}{M \times l}$$

For the theoretical number of fibers per unit of seed area ( $cm^2$ ), lint density index,  $I$ , ds  $I$ , was used instead of lint index.

The effect of the different continuous temperatures on fiber physical properties was estimated by standard technological measurements carried out in the De Mullemcster Laboratory of the Rijkuniversiteit in Gent, Belgium.

As far as the stage of development of fiber primary walls is concerned, three parameters were considered:

mean fiber length,  $l$ , ribbon width,  $W$ , and fiber perimeter,  $P$ . Length was measured on 500 individual fibers. Mean ribbon width was measured on the same sample by means of a projection microscope with a 500 magnifying power. Perimeter  $P$  was worked out from the results obtained for  $l$  and  $W$  by means of the following mathematical formula :

$$P = 2w + 2e(\pi - 2)$$

$e$  being wall thickness.

As to characterize secondary wall development, three parameters were also used : wall thickness,  $T$ , cross section

area,  $S$ , and wall volume,  $V$ . Wall thickness was measured on 500 fibers by means of a projection microscope magnifying 500 times. Wall area was worked out by the following formula :

$$S = \pi \cdot e \cdot (D - e)$$

$e$  being wall thickness and  $D$  the diameter obtained from the perimeter. Wall volume is the product of mean length by section.

Fiber resistance properties were estimated by resistance on individual fibers, specific resistance and breaking elongation expressed in %.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Seeds (Table 7)

Production per plant depends on seed number and mean weight. The largest seed number is observed at 24 °C and the heaviest seeds are obtained at 28 °C. These two factors combined give the highest production at 28 °C and the lowest production at 32 °C.

### Comparison between seed weight, volume and area (Table 8)

Seed volume and area are the highest at 32 °C. Seed weight (seed index) is relatively stable in all the chambers with however a maximum at 28 °C. The weight/volume ratio decreases when temperature increases, slightly between 20 and 28 °C but sharply between 28 and 32 °C.

These results seem to indicate that a relatively low temperature promotes good kernel density. Above 28 °C, seeds are bulky but with a relatively low density.

### Cellulose (Table 10) (fibers + fuzz)

Production per plant depends on the weight of seed-cotton harvested and on cellulose yield. A distinction is made between production of long fibers and production of short fibers (fuzz). The maximum of cellulose is produced at 28 °C. This production is closely followed by that obtained at 24 °C. At 20 and 32 °C, cellulose production is negligible.

There is almost no difference in the proportions observed between long fibers and fuzz. Cellulose is produced by long fibers at the rate of 75 to 80 %. The most favourable proportion (81 %) is obtained at 24 °C and the least (74 %) at 32 °C.

### Cellulose fibers per unit of seed area (Table 11) (lint + fuzz density index)

This cellulose includes that produced by long fibers and fuzz. It decreases in proportion to the increase in temperature.

### Long fibers per unit of seed area (cm<sup>2</sup>) (lint density index)

Lint density index is the highest for the lowest temperature and decreases as temperature rises. From 59.28 mg/cm<sup>2</sup> at 20 °C it increases to 49.33 mg/cm<sup>2</sup> at 28 °C and decreases to 30.50 mg/cm<sup>2</sup> at 32 °C.

### Fuzz (mg) per unit of seed area (fuzz density index)

Fuzz density index is more irregular but also decreases sharply between 28 °C (16.1 mg/cm<sup>2</sup>) and 32 °C (10.9 mg/cm<sup>2</sup>).

### Ratio between long fibers and total amount of cellulose produced

This ratio is the highest at 24 °C with 80.9 % of long fibers and the lowest at 32 °C with 73.5 % of long fibers.

All this could indicate the existence of a critical threshold for cellulose formation which would be between 28 and 32 °C.

### Number of fibers produced per seed and per unit of seed area

Knowing mean fiber linear weight (fiber weight in mg per kilometre) in each thermal environment, it is possible to calculate the weight of a fiber of average length for each of them. From this weight, as we know total fiber weight per seed and per unit of seed area, we can deduce the theoretical number of fibers of average length per seed and per unit of seed area. All these data are shown in Table 12.

In 1972, during researches on the components of ginning percentage, DEMOL and MANGNIOT showed the importance of the variation in the theoretical number of fibers per mm<sup>2</sup> of seed area among *Gossypium hirsutum* L. varieties. The figures obtained in the four tests performed on the value of this parameter in B. 49 variety clearly show that the total number of fibers per seed or per unit of seed area is not only affected by the genetic inheritance of the seed producing them and that environment plays a major role in the process of fiber formation by the cells of seed epidermis.

It can be considered that the values obtained on the theoretical number of fibers produced confirm the paradoxical results that were expected from the data of HESKETH (1969). In other words, while high temperatures cause the production of lower amounts of cellulose per seed, they lead to the deposit of a greater amount of cellulose per fiber until a critical threshold is reached, between 28 and 32 °C. Beyond, many disorders are observed (late fiber maturation, smaller linear weight and perimeter).

Besides, these results give prominence to the following trend : for intermediate temperatures (24 and 28 °C), it seems that the seed possesses a given potential of cellulose production which it distributes in a more or less great number of fibers according to whether environmental conditions are favourable or not to the development of the number of fibers formed per seed.



### Fiber technological analysis

The fibers collected in the five chambers were analysed in the De Meulemeester Laboratory for Textiles Matters Testing in the Gent State University.

### Characteristics of the structure of the fibers

The two main fiber structures are :

- the primary wall formed by a cellulose network the interstices of which are filled with various matters such as pectines, fats, etc. ;
- the secondary wall formed by pure cellulose deposited under the form of microfibrils more or less joined together.

The two structures are formed at different periods and were examined separately.

### Primary wall (Table 13)

It is formed approximately during the 20 first days following pollination. During this period of time, the seed epidermic cells get gradually longer to reach fiber final length.

Fiber length was measured on individual fibers. Two hundred fibers per sample were measured. A sample was taken per plant in a boll located at the same place on the plant.

Perimeter P was calculated for the same samples on the basis of ribbon width W and wall thickness  $2e'$  by means of the formula  $P = 2W + 2e'(\pi - 2)$ . Five hundred fibers were observed with a 500 magnifying power.

Wall area and fiber volume were calculated from length and perimeter, supposing that fiber formed a perfect cylinder.

All the chambers, that at 32 °C excepted, gave fibers with well-developed length and thickness. The most voluminous fibers were obtained at 24 °C but between 20 and 30 °C, differences were minor.

### Secondary wall (Table 4)

It starts to form 18 days after pollination. It determines major characteristics such as fiber strength and breaking elongation.

The major characteristic of this wall is its thickness,  $2e'$ . It was measured on swollen fibers. In this case, measurements are easier to carry out and more accurate since non-swollen fibers remain strongly twisted and distorted. From this data and from ribbon width W, wall area in cross section, total wall volume and relative width  $2e'/W$  were deduced. For these calculations, fiber was regarded as a cylinder.

It is only at temperatures 24 and 28 °C that the secondary wall is normally formed. From 30 °C on, it seems that cellulose formation is blocked.

### Technological characteristics (Table 15)

All these characteristics of the secondary wall determine fiber tensile strength and breaking elongation. They were estimated on individual fibers. From each sample, 100 fibers were tested on a 10 mm gauge fibrograph.

The highest resistances were observed for the fibers of the 28 and 30 °C chambers, in spite of the low wall thickness at 30 °C, which is 8.0 micrometres. At 24 °C, wall thickness is 15.3 micrometres and resistance is only 12.9 kg/mm<sup>2</sup>. It therefore would seem that the cellulose formed at 30 °C and even at 32 °C is more resistant than that formed at low temperatures. The best results were obtained at 28 °C.

## CONCLUSION

The separate study on the influence of temperature on the different components of ginning percentage allowed us to have a better understanding of the effect of temperature on this parameter ; seed weight was not affected by the level of temperature while fiber weight per seed or per unit of seed area decreased when temperature rose. The increase in seed area with high temperatures could not offset this decrease in weight.

An extreme continuous temperature (20 or 32 °C) caused great disturbances in seed and fiber development.

The total amount of cellulose (lint + fuzz) produced per seed and per unit of area was maximal at 20 °C, minimal at 32 °C and intermediate and similar for the two other temperatures. Fuzz proportion in total cellulose weight (lint + fuzz) produced per unit of seed area was higher at 28 than at 24 °C.

Temperature had a pronounced effect on the number of fibers per seed. Below the critical threshold of temperature, between 28 and 32 °C, this figure was all the greater since temperature during the stage of fiber formation was

low. On the opposite, the amount of cellulose per fiber was all the greater since temperature during the stage of fiber thickening was high (this was also observed below the critical threshold of temperature).

Therefore, it seems that with intermediate temperatures, the seed possesses a given potential of cellulose production which it distributes in a more or less great number of fibers, depending on whether environmental conditions are favourable or unfavourable to the development of the number of fibers formed per seed.

For the 3 low continuous temperatures, fibers were all the shorter, thicker and stronger since the temperature during boll development was high. A continuous temperature of 32 °C induced pronounced disorders in the development and thickening of fiber walls.

The fact these results are in accordance with those of several other research workers seems to indicate that the analyses are correct as far as the theoretical number of fibers produced per seed and potential of cellulose production are concerned.

## RESUMEN

Este artículo da los primeros resultados obtenidos durante el análisis de la influencia de varios niveles de temperatura continua sobre el comportamiento del algodónero.

Los resultados están presentados en dos partes. La primera parte trata de la influencia de la temperatura sobre el crecimiento

y el desarrollo de los aparatos reproductores así como sobre la producción considerada de manera global. La segunda parte se refiere al análisis fino de la producción de fibras y a sus características físicas.