

# Amélioration de la croissance des bananes par utilisation de la gaine Katryx®

Magalie Jannoyer<sup>a</sup>  
Marc Chillet<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Plastibana, Matouba,  
97120 Saint-Claude, France

<sup>b</sup> Cirad-flhor,  
Station de Neufchâteau,  
Sainte-Marie,  
97130 Capesterre-Belle-Eau,  
France

## Improving banana growing conditions with the Katryx® bag.

**Abstract — Introduction.** The bunch bagging technique is used to protect bananas from scratches resulting from the friction of the banana leaves and to accelerate the banana growth. The Katryx® bag, transparent and colourless, is a three-layer plastic whose optical and thermal properties can modify the micro-climate surrounding the bunch. This micro-climate and its effect on the banana development have been compared to those observed with the blue polyethylene bag generally used in the Antilles. **Materials and methods.** Three types of tests were performed: in the first experiment, the micro-climate inside the bag was evaluated by using temperature and radiation measurements. The second and third experiments analyzed the effects of the micro-climate on the banana growth both at the research station and in the banana plantations. **Results.** The micro-climate inside the clear bag is characterized by a decrease in high temperatures and a better radiation on the bunch. The daily ratio between radiation and temperature is two times higher with the Katryx® bag than with the blue bag. The flowering-to-harvest period is shorter and the fruit growth is improved. **Discussion.** By improving banana growing conditions with the Katryx® bag, banana yields increase significantly. With a better understanding of the effects of the bag on banana growth it will be possible to develop a bag specially designed to optimize banana growing conditions. (© Elsevier, Paris)

French West Indies / *Musa* / fruits / cultivation / growth control

---

## Amélioration de la croissance des bananes par utilisation de la gaine Katryx®.

**Résumé — Introduction.** L'engainage des régimes de bananes est une technique culturale utilisée pour limiter le grattage des fruits dû au frottement des feuilles et accélérer la croissance des bananes. La gaine Katryx®, transparente et incolore, est un plastique composé de trois couches qui, par ses propriétés optiques et thermiques, permet de modifier l'environnement microclimatique autour du régime. Ce microclimat et ses effets sur la croissance des fruits ont été comparés à ceux observés avec la gaine en polyéthylène bleu habituellement utilisée aux Antilles. **Matériel et méthode.** Trois types d'essais ont été réalisés ; le premier a cherché à caractériser le microclimat sous gaine par des mesures de température et de rayonnement. Les deuxième et troisième essais ont permis d'évaluer les effets de ce microclimat sur la croissance des fruits, en station expérimentale et en plantation. **Résultats.** Le microclimat sous la gaine transparente se caractérise par une réduction des fortes températures et une augmentation de la qualité du rayonnement incident sur le régime. Le rapport journalier entre ce rayonnement et la température est deux fois plus élevé sous la gaine Katryx® que sous la gaine bleue. Il en résulte que l'intervalle floraison-récolte est réduit et que les fruits présentent une croissance améliorée. **Discussion.** La gaine Katryx® permet d'améliorer les conditions de croissance des bananes et, de ce fait, d'augmenter de manière significative la productivité des bananeraies. Une meilleure compréhension des effets qu'elle provoque devrait permettre d'envisager l'élaboration d'une gaine apte à optimiser les conditions de croissance des bananes. (© Elsevier, Paris)

\* Correspondance et tirés à part

Reçu le 28 août 1997

Accepté le 17 février 1998

*Fruits*, 1998, vol. 53, p. 219–228  
© Elsevier, Paris

RESUMEN ESPAÑOL, p. 228

Antilles françaises / *Musa* / fruits / pratique culturale / contrôle de croissance

## 1. introduction

La banane exportée est un fruit fragile qui doit respecter un cahier des charges assez strict pour pouvoir être commercialisée. L'enjeu présenté par la production d'une banane de qualité concerne un marché international de 10 Mt consommées, chaque année, hors des pays de production.

Afin de satisfaire les exigences de présentation du fruit et d'éviter les piqûres d'insectes sur l'épiderme, le grattage des fruits, les blessures et les meurtrissures susceptibles de dévaloriser la qualité finale de la banane commercialisée, des soins sont apportés au régime de la floraison à la récolte et lors de sa mise en carton.

L'engainage, qui consiste à poser une gaine de plastique autour de l'inflorescence au moment de la floraison, est une technique culturale qui permet de protéger le régime. Ces gaines de plastique constituent une véritable barrière mécanique pour les ravageurs de la banane – les thrips, principalement –, mais elles ont également un effet sur l'environnement climatique immédiat des fruits en cours de développement. En effet, cette technique a été développée en Australie, dans les années cinquante, afin d'augmenter les températures dans le voisinage des régimes [1]. L'engainage modifie le couple « rayonnement – température » aux environs des fruits, notamment en ce qui concerne :

- la qualité du rayonnement et la quantité d'énergie lumineuse incidente pour le régime [2], suivant la couleur de la gaine utilisée ;
- les températures et l'amplitude thermique jour/nuit sous la gaine [3].

L'engainage permet d'augmenter la température journalière moyenne autour du régime [4], cela notamment par une élévation importante des températures diurnes [5]. Cette augmentation de la température ambiante sous gaine réduit l'intervalle de temps entre l'apparition de la fleur et la récolte du régime, dit intervalle floraison/coupe (IFC) – de 5 d<sup>1</sup> en moyenne en Guadeloupe –, car, pour des tempéra-

tures variant entre 17 et 28 °C, il existe une relation linéaire entre la température et la vitesse de croissance en diamètre – ou grade – des fruits. D'autres auteurs ont également relié l'engainage à la modification du microclimat sous la gaine et à la réduction de l'IFC [6–10] ou encore à l'augmentation de rendement [11, 12]. Cependant, l'engainage pourrait provoquer une fragilisation de la peau des fruits. Heenan [6] a montré que la dureté<sup>2</sup> des fruits ayant grossi sous une gaine bleue diminuait de 18,3 % par rapport à celle des bananes n'ayant pas bénéficié de cette protection. Cette baisse de dureté pourrait résulter du faible rayonnement incident parvenant au régime.

L'optimisation du microclimat sous gaine, notamment du couple « rayonnement – température », devrait donc permettre d'améliorer les conditions de croissance des bananes et de réduire l'intervalle floraison/coupe, sans affecter la qualité du fruit.

La gaine habituellement utilisée aux Antilles françaises est une housse en polyéthylène longue de 1,50 m environ, perforée régulièrement, épaisse de 20 à 25 µm et de couleur bleue. Cette couleur a été choisie pour limiter le mieux possible les effets des radiations ultra-violettes (UV) sur la peau des fruits car celles-ci peuvent provoquer des brûlures nécrotiques sur l'épiderme de la banane [13]. Le colorant utilisé a l'avantage de ne pas perdre de son intensité lors de son exposition au soleil.

Un nouveau produit, la gaine Katryx<sup>®</sup>, a été élaboré pour tenter de mieux répondre aux exigences commerciales portant sur la croissance et la qualité des fruits. La gaine Katryx<sup>®</sup> est transparente et perméable aux longueurs d'onde de la lumière visible (400–700 nm) ; elle est également perméable, mais de manière réduite, aux infrarouges (IR), ce qui permet de limiter les conséquences de températures trop élevées autour du régime [14] et de diminuer l'amplitude thermique jour/nuit. Enfin, elle contient un anti-UVb, les UVb étant les longueurs d'onde responsables de la plupart des brûlures des

<sup>1</sup> d, mis pour day, est l'unité internationale recommandée pour le mot « jour ».

<sup>2</sup> dureté : résistance mécanique des fruits à la rupture, mesurée par pénétrométrie de la peau des fruits.

fruits. Elle est constituée de trois couches co-extrudées :

- une couche interne en polyéthylène basse densité (pebd), souple,
- une couche médiane en copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle (eva), avec adjuvant anti-UVb et perméable aux IR à 70 %, ce qui lui confère un effet de serre positif,
- une couche externe (pebd) contenant un adjuvant anti-UVb.

Sa perméabilité à la lumière visible est proche de 100 %.

L'objectif de cette étude a été de vérifier in situ l'efficacité de cette nouvelle gaine comparativement à l'utilisation de la gaine bleue classique. Ces essais ont été réalisés après vérification, en conditions expérimentales et en bananeraie, des propriétés physiques de la gaine.

## 2. matériel et méthodes

### 2.1. caractérisation du milieu physique sous la gaine

#### 2.1.1. en simulation sur portique

Les deux types de gaines testées – la gaine bleue et la gaine Katryx® – ont été placées sur des portiques, simulant la forme d'un régime de bananier, situés sur l'aire de la station météorologique du domaine expérimental de l'Inra en Guadeloupe (Duclos, Petit-bourg). Le rayonnement utile à la photosynthèse, ou *Photosynthetically Active Radiation* (PAR), et la température de l'air ont été mesurés à l'intérieur et à l'extérieur de chacune de ces deux gaines par des capteurs Solems posés horizontalement et par des thermocouples. Les mesures ont été enregistrées sur une centrale d'acquisition de données de type Campbell Scientific.

Les températures et le PAR, respectivement exprimés en degrés Celsius et en  $\mu\text{mol}$  de photons par  $\text{m}^2$ , ont été relevés toutes les 10 sec et les moyennes ont été calculées sur un pas de temps de 30 min. La sensibilité de la mesure des températures a été de 0,5 °C et l'erreur de mesure du PAR a été de 2 %.

#### 2.1.2. en bananeraie

Deux régimes à un stade de développement identique, de taille équivalente et orientés de la même façon ont été retenus. Chacun d'eux a été engainé successivement avec les deux types de gaine. Cette permutation du dispositif a permis de disposer de deux répétitions pour chacun des essais testant un type de gaine et de limiter l'effet qui aurait pu être attribué à la situation du régime dans la parcelle. Par temps clair, pendant 4 d, de même que pour l'expérimentation décrite précédemment, une centrale d'acquisition de données de type Campbell Scientific CR10 a enregistré, sous chacune des gaines, les températures par utilisation de thermocouples et le rayonnement PAR à l'aide de capteurs PAR Solems. La température a été mesurée, sous la gaine, sur la main II et la main VII, issues, respectivement, du deuxième et septième étage florifère. Le rayonnement PAR incident sur le régime a été contrôlé par trois capteurs Solems placés au-dessus de la gaine selon trois orientations différentes. Afin de caractériser le microclimat sous la gaine en fonction de la température «  $\Theta$  » et du PAR, le rapport :

$$\frac{\sum \text{PAR}}{\Theta} = \frac{\sum \text{PAR sous gaine}}{\overline{\Theta} - 14}$$

a été calculé sur une journée entre 6:00 am et 18:00 pm. Le terme «  $\sum \text{PAR}$  » a été exprimé en  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$  et la température, en °C.

Les mesures ont été réalisées sur une parcelle de vitroplants de Cavendish cv. Grande Naine en premier cycle, dans la plantation « SCA Bologne » située sur andosols à Capesterre en Guadeloupe, à 50 m d'altitude.

### 2.2. effet du type de gaine sur la croissance et la qualité des fruits

#### 2.2.1. observations en station expérimentale

L'essai a été réalisé sur le site expérimental du Cirad-flhor<sup>3</sup> à Neufchâteau, implanté sur andosols, à 250 m d'altitude ;

<sup>3</sup> Cirad-flhor : département des productions fruitières et horticoles du centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

quarante bananiers de la variété Grande Naine, d'une parcelle en premier cycle, ont été choisis à la floraison au stade « doigts horizontaux ». La conformation des régimes de ces plants était homogène – taille comparable, ablation identique des deux dernières mains –, tout comme l'étaient également la longueur et le grade des fruits. L'utilisation des deux types de gaines – la gaine transparente Katryx® et la gaine en polyéthylène bleue – ont été comparées.

Ces deux traitements ont porté sur 20 répétitions constituées chacune par un bananier du dispositif et ils ont été répartis de façon aléatoire parmi les 40 régimes sélectionnés.

Les observations ont porté sur :

- les dimensions des fruits des première et sixième mains comptées à partir du haut du régime ; les mesures ont concerné la longueur interne et le diamètre du fruit – ou « grade » – et leur poids au moment de la récolte effectuée après un intervalle floraison/coupe théorique, déterminé par la méthode de prévision de récolte décrite par Ganry [15],

- la résistance de la peau à la poussée d'un pénétromètre appliqué à deux fruits de la deuxième main de chacune des 20 répétitions des deux traitements comparés ; ont alors été mesurés les caractères « dureté de la peau » et « fermé du fruit » [16].

Les analyses de variance permettant de tester la signification des résultats ont été réalisées avec le logiciel Statitcf, développé par l'Itcf<sup>4</sup>, France.

## 2.2.2. observations en bananeraies

Les essais ont été menés sur diverses plantations industrielles situées soit en Guadeloupe, soit en Martinique.

### 2.2.2.1. Mesure de l'intervalle floraison-récolte

Dans la plantation Limbé en Martinique, située à 80–150 m d'altitude sur andosols, 2 800 bananiers ont été sélectionnés au stade floraison en semaine 3 – troisième semaine de l'année – et 2 700 autres en semaine 4. Pour chaque date de floraison,

50 % des régimes ont été gainés avec du polyéthylène bleu, et 50 % avec des gaines Katryx®.

À la récolte effectuée lorsque le fruit médian externe de la quatrième main a atteint un calibre – ou grade – de 34 mm, la durée de l'IFC a été notée. Une courbe cumulée de récolte a ensuite été tracée et un test de  $\chi^2$  a été effectué sur les tableaux de contingence pour chacune des dates de floraison.

### 2.2.2.2. évaluation de la croissance du fruit en grade et en longueur

Sur une seconde bananeraie de Martinique, la plantation Assier installée sur sol à halloysites, à 20–50 m d'altitude, 180 régimes ont été engainés le même jour – 50 % en gaine bleue et 50 % en gaine Katryx® – pour être récoltés à une même date après un IFC identique.

Les caractères pris en compte ont alors été le grade du doigt médian externe de la deuxième main, mesuré avec un pied à coulisse électronique, et le grade et la longueur externe du doigt médian externe de la dernière main.

### 2.2.2.3. mesure de l'augmentation du poids du fruit

Sur la plantation Ressource située à 100–150 m d'altitude, toujours localisée en Martinique, 80 régimes d'une même parcelle ont été gainés au stade floraison – 50 % en bleue et 50 % en Katryx® – et récoltés à la même date. Tous ces régimes ont alors été pesés au hangar d'emballage.

### 2.2.2.4. comptage des blessures des fruits

Le contact ou la pression de l'apex d'un fruit situé sur une main inférieure peut occasionner des lésions de la face externe du doigt d'une main qui lui est supérieure. Ces meurtrissures sont souvent la conséquence d'une courbure trop prononcée des fruits et elles rendent les fruits impropres à la commercialisation.

Sur la plantation Douville, à 30 m d'altitude, et sur celle du Cirad-flhor à Neufchâteau, à 250 m d'altitude, toutes deux localisées en Guadeloupe, 10 régimes gai-

<sup>4</sup> Itcf : Institut technique des Céréales et des Fourrages.

nés en Katryx® et 10 autres sous gaines bleues ont été récoltés en se basant sur l'IFC théorique avant d'être observés au hangar d'emballage. Le nombre de doigts meurtris a été compté afin de définir le taux de fruits blessés en fonction du rang de la main à laquelle ils appartiennent. Ces mesures ont été effectuées sur des régimes épistillés au champ.

Comme précédemment, les analyses statistiques – analyses de variance, tests de Newman-Keuls et tests du  $\chi^2$  – ont été réalisées avec le logiciel Statitcf.

### 3. résultats

#### 3.1. caractérisation du climat sous gaine

##### 3.1.1. simulation sur portique

L'analyse de l'évolution, au cours d'une journée très ensoleillée, des températures de l'air et du rayonnement PAR sous les deux types de gaines, montre que, sous la gaine Katryx®, les fortes températures sont moins élevées (*figure 1*) et le rayonnement PAR est plus important (*figure 2*) que sous la gaine bleue. Sous la gaine transparente, le microclimat est donc modifié par rapport à celui établi sous une gaine bleue.

##### 3.1.2. en bananeraie

Les effets du type de gaine sur l'évolution des températures et du PAR, mis en évidence lors des expérimentations en simulation sur portique, ont été vérifiés en plantation. Cependant, les différences de températures observées sous la gaine ont été moins importantes ; la gaine transparente a eu dans ce cas un effet plus atténué (données non présentées). En ce qui concerne le rayonnement utile à la photosynthèse, pour un même rayonnement incident sur le régime, les rapports  $[\text{PAR}/\Theta]$  sont apparus supérieurs avec l'utilisation de la gaine Katryx® qu'avec celle de la gaine bleue (*tableau D*) ; ainsi, le rapport :

$$\frac{[\sum \text{PAR}/\Theta]_{\text{Katryx}}}{[\sum \text{PAR}/\Theta]_{\text{bleu}}} \text{ est de } 1,48.$$

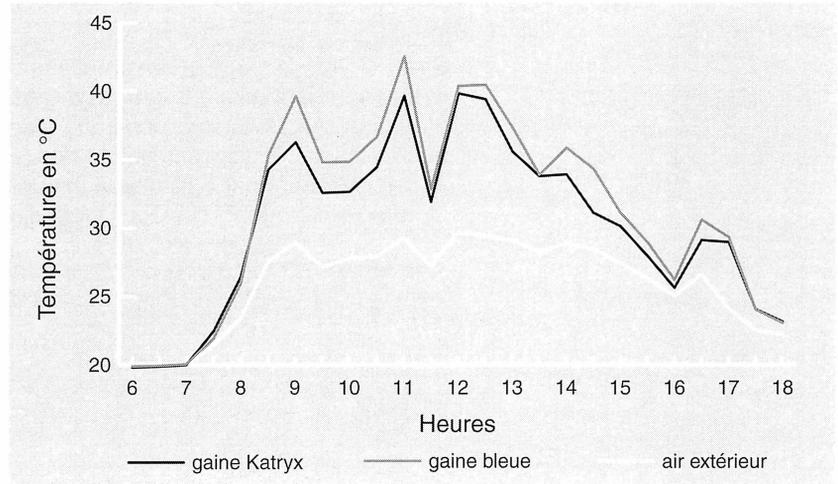


Figure 1.

Évolution, au cours d'une journée et en conditions expérimentales, de la température mesurée sous deux types de gaines utilisées pour la protection des régimes de bananes :

l'une transparente (gaine Katryx®), l'autre en polyéthylène bleu.

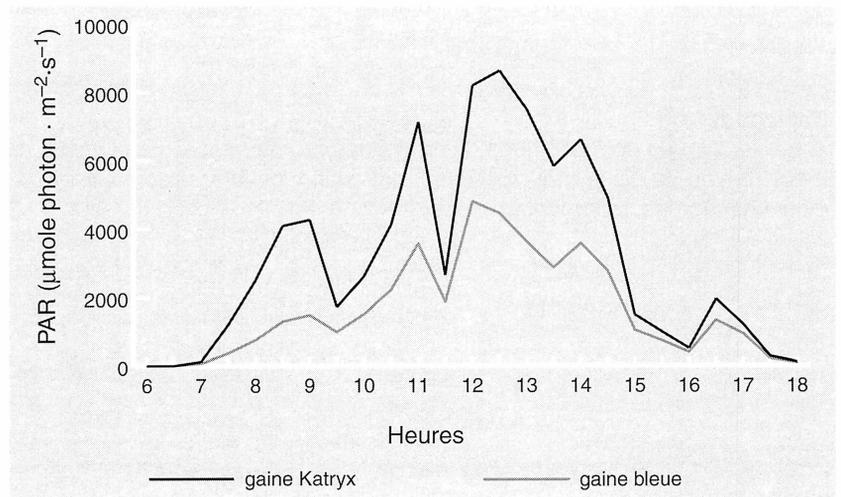
#### 3.2. effet du type de gaine sur la croissance et la qualité des fruits

##### 3.2.1. observations en station expérimentale

En station expérimentale, les fruits protégés de la floraison à la récolte par une gaine Katryx® ont été plus longs, de plus fort calibre et de poids supérieur à ceux engagés sous polyéthylène bleu (*tableau II*). Cette augmentation de la taille individuelle des fruits, et donc du rendement, n'a cependant pas altéré les caractéristiques mécaniques des fruits puisque la dureté et la fermeté des fruits n'ont pas varié de façon significative d'un traitement à l'autre (*tableau III*).

Figure 2.

Évolution, au cours d'une journée et en conditions expérimentales, du rayonnement utile à la photosynthèse, ou *Photosynthetically Active Radiation* (PAR), mesuré sous deux types de gaines utilisées pour la protection des régimes de bananes : l'une transparente (gaine Katryx®), l'autre en polyéthylène bleu.



**Tableau I.**

Effet du type de gaine utilisé pour la protection des régimes de bananes sur le rayonnement utile à la photosynthèse (PAR), exprimé en  $\mu\text{mol photon}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ , parvenant aux fruits : moyenne du PAR incident journalier mesuré à l'aide de trois capteurs disposés autour des régimes, moyenne du PAR journalier transmis mesuré par un capteur, température moyenne ( $\Theta$ ) entre 06:00 am et 18:00 pm et rapport [PAR/ $\Theta$ ] journalier.

Type de gaine testée	PAR incident ( $\Sigma$ des 3 capteurs)	PAR transmis ( $\mu\text{mol photon m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ )	Température moyenne ( $^{\circ}\text{C}$ )	Rapport [PAR/ $\Theta$ ]
Gaine bleue	8 076	2 234	29,66	142,36
Gaine Katryx®	8 023	3 263	29,63	207,94

### 3.2.2. observations en bananeraies

#### 3.2.2.1. durée de l'intervalle floraison-récolte

Sur la plantation Limbé, la récolte a été effectuée au grade, c'est-à-dire en fonction d'un calibre fixe, atteint par les fruits. Cet indicateur a été défini comme étant le diamètre (34 mm) atteint par le fruit médian externe de la quatrième main du régime échantillonné. La courbe de récolte (*figure 3*) montre que les régimes qui ont été gainés avec une gaine Katryx® ont été récoltés en moyenne 5 d plus tôt que ceux mis sous gaine bleue. Les tests de  $\chi^2$  effectués sur les deux tableaux de contingence par date de floraison montrent qu'il y a une différence significative entre les distributions des traitements Katryx® et bleue.

#### 3.2.2.2. gain en grade et en longueur

Selon le rang de la main considéré, le calibre des fruits qui ont été protégés par une gaine Katryx® a été amélioré de 2,7 à 3,2 % par rapport à celui des fruits mis sous gaine bleue, pouvant atteindre 1 mm de plus, en diamètre, pour le meilleur traitement (*tableau IV*). La longueur des fruits a été améliorée de 1,1 cm, soit de 5,6 %.

#### 3.2.2.3. gain en poids

Le gain de poids obtenu par les régimes protégés par une gaine Katryx® a été de 500 g par main, par rapport à ceux mis sous gaine bleue ; l'amélioration en poids de la production a donc été de 13,5 % (*tableau V*).

**Tableau II.**

Caractéristiques pomologiques des fruits des première et sixième mains d'un régime de bananes au stade récolte, selon le type de gaine utilisé pour leur protection, de la floraison à la récolte : deux traitements, 20 régimes analysés pour chacun des traitements.

Type de gaine	Longueur des fruits (cm)		Diamètre des fruits (mm)		Poids frais des fruits (g)	
	Main I	Main VI	Main I	Main VI	Main I	Main VI
Katryx®	18,2 ( $\pm 1.5$ ) <sup>a</sup>	15,6 ( $\pm 0.9$ ) <sup>a</sup>	40,9 ( $\pm 1.8$ ) <sup>a</sup>	39,3 ( $\pm 1.7$ ) <sup>a</sup>	223,8 ( $\pm 27.4$ ) <sup>a</sup>	172,2 ( $\pm 20.9$ ) <sup>a</sup>
Bleue	16,9 ( $\pm 1.6$ ) <sup>b</sup>	15,0 ( $\pm 0.7$ ) <sup>b</sup>	39,1 ( $\pm 1.6$ ) <sup>b</sup>	38,3 ( $\pm 1.3$ ) <sup>b</sup>	198,4 ( $\pm 24.8$ ) <sup>b</sup>	160,2 ( $\pm 14.5$ ) <sup>b</sup>

a, b : résultats significativement différents au seuil de 5 %, selon le test de Newman-Keuls.

### 3.2.2.4. blessures des fruits

Dans chacune des plantations suivies lors de cette expérimentation, il y a eu un effet sensible du type de gaine sur le marquage des bananes des mains supérieures, les fruits protégés par une gaine Katryx® ayant été moins affectés que les autres (tableau VI). Ce résultat pourrait être relié à une courbure moins prononcée des bananes mis sous ce type de gaine.

## 4. discussion

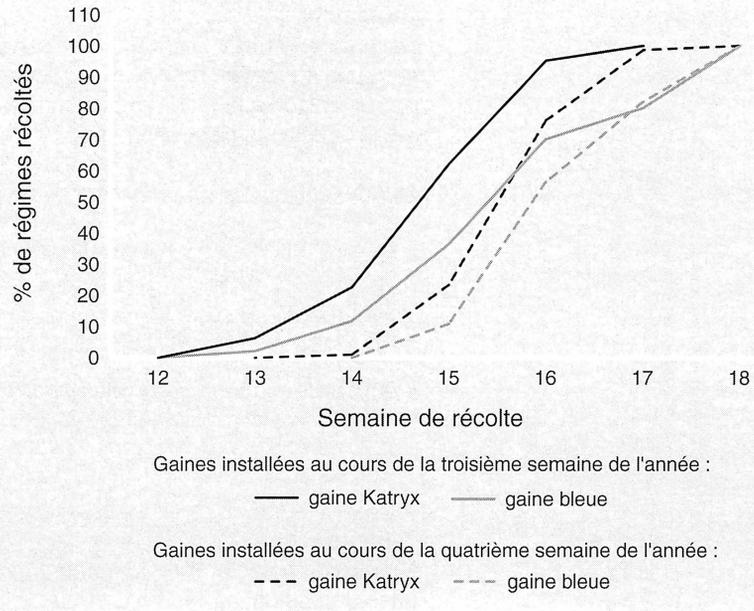
Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence que la gaine Katryx® permettait de modifier le microclimat autour du régime et que ces modifications microclimatiques entraînaient une accélération de la vitesse de croissance en grade et en longueur des bananes.

L'abaissement des températures sous la gaine, l'augmentation du rapport [PAR/Θ] et la modification de la qualité de la lumière, occasionnés par l'utilisation de la gaine Katryx®, pourraient être impliqués dans les mécanismes de croissance du fruit à l'échelle cellulaire.

Les températures élevées peuvent avoir des effets néfastes sur certaines phases du développement d'un organe végétal. Ainsi, pour le maïs [17, 18] et pour le soja [19], des températures extrêmes ont entraîné une baisse de la vitesse de division cellulaire dans les grains, et une

réduction du nombre de cellules final. L'optimum thermique théorique de la croissance en grade des bananes se situe entre 29 et 30 °C [20]. La vitesse de croissance de ce fruit diminuant très brutalement au-delà de ces températures, elle pourrait être améliorée par un meilleur contrôle des fortes températures.

La quantité de lumière incidente sur le régime, et donc le rapport [PAR/Θ], est deux fois plus élevée sous une gaine transparente que sous une gaine bleue. Ainsi, sous gaine Katryx®, le fonctionnement photosynthétique du régime est



**Figure 3.**

Courbe de récolte de régimes dont la coupe est effectuée en fonction d'un calibre fixe des fruits (grade 34 mm sur la main IV), en fonction du type de gaine (Katryx® ou bleue) utilisé pour la protection des régimes.

Deux dates de floraison (troisième semaine et quatrième semaine de l'année) sont représentées.

**Tableau III.**

Dureté (exprimée par le pic de rupture) et fermeté, mesurées à l'aide d'un pénétromètre [16], des fruits de la deuxième main (moyenne de deux fruits par main) d'un régime de bananes au stade récolte, selon le type de gaine utilisé pour leur protection, de la floraison à la récolte (deux traitements, 20 régimes analysés pour chacun des traitements).

Type de gaine	Dureté (Newton)	Fermeté (Newton·s <sup>-1</sup> )
Gaine Katryx®	43,7 (± 2.8) <sup>ns</sup>	36,5 (± 3.3) <sup>ns</sup>
Gaine bleue	42,8 (± 2.2) <sup>ns</sup>	35,1 (± 2.3) <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> : résultats non significatifs au seuil de 5 %, selon le test de Newman-Keuls.

**Tableau IV.**

Calibre des fruits – ou grade – et leur longueur à la récolte, selon le type de gaine – Katryx® ou bleue – utilisée pour la protection des régimes de bananes de la floraison à la récolte, et selon le rang de la main considérée (deux traitements et 90 répétitions par traitement).

Type de gaine	Main II		Dernière main
	Grade (mm)	Grade (mm)	Longueur (cm)
Gaine Katryx®	34,7 (± 1.3) <sup>a</sup>	32,6 (± 1.3) <sup>a</sup>	20,6 (± 1.0) <sup>a</sup>
Gaine bleue	33,8 (± 1.5) <sup>b</sup>	31,6 (± 1.5) <sup>b</sup>	19,5 (± 1.2) <sup>b</sup>

a, b : résultats significativement différents au seuil de 5 %, selon le test de Newman-Keuls.

**Tableau V.**

Mesure du poids brut et du nombre de mains des régimes de banane à leur récolte, effectuée selon la mesure de l'intervalle floraison-coupe, en fonction du type de gaine qui a été utilisé pour leur protection (deux traitements et 40 répétitions par traitement, représentées par 40 régimes pesés).

Type de gaine	Poids brut par régime (kg)	Nombre de mains	Poids brut par main (kg)
Gaine Katryx®	30,3 (± 4,7) <sup>a</sup>	7,2 (± 0,7) <sup>a</sup>	4,2 (± 0,5) <sup>a</sup>
Gaine bleue	23,7 (± 5,9) <sup>b</sup>	6,3 (± 1,0) <sup>b</sup>	3,7 (± 0,6) <sup>b</sup>

a, b : résultats significativement différents au seuil de 5 %, selon le test de Newman-Keuls.

**Tableau VI.**

Taux de fruits marqués à la récolte, en fonction du type de gaine utilisé pour leur protection et du rang de la main à laquelle ils appartiennent. L'expérimentation a été effectuée conjointement sur les plantations Douville et Neufchâteau en Guadeloupe. La récolte a été faite sur le critère de la mesure de l'intervalle floraison-coupe (deux traitements par site et 10 régimes observés pour chacun de ces traitements).

Plantation	Type de gaine	% de fruits marqués selon le rang de la main					
		Main I	Main II	Main III	Main IV	Main V	Main VI
Douville	Katryx®	9,9 (± 6,2) <sup>ns</sup>	10,5 (± 5,0) <sup>b</sup>	11,7 (± 5,8) <sup>ns</sup>	9,7 (± 7,9) <sup>ns</sup>	9,3 (± 6,1) <sup>b</sup>	1,9 (± 3,0) <sup>b</sup>
	Bleu	16,5 (± 8,7) <sup>ns</sup>	23,3 (± 4,9) <sup>a</sup>	15,7 (± 5,0) <sup>ns</sup>	12,4 (± 5,4) <sup>ns</sup>	16,4 (± 8,1) <sup>a</sup>	8,7 (± 4,3) <sup>a</sup>
Neufchateau	Katryx®	16,0 (± 5,9) <sup>a</sup>	18,0 (± 8,4) <sup>ns</sup>	17,6 (± 11,2) <sup>ns</sup>	24,5 (± 11,4) <sup>ns</sup>	22,7 (± 11,7) <sup>ns</sup>	19,7 (± 9,9) <sup>ns</sup>
	Bleu	27,1 (± 10,0) <sup>b</sup>	21,2 (± 9,1) <sup>ns</sup>	26,9 (± 8,2) ns	27,9 (± 10,1) <sup>ns</sup>	26,7 (± 10,1) <sup>ns</sup>	25,0 (± 10,5) <sup>ns</sup>

a, b : résultats significativement différents au seuil de 5 %, selon le test de Newman-Keuls.

ns : résultats non significativement différents.

augmenté et peut intervenir de manière non négligeable dans le développement des fruits. D'après Huguet (com. pers.), 10 % du grossissement de la pêche proviendrait de la photosynthèse du fruit. La connaissance de la part représentée par la photosynthèse dans la croissance des bananes nous permettrait de mieux comprendre les différences de poids de fruits observées.

La quantité de rayonnement incident sur le régime pourrait également influencer la morphogenèse du fruit, ce qui expliquerait que les fruits développés sous un engainage transparent présentent une courbure moins prononcée et donc un nombre moins élevé de blessures sur leur épiderme.

Enfin, la qualité de la lumière pourrait également être impliquée dans les mécanismes de croissance des fruits. Certaines longueurs d'onde sont connues pour être particulièrement importantes dans les processus de morphogenèse pour l'ensemble des végétaux [21, 22]. Sous la gaine Katryx®, la totalité du spectre lumineux du visible (400–700 nm) est transmise, alors que pour la gaine bleue les pics d'absorption se situent aux longueurs d'onde 350–400 nm et 600–700 nm (données Ciba-Geigy). Ces différences de qualité du rayonnement pourraient être responsables des effets mesurés sur l'élongation et la courbure des bananes.

Ces résultats préliminaires et ces hypothèses de fonctionnement sur l'effet du microclimat sur la croissance des bananes ouvrent un vaste champ d'investigation pour l'élaboration d'une gaine visant à optimiser les conditions de croissance des fruits. À partir des résultats obtenus, il semblerait judicieux de rechercher un produit qui puisse :

- maintenir la température sous la gaine le plus près possible de 29 à 30 °C, aussi bien dans le cas de forte insolation par réflexion des rayons infra-rouges que la nuit par le maintien de la chaleur sous la gaine avec un système d'aération approprié ;

- permettre d'avoir la totalité du rayonnement visible sur le régime pendant la

journée, en prenant soin de respecter l'équilibre des longueurs d'onde agissant sur la morphogenèse des fruits.

## références

- [1] Berrill F.W., Bunch cover for bananas, Queensland Agr. J. 82 (1956) 435–440.
- [2] Cuneen T., Mc Entyre C., Does the colour of banana bags have an effect on the yield of bananas and the climate inside the bag? Banana Bull. (August) (1988) 14–15.
- [3] Johns G.G., Scott K.J., Delayed harvesting of bananas with 'sealed' covers on bunches. 1. Modified atmosphere and microclimate inside sealed covers, Aust. J. Exp. Agr. 29 (1989) 719–726.
- [4] Ganry J., Influence du gainage des régimes de bananiers avec housse polyéthylène, sur la température des fruits dans les conditions de Neufchâteau (Guadeloupe), Fruits, 30 (12) (1975) 735–738.
- [5] Gonzalez M., Vives L., Soto M., Varaciones de temperatura en racimos cubiertos por diferentes tipos de bolsas plasticas, en banano (*Musa AAA*) subgrupo Cavendish Gran Enano, in: Galindo J., Jaramillo R., eds., Reunión de la Asociación para la Cooperación en la Investigación Bananera del Caribe y la America Tropical Acorbat, San José, Costa Rica, Memorias, Catie, Costa Rica, 1985, pp. 341–346.
- [6] Heenan D.P., Bunch cover for bananas in the northern district Papua New Guinea, Agric. J. 24 (4) (1973) 156–161.
- [7] Perumal A., Adam A.V., Bagging of 'Giant Cavendish' banana stem in Honduras. I effect on number of days from flower emergence to fruit harvest, Trop. Agr. (Trinidad) 45 (2) (1968) 109–112.
- [8] Turner D.W., Rippon L.E., Effect of bunch covers on fruits growth and maturity in bananas. Trop. Agr. (Trinidad) 50 (3) (1973) 235–240.
- [9] Daniells J.W., O'Farrell P.J., Mulder J.C., Campbell S.J., Effects of bunch covering and bunch trimming on bananas in North Queensland, Queensland J. of Agr. Anim. Sci. 44 (2) (1987) 101–105.
- [10] Daniells J.W., Lisle A.T., O'Farrell P.J., Effect of bunch-covering methods on maturity bronzing, yield, and fruit quality of bananas in North Queensland, Aust. J. Exp. Agr. 32 (1992) 121–125.

- [11] Bowman F.T., Plastic bunch cover for bananas, Hort. Res. Rec. No. 2 N.S.W. 76 (1957) 672–678.
- [12] Gonzalez M., Soto M., Efecto del embolsado sobre la calidad del fruto del banano (*Musa AAA*) subgrupo Cavendish Gran Enano, in: Galindo J., Jaramillo R., eds, Reunión de la Asociación para la Cooperación en la Investigación Bananera del Caribe y la América Tropical, Acorbat, San José, Costa Rica, Memorias, Catie, Costa Rica, 1985, pp.347–350.
- [13] Wade N.L., Kavanagh E.E., Tan S.C., Sunscald and ultraviolet light injury of banana fruits, J. Hort. Sci. 68 (3) (1993) 409–419.
- [14] Turner D.W., Bananas -response to temperature, Agfact H 6.2.6 (Dep. Agr. New South Wales) (1985) 1–3.
- [15] Ganry J., Recherche d'une méthode d'estimation de la date de récolte du bananier à partir des données climatiques dans les conditions des Antilles, Fruits 33 (10) (1978) 669–680.
- [16] Chillet M., de Lapeyre L., Élaboration de la qualité de la banane, détermination de critères de mesure, Fruits, 51 (5) (1996) 317–326.
- [17] Ouattard S., Jones R.J., Crookston R.K., Kajeiou M., Effect of drought on water relations of developing maize kernels, Crop Sci. 27 (4) (1987) 730–735.
- [18] Jones R.J., Ouattard S., Crookston R.K., Thermal environment during endosperm cell division and grain filling in maize: effect on kernel growth and development in vitro, Crop Sci. 24 (1) (1984) 133–137.
- [19] Egli D.B., Wardlaw I.F., Temperature response of seed growth characteristics of soybeans, Agron. J. 72 (3) (1980) 560–564.
- [20] Ganry J., Meyer J.P., Recherche d'une loi d'action de la température sur la croissance des fruits du bananier, Fruits 30 (6) (1975) 375–392.
- [21] Varlet-Grancher C., Moulia B., Sinoquet H., Russel G., Spectral modification of light within plant canopies: how to quantify its effects on the architecture of the plant stand, in: Varlet-Grancher C., Bonhomme R., Sinoquet H. (eds), Crop structure and light microclimate: characterisation and applications, INRA, Versailles, France, 1993, pp. 427–452.
- [22] Varlet-Grancher C., Gautier H., Plant morphogenetic responses to light quality and consequences for intercropping, in: Sinoquet H., Cruz P. (eds), Ecophysiol. Trop. Intercrop., Inra, Versailles, France, 1995, pp. 231–256.

---

## Mejora del crecimiento de los bananos con el uso de la bolsa Katryx®.

**Resumen — Introducción.** El embolsado de los racimos de bananos es una técnica de cultivo que se utiliza para eliminar el raspado de los frutos, producido por el roce de las hojas, y para acelerar el crecimiento de los bananos. La bolsa Katryx®, transparente e incolora, es un plástico de tres capas que, gracias a sus propiedades ópticas y térmicas, permite modificar el entorno microclimático del racimo. Este microclima y sus efectos en el crecimiento de los frutos se compararon con los registrados con la bolsa de polietileno azul, frecuentemente empleada en las Antillas. **Material y métodos.** Se realizaron tres tipos de ensayos; el primero intentaba caracterizar el microclima creado con la bolsa, mediante la medición de la temperatura y la radiación. El segundo y el tercero permitieron evaluar los efectos de dicho microclima en el crecimiento de los frutos en cultivo experimental y en plantación. **Resultados.** El microclima bajo la bolsa transparente se caracteriza por la reducción de las altas temperaturas y el aumento en la calidad de la radiación incidente sobre el racimo. La relación diaria entre radiación y temperatura es dos veces más alta bajo la bolsa Katryx que bajo la bolsa azul. A consecuencia de esto, el intervalo floración-cosecha se reduce y los frutos presentan un mejor crecimiento. **Discusión.** La bolsa Katryx® permite mejorar las condiciones de crecimiento de los bananos lo que conlleva un aumento sustancial de la productividad en las plantaciones. Si se comprendiesen mejor los efectos que la bolsa provoca se podría prever la elaboración de una bolsa que optimice las condiciones de crecimiento de los bananos. (© Elsevier, Paris)

**Antillas francesas / *Musa* / frutas / cultivo / control del crecimiento**