



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

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

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

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

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

**PROCEEDINGS  
OF THE  
43<sup>RD</sup> ANNUAL MEETING**

**Caribbean Food Crops Society  
43<sup>rd</sup> Annual Meeting  
September 16 – 22, 2007**

**Radisson Europa Hotel & Conference Center  
San José, Costa Rica**

*“Marketing Opportunities for Agriculture and Forestry Products in the Greater  
Caribbean – A Challenge for the 21<sup>st</sup> Century”*

**Edited  
by  
Wanda I. Lugo and Wilfredo Colón**

**Published by the Caribbean Food Crops Society**

## HOW TO DETERMINE THE OPTIMAL HARVEST STAGE OF CLIMACTERIC FRUIT FOR EXPORT: APPLICATION TO A NEW VARIETY OF BANANA

*B. Paget<sup>1</sup>, F. Salmon<sup>2</sup>, C. Bugaud<sup>1</sup>. <sup>1</sup>CIRAD, UMR QUALISUD, PRAM - BP 214 - 97285 Lamentin Cedex 2 - Martinique, French West Indies, <sup>2</sup>CIRAD, UPR 75, PRAM - BP 214 - 97285 Lamentin Cedex 2 - Martinique, French West Indies, France*

**ABSTRACT:** To know the time to harvest is a key factor for the exportation of new varieties of banana in order to avoid fruits ripening during the transport and marketing processes. We present a method, based on heat units, to determine when to harvest new varieties of banana. This method includes two steps. First, the baseline temperature, below which fruits do not develop, is calculated by using data from two locations with contrasting climate conditions. Then the optimal flowering-to harvest time (FHT), calculated in heat units using baseline temperature, is related to a sufficient green life for exportation from Martinique (French West Indies) to France. The values obtained were validated in the context of export of banana fruits. This method is simple to apply to new varieties before the first commercialization of fruits, thus it is a useful tool in the genetic improvement scheme of banana.

Keywords: Banana, export, harvest stage, flowering-to yellowing time, green life

## COMMENT DÉTERMINER LE STADE DE RÉCOLTE DES FRUITS CLIMACTÉRIQUES DESTINÉS À L'EXPORT ? APPLICATION A UNE NOUVELLE VARIÉTÉ DE BANANE DESSERT

**RESUME:** Le CIRAD a mis au point une méthode innovante basée sur la règle des sommes thermiques qui permet de déterminer le stade optimal de récolte des nouvelles variétés de bananes destinées à l'export. Les essais ont été menés sur une nouvelle variété créée par le CIRAD, la Flhorban 916, et sur une variété témoin, la Cavendish. Elles ont été implantées sur 2 sites caractérisés par des conditions pédoclimatiques différentes. Le stade de récolte de Flhorban 916 a été évalué en déterminant son zéro physiologique puis l'IFC qui procure à ses fruits une DVV optimale. Ce stade de récolte a enfin été expérimenté dans les conditions réelles de la filière Cavendish. Les résultats montrent que le stade de récolte optimal de la nouvelle variété est de 700 degrés.jour calculé avec zéro physiologique de 16,7°C. Fiable et facile d'utilisation, cette technique permet au CIRAD de proposer sur le marché européen un produit répondant aux impératifs propres à la filière d'exportation actuelle. Son intérêt majeur est d'être applicable à toutes nouvelles variétés de fruits climactériques destinés à n'importe quel circuit d'export.

Mots clés : banane, exportation, stade de récolte, intervalle floraison-jaunissement, durée de vie verte

### 1. INTRODUCTION

Afin de répondre aux préoccupations actuelles environnementales, sanitaires et économiques de la filière banane aux Antilles françaises, le CIRAD crée depuis plus de 15 ans des variétés de

bananes dessert qui sont tolérantes aux principaux bioagresseurs et qui se différencient de la Cavendish (*Musa acuminata*, groupe AAA, cultivar Grande Naine).

Les conditions d'exportation entre les Antilles françaises et l'Europe impliquent un transport de 25 jours pendant lesquels les bananes doivent rester immatures jusqu'à l'entrée en mûrisserie (Bugaud et al., 2005). La capacité à acheminer ces fruits climactériques vers les pays importateurs détermine la qualité et la rentabilité de la production. De ce fait, il apparaît primordial de définir le stade de récolte optimal des nouvelles variétés destinées à l'export.

C'est ainsi que le CIRAD a développé une méthode innovante de détermination du stade de récolte basée sur la règle des sommes thermiques et qui est efficace quelque soit le site et la période de production.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 21. Matériel biologique

Les essais ont été menés sur deux variétés : la Flhorban 916 (FB916), hybride créée par le CIRAD (stade de récolte inconnu), et la Cavendish, variété produite mondialement pour l'exportation, utilisée comme témoin expérimental (stade de récolte connu).

### 22. Sites d'expérimentation

Les essais ont été menés sur deux sites caractérisés par des conditions pédoclimatiques différentes et entretenus selon un itinéraire technique de type Cavendish.

	Type de sol	Altitude	Température journalière (2006)	Pluviométrie mensuelle (2006)
Site B	alluvions continentales	16 m	26,7°C	182 mm
Site H	andosol	268 m	23,5°C	268 mm

### 23. Protocole expérimental

Le stade de récolte de la variété FB916 est évalué en déterminant tout d'abord son zéro physiologique spécifique ( $T_0$ ) puis l'IFC exprimé en somme thermique (ST) qui procure à ses fruits une durée de vie verte (DVV) optimale. La méthode repose sur l'hypothèse stipulant que l'intervalle floraison-jaunissement (IFJ) d'une variété exprimé en ST est constant quelque soient la période et le lieu de production.

#### Détermination du zéro physiologique ( $T_0$ ) de la variété FB916

Les IFJ de régimes de FB916 ont été mesurées sur les deux sites (14 IFJ sur le site B et 11 IFJ sur le site H). L'hypothèse émise a permis de poser l'équation ① et de tracer une droite de régression de formule  $y = ax + b$  ② où  $a=T_0$  et  $b=ST$ .

$$\textcircled{1} \quad ST_{\text{IFJ}} = \sum_{n=0}^{i=\text{IFJ}} (T_i - T_0) \quad \longrightarrow \quad \textcircled{2} \quad \sum_{n=0}^{\text{IFJ}} T_i = T_0 * \text{IFJ} + ST$$

$i=\text{IFJ}$

$\sum_{n=0} T_i$  est la somme des températures moyennes journalières calculée avec un seuil de 0°C

$n=0$

## Détermination du stade de récolte optimal de la variété FB916

Cinquante régimes de FB916 issus du site B ont été récoltés à cinq sommes thermiques différentes calculées à partir du zéro physiologique de la variété. Ces IFC se sont distribuées autour de la somme thermique correspondant à 70% de l'IFJ moyen d'un régime de FB916. Dix régimes de Cavendish ont été récoltés à un IFC de 1000 degrés jour calculé avec un seuil de 14°C. La DVV des fruits de FB916 récoltés à différents IFC a été comparée statistiquement à celle des fruits de Cavendish récoltés au stade optimal.

## Validation du stade de récolte optimal de FB916 dans les conditions réelles de la filière

Des régimes de FB916 ont été récoltés au stade déterminé précédemment. Les fruits ont été découpés en bouquet de 4 à 6 doigts, lavés dans une solution de sulfate d'alumine (100mg.l<sup>-1</sup>), puis traités au bitertanol (200ppm). Ils ont ensuite été placés dans des sacs non perforés en polyéthylène de 25 µm d'épaisseur et emballés dans des cartons open-top identiques à ceux utilisés dans la filière d'exportation. Les cartons ont été expédiés à la mûrisserie de Fruidor (Cavaillon) dans les conditions classiques de la filière Cavendish. En tout, 5 envois de 2 à 3 cartons ont été réalisés entre septembre 2006 et mars 2007. A l'entrée en mûrisserie, l'état de maturité des fruits a été contrôlé de manière visuelle et tactile.

### 24. Analyses

#### Mesure de la DVV

Sur les régimes de Cavendish et de FB916 récoltés, 2 doigts médians (interne et externe) issus de la 3<sup>ème</sup> main ont été prélevés, lavés dans une solution de sulfate d'alumine (1g/l), puis traités au bitertanol (200ppm). Les bananes ont été stockées individuellement à 20°C dans des enceintes à perméabilité O<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub> réduite [Chillet et al, 1996]. Ces enceintes ont été ventilées tous les 2 à 3 jours en dehors du lieu de stockage. Les fruits ont été observés quotidiennement jusqu'à perception au toucher de la perte de fermeté qui signale le début de la crise climactérique. La DVV de chaque fruit a été définie par le temps, exprimé en nombre de jours, entre la récolte du fruit et le début de sa crise climactérique.

#### Traitement statistique

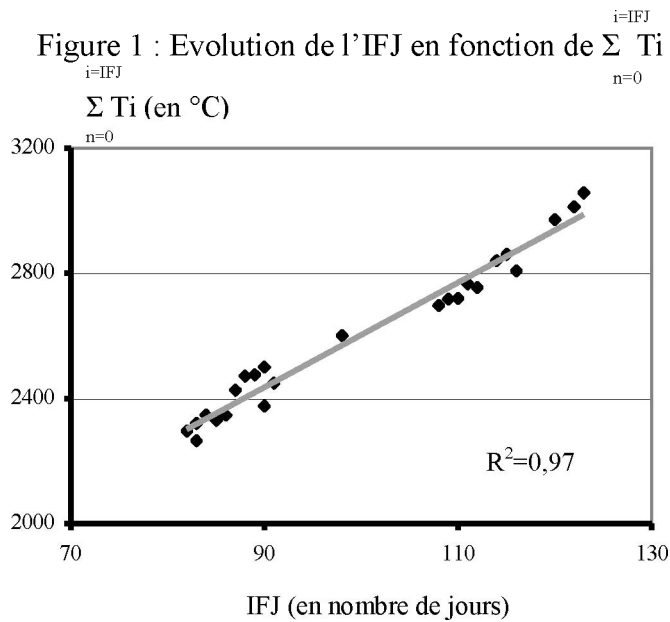
Des analyses de variance ont été réalisées avec le logiciel Minitab 15 (Minitab Inc., USA). Des tests de Tukey ont permis de comparer, avec un seuil de 5%, les moyennes de DVV entre variétés et stades de récolte.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 31. Calcul du zéro physiologique

Une corrélation positive a été mise en évidence entre l'IFJ et la somme des températures moyennes journalières calculées avec un seuil de 0°C (figure 1).

La droite de régression a pour équation  $\sum_{i=1}^n T_i = 16,7 * IFJ + 930$ . Le zéro physiologique de FB916 est alors de 16,7°C, contrairement à la variété Cavendish qui possède un zéro physiologique de 14°C (Chillet et de Lapeyre de Bellaire, 1996).

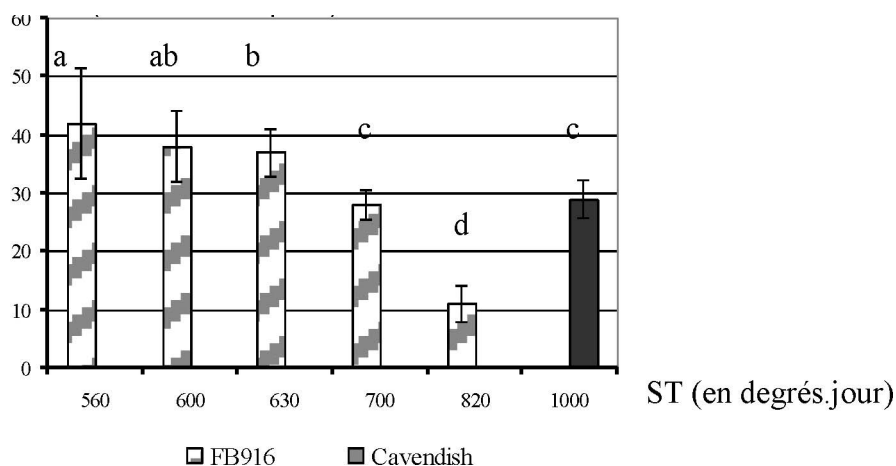


### 32. Stade de récolte optimale de la Flhorban 916

La DVV des fruits de FB916 a diminué avec la ST (figure 2). Pour la variété Cavendish récolté à 1000 degrés.jour ( $T_0$  de 14°C), la DVV a été de 30 jours environ. Pour avoir une DVV significativement identique à celle de la variété Cavendish récoltée au stade préconisé dans la filière, les fruits de FB916 doivent être récoltés à 700 degrés.jour ( $T_0$  de 16,7°C).

Le stade de récolte optimal de la variété FB916 est donc de 700 degrés.jour avec un zéro physiologique de 16,7°C.

Figure 2 : Evolution de la DVV en fonction du stade de récolte des variétés Cavendish et FB916



### 33. Validation du stade de récolte dans les conditions réelles de la filière

L'ensemble des fruits de FB916 récoltés au stade déterminé expérimentalement sont arrivés immatures à l'entrée de la mûrisserie (Tableau). Le stade de récolte de 700 degrés.jour avec un To de 16,7°C est validé dans les conditions réelles de la filière. Des mesures biométriques ont montré par ailleurs que les fruits de FB916 récoltés à ce stade respectent la norme commerciale fixée à 30 mm pour le grade minimal et 17cm pour la longueur minimale.

Tableau : Etat de maturité des fruits de FB916 à l'entrée de la mûrisserie

Date des envois	Quantité de cartons	ST (en degrés.jour)	Etat à reception
25/09/06	3	695	Immature
24/10/06	2	690	Immature
30/01/07	2	695	Immature
13/02/07	2	690	Immature
11/03/07	2	675	Immature

## 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Fiable et facile d'utilisation, cette technique permet au CIRAD de proposer sur le marché européen un produit répondant aux impératifs propres à la filière d'exportation actuelle. Son intérêt majeur est d'être applicable à toutes nouvelles variétés de fruits climactériques destinés à n'importe quel circuit d'export.

## 5. REFERENCES

- Bugaud C., Lassoudière A., 2005. Variabilité de la durée de vie verte des bananes en conditions réelles de production. *Fruits* 60, 227-236.
- Chillet M., De Lapeyre de Bellaire L., 1996. Elaboration de la qualité des bananas au champ. Détermination des critères de mesure. *Fruits* 51, 317-326