

## Etat de maturité des bananes (Cv. Giant Cavendish) à la récolte: une nouvelle méthode de mesure.

J. NOLIN\*

ETAT DE MATURETE DES BANANES (CV. GIANT CAVENDISH)  
A LA RECOLTE : UNE NOUVELLE METHODE DE MESURE.

J. NOLIN

*Fruits*, Oct. 1985, vol. 40, n° 10, p. 623-631

RESUME - Après une analyse bibliographique sur les différentes techniques de mesure de l'état de maturité des fruits de bananiers et plantains, nous posons les bases d'une nouvelle méthode de détermination.

Après échantillonnage des régimes, les lots de bananes (CV. Giant Cavendish) sont traités à différentes concentrations d'Ethephon (acide chloro-2 éthyl phosphonique).

Nous avons établi une droite de régression entre la durée de la phase préclimactérique d'un lot témoin et la concentration minimale d'Ethephon permettant le déclenchement de la crise climactérique ( $r = 0,90$ ). Ceci permet de mieux prédire la durée de vie verte des fruits que leur grade ( $r = 0,79$ ). Cette méthode est relativement rapide et indépendante de la morphologie externe du fruit.

Nous discutons de la possibilité de revenir ultérieurement à un critère facilement utilisable en exploitation (notamment, le grade du fruit) pour arriver à des systèmes de conseils de récolte par identification du grade de coupe optimum.

La fin de la phase préclimactérique peut être mise en évidence par des mesures de conductance. Il existe une bonne corrélation ( $r = 0,78$ ) entre l'intensité respiratoire (ml CO<sub>2</sub>/kg/heure) et les mesures de conductance.

Les tests de maturité doivent permettre de récolter les bananes à un stade optimal. La connaissance de l'état de maturité d'un lot de fruits est essentielle puisqu'elle intervient directement sur la rentabilité de l'exploitation.

Les bananes d'exportation doivent arriver à destination fermes et vertes (en phase préclimactérique) sans aucun signe de mûrissement précoce. Il faut toujours essayer d'exporter des fruits d'âge physiologique avancé (poids plus important) mais qui ont une durée de vie verte (durée de phase préclimactérique) suffisante pour arriver en Europe sans signe de mûrissement précoce.

Les régimes cueillis trop jeunes ont un temps de conservation adéquat mais peuvent représenter une perte au niveau du poids des fruits commercialisés. Les régimes plus âgés (stade de développement plus avancé) entraînent un gain en poids exporté. Toutefois, la possibilité d'avoir dans ce lot des fruits trop matures (ne pouvant pas se conserver jusqu'à destination dans un état ferme et vert) peut entraîner un déclassement, voire une perte totale du lot.

Selon PALMER (1971) la présence, dans un lot, de seulement 1 p. 100 de fruits ayant un mûrissement précoce est le maximum acceptable commercialement car elle entraîne le mûrissement de 3 p. 100 des fruits du lot.

\* - Laboratoire de Physiologie - IRFA - Station de Neufchâteau-Sainte Marie - 97130 CAPESTERRE BELLE-EAU

Il est donc très important de pouvoir déterminer un stade de développement qui permette de cueillir les fruits les plus développés possible, sans toutefois prendre des risques au niveau de leur conservation.

De plus, les tests permettant de mesurer l'état de maturité des bananes sont des outils très importants pour de nombreux programmes de recherches (agronomiques, génétiques, technologiques) sur bananiers et plantains. Dans le programme d'amélioration génétique des bananiers et plantains, il est essentiel de pouvoir déterminer les potentiels de conservation de chaque variété.

La qualité des produits transformés à partir de plantains (SANCHEZ-NIEVA et al., 1968) dépend de leur stade de maturité au moment de la transformation.

### LES DIFFERENTS CRITERES DE MATURITE

#### Les critères descriptifs.

Les critères les plus utilisés sont basés sur une description de la morphologie externe des fruits. Ces critères ne peuvent être précis que si le développement dimensionnel du fruit est parallèle au développement physiologique de la pulpe. Ils sont souvent dépendants du cultivar, des conditions climatiques, de l'état sanitaire et de la nutrition du bananier.

La forme générale du régime et l'estimation du remplissage des doigts (maigre → plein) sont souvent utilisées.

SANCHEZ-NIEVA et al., (1968), THOMAS et al., (1983) utilisent le rapport des poids de la pulpe et de la peau. Ce rapport varie pendant les phases de développement et mûrissement des doigts (MARRIOTT, 1980). Pour la Gros Michel (DEULLIN et al., 1956) le rapport est de 1,17 au stade 3/4 plein et de 1,30 au stade plein-rond.

DEULLIN et al., (1960) préconisent l'emploi d'un indice de plénitude (poids/longueur) qui permet de mieux grouper les fruits que leur âge, le diamètre des fruits peut aussi être pris en compte ( $P/L \times d^2$ ) (LASSOUDIÈRE et al., 1974).

Parmi ces critères morphologiques, le grade des fruits est utilisé car facile d'emploi en exploitation. Il est parfois imprécis, notamment lors d'anomalies physiologiques (pulpe jaune, mûrissement précoce). Dans ce cas, il n'y a pas synchronisation entre la croissance du fruit et son âge physiologique. L'état de remplissage du fruit ne permet pas toujours de prédire son temps de conservation (LIU, 1976) et la corrélation entre le grade du régime et son âge varie saisonnièrement (MARRIOTT, 1980).

Certains critères sont axés plus directement sur le degré d'évolution de la pulpe.

#### Les mesures de coloration et de résistance mécanique de la pulpe.

DEULLIN (1963) a mis au point une échelle colorimétrique graduée de 0 à 20 par incrément de 2 qui permet de mesurer la coloration de la pulpe. La coloration de la pulpe se modifie pendant le développement du régime sur la plante. Elle passe d'une couleur claire à foncée (DEULLIN, 1963). Des travaux récents ont montré (MARTIN-PREVEL, 1983) que l'association entre l'indice de coloration et le degré de maturité n'est pas toujours bonne.

DEULLIN et al., (1956) ont effectué des mesures de résistance de la pulpe de banane à une force exercée par un pénétromètre manuel sur la face interne du fruit. Selon cet auteur, il existe une relation entre la dureté de la pulpe et le degré d'évolution du fruit. Les régimes de dureté moindre ont une stabilité moindre à température tropicale. Il souligne que l'hétérogénéité des fruits peut être une importante source d'erreur.

Ce même type de test est également utilisé par NEW et MARRIOTT (1974) pour visualiser la fin de la phase pré-climactérique. La durée de cette phase (appelée PCP ou durée de vie verte) représente le temps de conservation du fruit après la coupe. Elle se termine au début de la phase climactérique ou crise respiratoire (début du mûrissement du fruit). Un fruit peu mature aura une durée de vie verte plus longue qu'un fruit très mature.

La durée de la phase pré-climactérique est fonction : du degré de maturité du fruit, de l'humidité, de la ventilation, de la température ambiante, des dommages mécaniques sur le fruit et de son état sanitaire (MARRIOTT et al., 1979 ; MARRIOTT, 1980).

Les variations positives de température (MARRIOTT et al., 1979 ; PEACOCK et al., 1980) et les stress hydriques (GEORGE et al., 1982 et 1983 ; entre autres) entraînent des réductions importantes de la durée de cette phase. Il est possible de déterminer la durée de vie verte (D.V.V.) en suivant le ramollissement de la pulpe de banane après récolte. C'est un bon indicateur du début de la phase climactérique (MARRIOTT et al., 1975).

La dureté de la pulpe chute rapidement au début de la crise climactérique (DEULLIN et al., 1956 ; NEW et MARRIOTT, 1974).

Le principe de la mesure de la fin de vie verte est le suivant :

- deux doigts sont prélevés régulièrement sur chaque main du régime ; ils sont coupés transversalement.

- le ramollissement de la pulpe est alors mesuré grâce à un pénétromètre électrique (MARRIOTT et al., 1975). Si un ramollissement du fruit est observé, une confirmation est effectuée le lendemain (NEW et MARRIOTT, 1974). Le

jour précédant une diminution de 25 p. 100 de la valeur initiale de la force de rupture, représente la fin de la DVV (MARRIOTT et al., 1979).

C'est une méthode destructive et longue puisqu'il faut attendre le début du mûrissement (début de la phase préclimactérique) pour connaître quel était l'état de maturité du régime au moment de la coupe.

Par cette méthode, il a été montré que :

- La durée de la DVV (ou PCP) est corrélée avec l'âge et le grade du fruit (MARRIOTT et al., 1975) et la relation est linéaire durant les 6 dernières semaines de son développement (MARRIOTT et al., 1979). Toutefois, la corrélation est moins bonne avec le grade qu'avec l'âge du fruit ; pour une même gamme de grades, la DVV varie de 18 à 53 jours (MONTROYA et al., 1984). Il n'a pas été possible de trouver un critère objectif permettant d'identifier les lots avec une DVV supérieure à 25 jours. Pour des grades compris entre 42 et 48 (en 1/32 de pouce), la DVV diminue de 2 jours par unité de grade.

- Avec des régimes récoltés à différentes époques, les variations de DVV sont observées pour les périodes pendant lesquelles la température ambiante et la vitesse de croissance changent rapidement (MARRIOTT et al., 1979). En Equateur, la DVV des régimes récoltés en septembre et en janvier est la plus courte (MONTROYA et al., 1984).

#### Mesures de conductance.

Selon DEULLIN (1980), il semble possible de déterminer le début de la crise climactérique par des mesures de conductance de la peau de la banane. La conductance de la peau baisse rapidement pendant la phase préclimactérique, puis, la courbe change d'allure au début du climactérique.

Il faut noter également que la conductance varie pendant le développement du fruit. Des tests préliminaires (DEULLIN, 1980) ont montré une augmentation de la conductance entre le 30e et le 90e jour après floraison.

Des travaux récents (MARCHAL et al., 1983) ont montré une bonne corrélation pour l'avocat entre l'intensité respiratoire et la conductance de la pulpe.

#### Les tests biochimiques.

Pour mesurer l'état de maturité des bananes après la coupe, il faut pouvoir mettre en évidence et quantifier la variation d'un constituant (de la pulpe ou de la peau), pendant la fin du développement du fruit ou le début de la phase préclimactérique ; et relier cette évolution au degré de maturité du fruit.

Selon PALMER (1971), l'amidon s'accumule jusqu'au

100e jour du développement (CV. Gros Michel) puis est hydrolysé à partir de 110 jours. Les sucres augmentent jusqu'à 4 p. 100 du poids frais entre 120 et 130 jours.

GOTTREICH et al. (1969) ont proposé une méthode d'extraction et de dosage colorimétrique des sucres réducteurs. Cette méthode permettrait de déterminer le stade de maturité des fruits.

Une corrélation positive entre l'intensité respiratoire et le dosage colorimétrique a été trouvée.

D'après les auteurs, certaines substances interfèrent (tanins) au niveau de la réaction colorimétrique, et les sucres réducteurs de la prise d'essai ne sont pas tous extraits.

MARTIN-PREVEL (1983) a montré qu'il existait une hydrolyse de l'amidon de la peau et une augmentation des sucres solubles de la pulpe avant le début de la crise climactérique. Selon TERRA et al., (1983) la dégradation de l'amidon et l'augmentation du taux de saccharose de la pulpe commencent juste avant la crise respiratoire. Le glucose et le fructose apparaissent 5 jours après le début de la formation du saccharose.

MARRIOTT (1980) ne signale pas d'évolution observable des constituants biochimiques durant la phase préclimactérique.

THOMAS et al. (1983) ont étudié des fruits (CV. Dwarf Cavendish) au cours de leur développement (de 8 à 130 jours). Ils ont suivi l'évolution dans la pulpe et la peau de divers constituants (amidon, sucres réducteurs, sucres totaux, acide ascorbique, acides organiques, pH et azote total ...). Ils n'ont trouvé aucun changement appréciable de la composition biochimique des fruits pendant les dernières phases de développement. Pour déterminer le stade de maturité, ils préconisent l'emploi de l'âge et du rapport des poids de la pulpe et de la peau des fruits.

Les résultats sont parfois contradictoires.

Les tests de maturité basés sur ces variations de concentrations nécessiteraient un matériel d'analyse très important pour obtenir des mesures très précises. De plus, ces tests ne seraient certainement pas rapides et transposables en exploitation.

#### Traitement à l'éthylène.

Il existe une corrélation entre l'âge des fruits et le temps minimum de traitement à 0,5 ppm d'éthylène nécessaire pour faire mûrir le fruit (LIU, 1976). Cet auteur a montré l'existence d'une corrélation entre le temps de conservation d'un fruit à 21°C et le temps de traitement à 10 ppm d'éthylène nécessaire pour commencer à faire mûrir un doigt semblable en 24 heures. Ce type de méthode est

rapide, mais difficile d'emploi par l'utilisation de l'éthylène.

Cette étude bibliographique nous a amené à rechercher un autre type de méthode de mesure de l'état de maturité.

#### UNE NOUVELLE METHODE DE MESURE DE L'ETAT DE MATURETE DES BANANES A LA RECOLTE

D'une part, la durée de la phase préclimactérique d'un fruit représente son état de maturité ; et d'autre part, le mûrissement des bananes peut être déclenché artificiellement en employant certaines concentrations d'Ethephon (acide chloro-2 éthyl phosphonique).

L'hypothèse suivante a donc été émise :

*Le stade de maturité du fruit est inversement proportionnel à la concentration d'Ethephon nécessaire pour déclencher la crise climactérique.*

On a cherché dans un premier temps (expérimentation 1) à vérifier cette hypothèse et donc à établir une droite de régression entre la concentration minimum d'Ethephon nécessaire au déclenchement de la crise climactérique d'un lot de fruits et la durée de la phase préclimactérique d'un lot de fruits semblable mais non traité à l'Ethephon. Le début de la crise climactérique est visualisé par des mesures journalières de l'intensité respiratoire.

Ces mesures (dégagement du CO<sub>2</sub>) sont longues à réaliser et peu pratiques. Nous avons donc cherché dans un deuxième temps (expérimentation 2) une autre méthode de visualisation du début de la phase climactérique (mesure de la conductance électrique).

#### Méthodologie.

Les expérimentations ont été effectuées en laboratoire climatisé (21°C ; H.R. = 70-75 p. 100).

##### ● Expérimentation 1.

Quatre lots de quatre doigts sont formés à partir d'un régime. Pour cela, on prélève les 4 doigts médians (2 internes, 2 externes) de chacune des 4 premières mains (16 doigts). Ces doigts sont redistribués au hasard pour former 4 lots avec un doigt de chaque main par lot.

Pour chaque régime, trois des lots sont traités par trempage, pendant 2 minutes, dans des solutions à différentes concentrations d'Ethephon (de 10 à 1000 ppm selon les expérimentations).

Le lot témoin est traité par trempage dans H<sub>2</sub>O.

Les traitements sont effectués 24 heures après la récolte

avec une solution d'Ethephon à 480 g/litre.

Pour déterminer la durée de la phase préclimactérique, on suit chaque jour l'intensité respiratoire des fruits (dégagement du CO<sub>2</sub>) jusqu'au début de la crise climactérique. Les mesures sont réalisées avec un analyseur CO<sub>2</sub> à infra-rouge : type COSMA.

Les mesures de dégagement de CO<sub>2</sub> sont effectuées avec une précision de  $\pm 9$  p. 100. Arbitrairement, nous considérons que la phase préclimactérique est finie lorsque le dégagement de CO<sub>2</sub> atteint la valeur de 30 ml/kg/h.

##### ● Expérimentation 2.

On a prélevé sur 5 régimes les 4 doigts médians (2 internes, 2 externes) de la main n° 2. Chaque doigt d'un régime est traité avec une solution d'Ethephon de concentration 500, 300, 100 ou 0 ppm.

Chaque jour, il a été mesuré pour chaque doigt :

- le dégagement de CO<sub>2</sub>
- la conductance de la peau
- la conductance de la partie : «peau + pulpe».

Une mesure de conductance est effectuée sur chaque face latérale du fruit. Les valeurs exprimées correspondent à la moyenne de ces deux mesures. Le conductimètre est utilisé à la fréquence de 1000 Hertz.

L'électrode est constituée de 2 aiguilles de longueur 3 mm, distantes de 7 mm, pour les mesures de conductance de la peau et de longueur 10 mm, distantes de 8 mm, pour les mesures effectuées dans la partie : peau + pulpe (conductance de la pulpe à travers la peau).

#### Résultats et discussion.

##### ● Expérimentation 1.

Dans l'exemple présenté à la figure 1, le régime répond à la concentration d'Ethephon de 300 ppm avec une durée de phase préclimactérique égale à 12 jours. Nous n'avons pas pu tester toutes les concentrations intermédiaires entre 100 et 300 ppm. Le type d'échantillonnage utilisé ne nous permet pas d'obtenir plus de 4 lots semblables par régime. Un nouveau type d'échantillonnage du régime est à l'étude.

La relation entre la concentration minimum d'Ethephon permettant de déclencher la crise climactérique et la durée de la phase préclimactérique du lot témoin (figure 2) est plus étroite ( $r = 0,89$ ) que la relation établie entre cette durée et le grade moyen des 2 doigts médians internes de la quatrième main (figure 3),  $r = 0,79$ .

La prévision de la durée de la phase préclimactérique

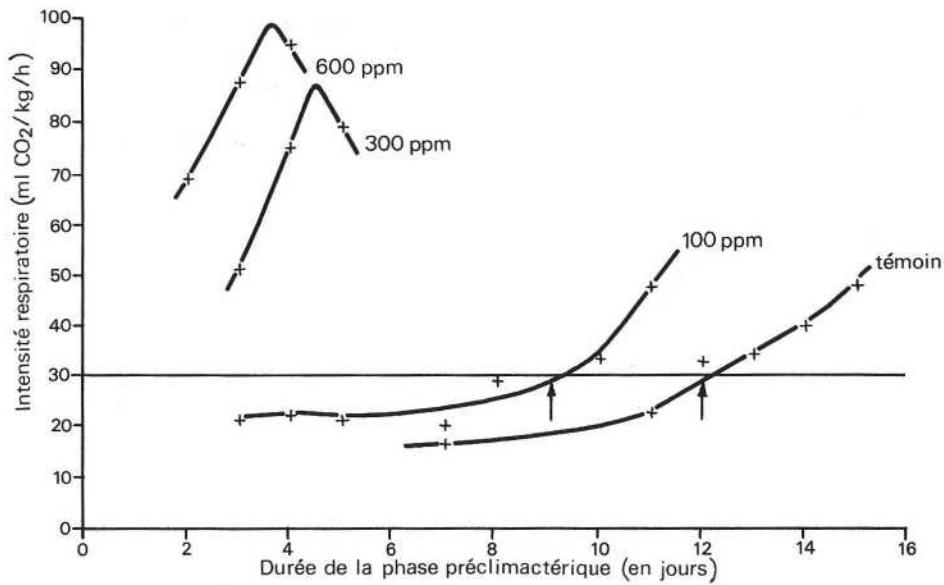


Fig. 1 • Evolution de l'intensité respiratoire (ml CO<sub>2</sub>/kg/h) de 4 lots traités par trempage (2 minutes) dans l'une des concentrations en Ethephon suivantes : 600, 300, 100 et 0 ppm.

est donc meilleure par la mesure des seuils de réponse à l'Ethephon.

La figure 4 représente la corrélation entre le grade des régimes et la concentration minimum d'Ethephon ( $r = 0,77$ ).

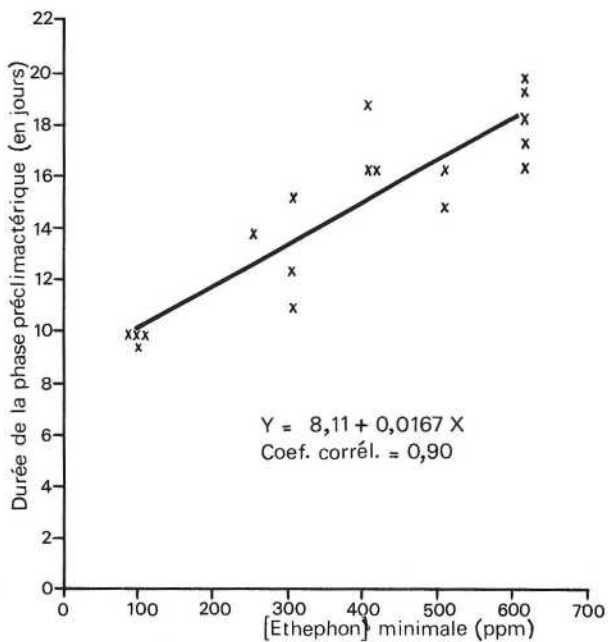


Fig. 2 • Evaluation de l'état de maturité en fonction de la concentration minimum d'Ethephon.

La relation entre le grade et l'état de maturité du fruit varie en fonction des conditions climatiques. Les droites de régression des figures 3 et 4 devraient varier en fonction de l'origine géographique des fruits et de la période de l'année.

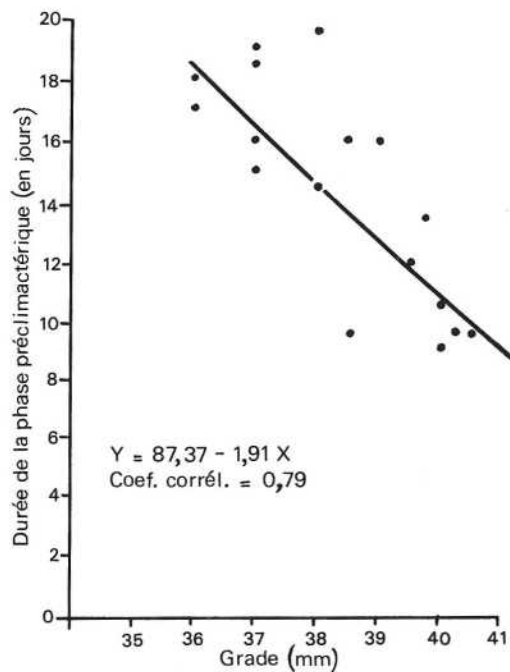


Fig. 3 • Corrélation entre le grade du régime (grade moyen des deux doigts médians internes de la main 4) et la durée de la phase préclimactérique du lot témoin.

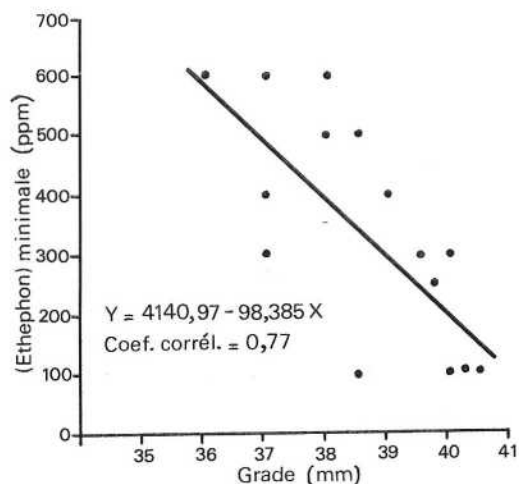


Fig. 4 • Corrélation entre le grade du régime et la concentration minimum d'Ethephon nécessaire pour déclencher la crise climactérique.

La droite de régression de la figure 2 ne devrait pas changer puisqu'elle concerne seulement l'état de maturité intrinsèque du fruit.

#### • Expérimentation 2.

La phase préclimactérique est suivie par des mesures de conductance et d'intensité respiratoire. On observe une chute brutale de la conductance au début de la phase climactérique.

L'amplitude de la chute de conductance de la partie «peau + pulpe» (électrode de 10 mm) est plus importante que celle de la peau (électrode de 3 mm). Quelques exemples sont donnés figures 5, 6 et 7.

Les coefficients de corrélation entre l'intensité respiratoire des fruits (exprimée en ml de CO<sub>2</sub> dégagé/kg/h) et, d'une part la conductance de la peau et d'autre part la conductance de la partie «peau + pulpe», sont respectivement :  $r = -0,48$  et  $r = -0,78$  (figure 8).

Il est donc possible de visualiser la fin de la phase préclimactérique par des mesures de conductance de la partie «peau + pulpe».

Les mesures de conductance sont plus rapides que les mesures de respiration (dégagement du CO<sub>2</sub>). Elles nous permettront de travailler avec des lots plus importants de fruits.

#### • Discussion.

La méthode de test à différentes concentrations d'Ethephon permet donc de connaître le temps de conservation

potentiel d'un fruit en fonction de son seuil de réponse à l'Ethephon (figure 2).

Toutefois, le grade du fruit est le seul critère de maturité facilement utilisable au moment de la récolte en exploitation.

Nous pouvons envisager d'établir, pour un site donné, des droites de régression mensuelles entre le grade des régimes et le seuil de réponse à l'Ethephon (figure 4). A partir de la régression de la figure 2, on peut déterminer le seuil de réponse à l'Ethephon nécessaire en fonction de la DVV désirée. En utilisant les droites de régression mensuelles, il sera donc possible d'obtenir le grade de coupe optimum tout au long de l'année en fonction du seuil de réponse désiré.

De plus, une telle approche va nous permettre d'affiner le système de prévision de la date de récolte mis au point par GANRY (1978).

Il est possible, également, d'envisager des actions ponctuelles de conseil au grade de coupe, dans le cas d'anomalies de croissance du régime pour diverses raisons (cercospora, déficit hydrique, etc.). Il peut être rapidement constitué un échantillon de régimes représentant un gradient de grades. Après échantillonnage des régimes et traitement des lots de fruits à différentes concentrations d'Ethephon, on pourra établir une droite de régression entre le grade des régimes et le seuil de réponse à l'Ethephon.

A partir de cette droite de régression et de celle de la figure 1, il devrait être possible de conseiller très rapidement un grade de coupe.

## CONCLUSION

Nous avons posé les bases d'une méthode originale de mesure du stade de maturité des bananes au moment de la coupe.

Cette méthode de test à différentes concentrations d'Ethephon est :

- indépendante des critères morphologiques du fruit;
- relativement rapide (moins d'une semaine de la récolte au résultat);
- relativement facile d'emploi.

Cette méthode est d'autant plus facile d'emploi qu'il paraît possible de visualiser le début du mûrissement du fruit (début de la phase climactérique) par des mesures de conductance. Ce type de mesure permettra de travailler sur des lots plus importants de fruits et d'affiner les droites de régression.

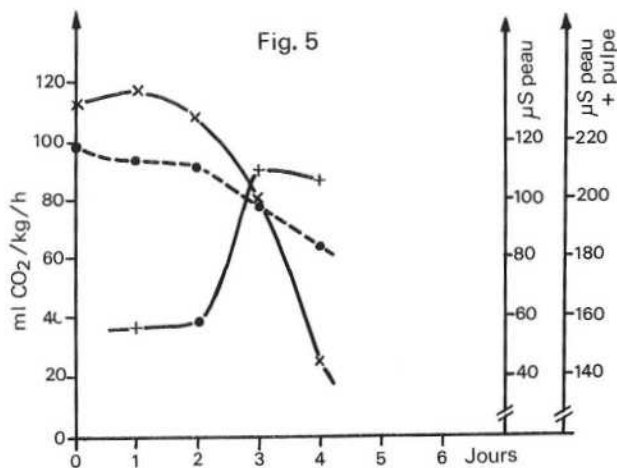


Fig. 5, 6, 7 • Evolution de la conductance pendant les phases préclimactériques et climactériques.

+ —+ Intensité respiratoire (ml CO<sub>2</sub>/kg/h).  
 x —x Conductance de la partie "peau + pulpe" (électrodes de longueur 10mm séparées de 8mm).  
 • —• Conductance de la peau (électrodes de longueur 3mm séparées de 8mm).

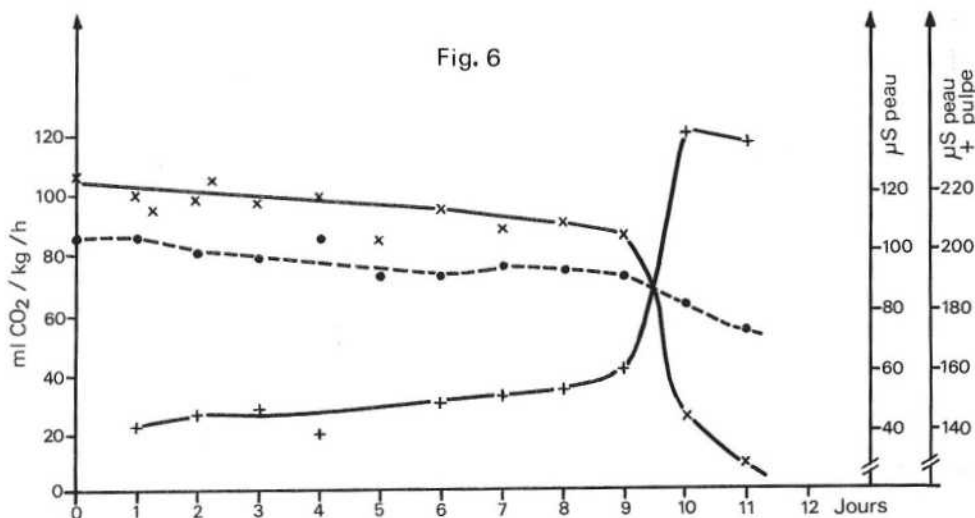


Fig. 6

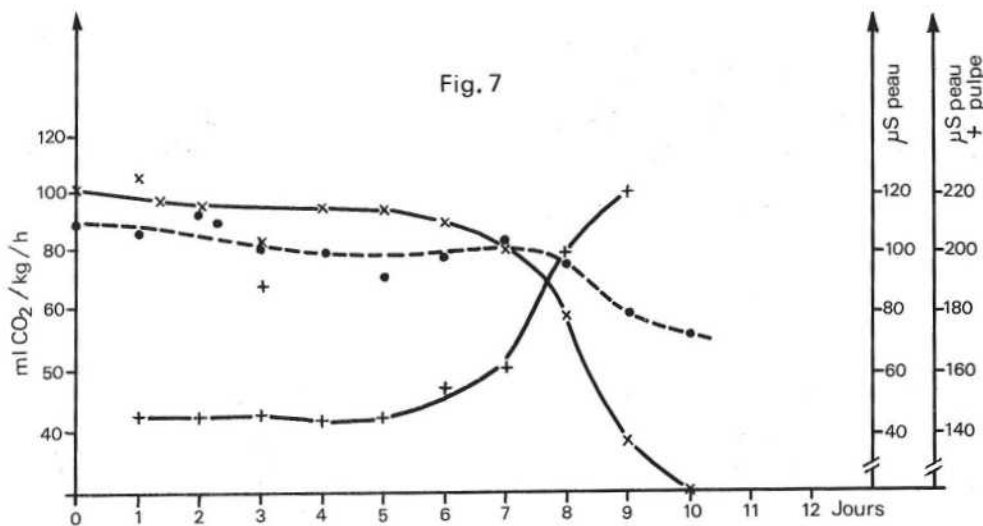


Fig. 7

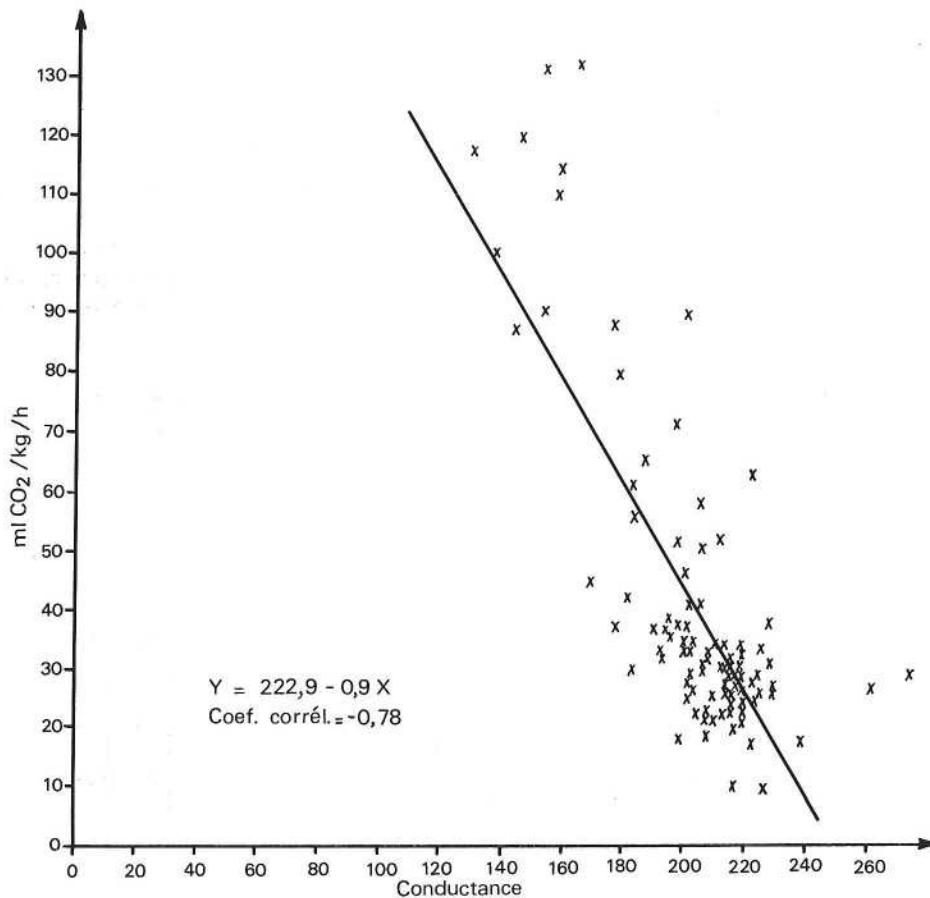


Fig. 8 • Corrélation entre l'intensité respiratoire (ml CO<sub>2</sub>/kg/h) et la conductance de la partie "peau + pulpe" (électrodes de longueur 10 mm).

Nous envisageons de poursuivre l'étude par :

- l'utilisation de cette méthode de mesure de l'état de maturité dans divers micro-climats de la Guadeloupe. Nous pourrions ainsi conseiller un grade de coupe optimum en fonction des conditions climatiques et affiner l'avertissement à la date de récolte du bananier.
- l'étude du potentiel de conservation et du stade de coupe

de certains plantains.

- l'étude de la relation : état de maturité - sensibilité au *Colletotrichum musae*.

Il est essentiel de poursuivre des recherches sur l'outil que représente la mesure de conductance : sa signification exacte, son évolution depuis la floraison, son exploitation possible pour déterminer les stades de maturité d'autres fruits (mangues, papayes notamment).

#### BIBLIOGRAPHIE

DEULLIN (R.) et MONNET (J.). 1956.  
Observations sur la dureté de la pulpe de la banane.  
*Fruits*, 11 (8), 341-354.

DEULLIN (R.) et MONNET (J.). 1960.  
Mesure de la plénitude de la banane.  
*Fruits*, 15 (5), 205-221.

DEULLIN (R.). 1963.  
Mesure de la couleur de la pulpe de la banane en phase préclimactéri-

que.  
*Fruits*, 18 (1), 23-26.

DEULLIN (R.). 1980.  
La conductance électrique de la peau de la banane, une caractéristique physique utilisable pour mieux déterminer l'évolution du fruit.  
*Fruits*, 35 (5), 273-281.

GANRY (J.). 1978.  
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), 669-680.
- GEORGE (J.B.), MARRIOTT (J.), PALMER (J.M.), KARIKARI (S.K.). 1982.  
Sensitivity to water stress and ethylene of stored plantain fruits.  
*J. of Exp. Bot.*, 33 (137), 1194-1201.
- GEORGE (J.B.) and MARRIOTT (J.). 1983.  
The effect of humidity in plantain ripening.  
*Sci. Hort.*, 21, 37-43.
- GOTTFREICH (M.), TEMKIM-GORODEISKI (N.), PELED (A.), SPODHEIM (R.) and AHARONI (Y.). 1969.  
The determination of the stage of ripeness of bananas by colorimetry.  
*Trop. Agri.*, 46 (3), 239-245.
- LASSOUDIÈRE (A.), BADOLO (A.) et HIEMA (F.). 1974.  
Caractéristiques pomologiques des régimes de bananiers 'Poyo' dans quatre zones de Côte d'Ivoire.  
*Fruits*, 29 (9), 561-581.
- LIU (F.W.). 1976.  
Correlation between banana storage life and minimum treatment time required for ethylene response.  
*J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 101 (1), 63-65.
- MARCHAL (J.), BERTIN (Y.), HALLOUET (H.) et PERRIER (X.). 1983.  
Evolution de quelques caractères physico-chimiques de l'Avocat après sa récolte.  
*Fruits*, 38 (12), 821-826.
- MARRIOTT (J.) and NEW (S.). 1975.  
Storage physiology of bananas from new tetraploid clones.  
*Trop. Sci.*, 17 (3), 155-163.
- MARRIOTT (J.), NEW (S.), DIXON (E.A.) and MARTIN (K.J.). 1979.  
Factors affecting the preclimacteric period of banana fruit bunches.  
*Ann. Appl. Biol.*, 93, 91-100.
- MARRIOTT (J.). 1980.  
Bananas - Physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality.  
*Crit. Rev. Food Sci. Nat.*, 13, 41-82.
- MARRIOTT (J.) and MONTOYA (J.). 1981.  
Preliminary observations using a method to predict premature ripening of bananas during transportation.  
*Proc. ACORBAT*, 1981).
- MARTIN-PREVEL (P.). 1983.  
Some new results about the pre-and post-harvest maturation and ripening of the banana.  
*Acta hort.*, 138, 165-171.
- MONTOYA (J.), MARRIOTT (J.), QUIMI (V.H.) and CAYGILL (J.C.). 1984.  
Age control of banana harvesting under ecuadorean conditions.  
*Fruits*, 39 (5), 293-296.
- NEW (S.) and MARRIOTT (J.). 1974.  
Post-harvest physiology of tetraploid banana fruit response to storage and ripening.  
*Ann. Appl. Biol.*, 78, 193-204.
- PALMER (J.K.). 1971.  
The banana.  
*The biochemistry of fruits and their products*. vol. 2, Hulme, A.C. ed., Academic Press, London.
- PEACOCK (B.C.). 1980.  
Banana ripening. Effect of temperature on fruit quality.  
*Queensl. J. Agric. Anim. Sci.*, 37 (1), 39-45.
- SANCHEZ-NIEVA (P.), COLOM-COVAS (G.), HERNANDEZ (I.), GUADALUPE (R.), DIAZ (N.) and VINAS (C.B.). 1968.  
Pre-harvest changes in physical and chemical properties of plantains.  
*J. Agri. of University Puerto Rico*, 52, 241-255.
- TERRA (N.N.), GARCIA (E.) and LAJOLO (F.M.). 1983.  
Starch - sugar transformation during banana ripening : the behaviour of UDP glucose pyrophosphorylase, Sucrose synthetase and invertase.  
*J. of Food Sci.*, 48, 1097-1100.
- THOMAS (P.), PAUL (P.), NAGARAJA (N.) and DALAL (V.B.). 1983.  
Physico-chemical and respiratory changes in Dwarf Cavendish variety of bananas during growth and maturation.  
*J. of Food Sci. and Techn.*, 20, 51-56.



## SICA - ASSO BAG

GROUPEMENT DE PRODUCTEURS  
DE BANANES DE LA GUADELOUPE

N° 100.40.273

DESMARIS  
B.P. 46  
97100 BASSE TERRE  
GUADELOUPE  
Téléphone 81.05.52  
Télex 919727  
Téléfax 81.16.08



59, av. de la Grande Armée  
75782 PARIS Cedex 16  
Téléphone 500.44.45  
Télex 630470 Paris  
Téléfax 500.28.33