

Caractéristiques anatomiques de l'épiderme de la banane plantain en relation avec les techniques de conservation.

Marie-Noëlle COLLIN et M. FOLLIOT*

ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF THE EPIDERM OF PLANTAIN IN RELATION TO STORAGE TECHNIQUES.

Marie-Noëlle COLLIN and M. FOLLIOT.

Fruits, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p. 9-16.

ABSTRACT - The purpose of the study was to determine the effect of different storage techniques, and especially the effect of partial vacuum on the epiderm of plantains and to find out whether the state of the stomata was a good criterion for the evaluation of the moisture stress in the fruits. Comparison with the epiderm of desert banana was performed and the evolution of anatomical characteristics of peel was monitored according to the flowering-cutting interval (60, 70, 80 and 90 days).

CARACTERISTIQUES ANATOMIQUES DE L'EPIDERME DE LA BANANE PLANTAIN EN RELATION AVEC LES TECHNIQUES DE CONSERVATION.

Marie-Noëlle COLLIN et M. FOLLIOT.

Fruits, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p. 9-16

RESUME - Cette étude a pour objectif de déterminer l'effet des différentes techniques de conservation, en particulier l'incidence du vide partiel sur l'épiderme de la banane plantain. Elle devrait également permettre de voir si l'observation de l'état des stomates est un bon critère d'évaluation des stress hydriques subis par les fruits.

Une comparaison avec l'épiderme de la banane dessert a été effectuée et l'évolution des caractéristiques anatomiques de la peau en fonction de l'intervalle fleur coupe (60, 70, 80 et 90 jours) a été suivie.

INTRODUCTION

L'allongement de la durée de vie de la banane plantain à l'état vert demande la mise en oeuvre de techniques diverses. Notre travail ayant porté sur l'étude du stockage sous film polyoléfine, sur l'utilisation d'un vide partiel et sur les trempages dans les gibberellines, nous avons été amenés à observer de façon plus précise l'épiderme des fruits.

L'étude des cellules épidermiques et des stomates revêt une importance non négligeable.

Les stomates sont les interfaces entre le milieu extérieur et le végétal.

Ce sont des dispositifs anatomiques formés de deux cellules stomatiques dont les parois sont plus épaisses que celles des cellules épidermiques voisines, surtout sur les faces qui délimitent l'ostiole. Ce dernier s'ouvre sur la poche aëriifère.

Ils interviennent directement dans les échanges gazeux (photosynthèse, respiration et transpiration). L'abaissement de l'humidité ou de la température, en créant un déficit hydrique, provoque leur fermeture. En général la lumière provoque leur réouverture (à l'exception des crassulacées et des cactées). Leur degré d'ouverture ou de fermeture détermine la vitesse de ces échanges et constitue le principal mécanisme de régulation de la transpiration. Il y a toujours une corrélation hautement positive entre la densité des stomates et l'intensité de la transpiration. Leur rôle est essentiel au maintien de l'équilibre hydrique de la plante. Dans le phénomène de résistance à la diffusion gazeuse la résistance stomatique est la plus importante.

Les différents facteurs régulés par les stomates sont fortement modifiés par la mise en conservation sous film.

Nous avons voulu vérifier l'influence du vide sur la structure cellulaire du fruit et savoir si des observations de stomates permettaient de déceler d'éventuels stress hydriques subis par le fruit.

L'efficacité de trempages de bananes dans des solutions de gibberellines est fortement dépendant de cet état (GEORGE, 1985 ; MARRIOTT, 1981).

MATERIEL ET METHODES

Les plantains du cultivar 'Orishele' proviennent du site expérimental d'Abbe en Côte d'Ivoire. Les inflorescences sont marquées au moment de la jetée de fleur afin de connaître leur âge au moment de la récolte.

Les régimes sont découpés en bouquets, emballés et expédiés par avion au Laboratoire de Montpellier. Les observations débutent dès la réception des fruits soit 48 h après la récolte.

Des empreintes négatives superficielles de l'épiderme des fruits sont réalisées (à l'aide d'un vernis) et observées au microscope optique à différents grossissements. Des coupes transversales ont été exécutées au microtome sur une épaisseur de 3μ après fixation des échantillons dans une solution de glutaraldéhyde (2,5 p. 100) et de caféine (1 p. 100), suivie d'une déshydratation par des passages successifs à l'alcool éthylique 70° puis d'une imprégnation dans une résine de base additionnée d'un activateur et d'un durcisseur initiant les réactions de polymérisation.

Les coupes obtenues sont ensuite colorées (acide périodique + réactif de Schiff + Hématoxyline de Regaud), séchées à l'étuve puis montées dans l'Eurapal (SENS, 1988).

De nombreuses microphotographies ont été prises pour effectuer les comptages et les observations.

Ces différentes observations portent sur :

- la comparaison de la structure épidermique entre bananes plantains et bananes de dessert ;
- le nombre, les dimensions et la surface des stomates d'une part, des cellules environnantes en fonction des IFC croissants des fruits d'autre part ;
- la comparaison de l'aspect cellulaire de l'épiderme des fruits avant et après passage dans une chambre de stockage maintenue à forte humidité (100 p. 100) ;
- l'influence d'un vide partiel sur les cellules stomatiques et épidermiques.

RESULTATS

Aspect général d'une coupe transversale de la peau d'une banane plantain (cultivar 'Orishele').

Les différents éléments composant la peau sont :

- l'épiderme formé d'une couche de cellules minces dont la continuité est interrompue par les stomates. Il a un rôle de protection contre les dommages mécaniques, les attaques fongiques, et réduit la transpiration ;
- le parenchyme situé juste au-dessous de l'épiderme, sa couche superficielle est formée de cellules contenant la chlorophylle, alors que la couche profonde est composée de cellules de réserve qui contiennent de l'amidon ;

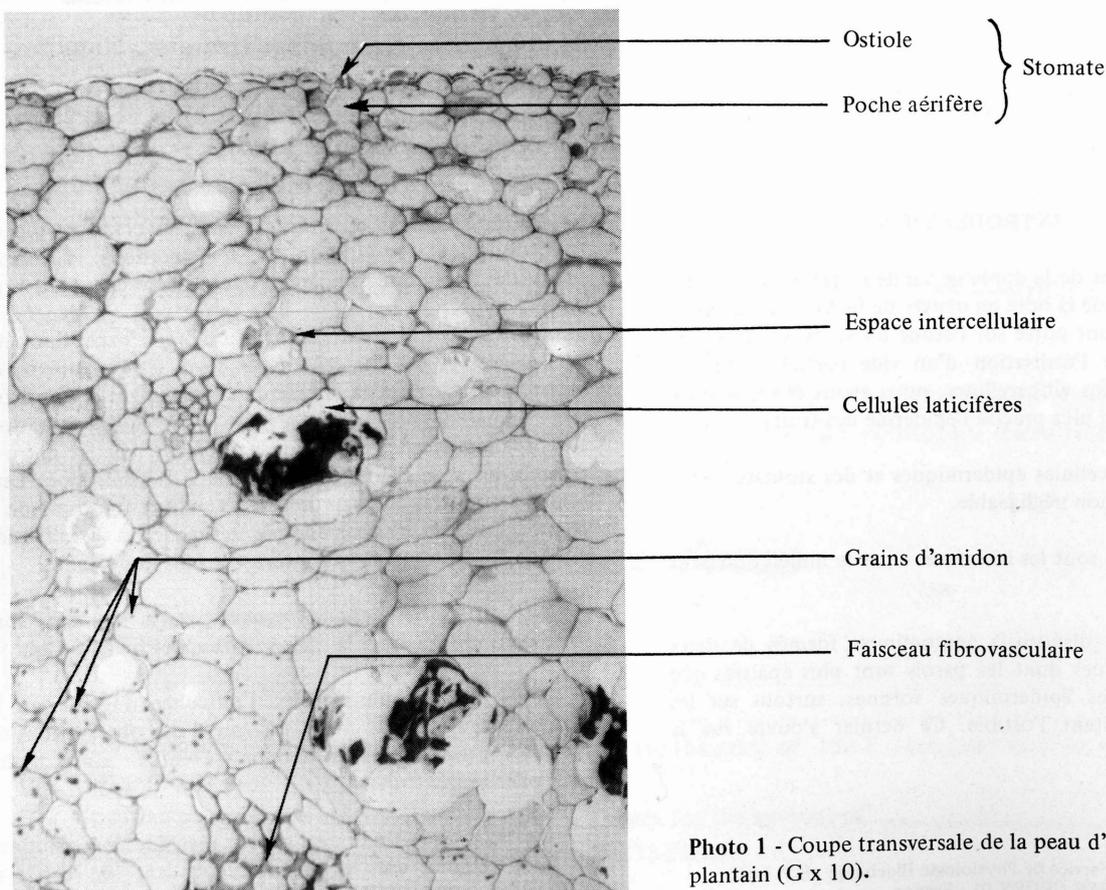


Photo 1 - Coupe transversale de la peau d'une banane plantain (G x 10).

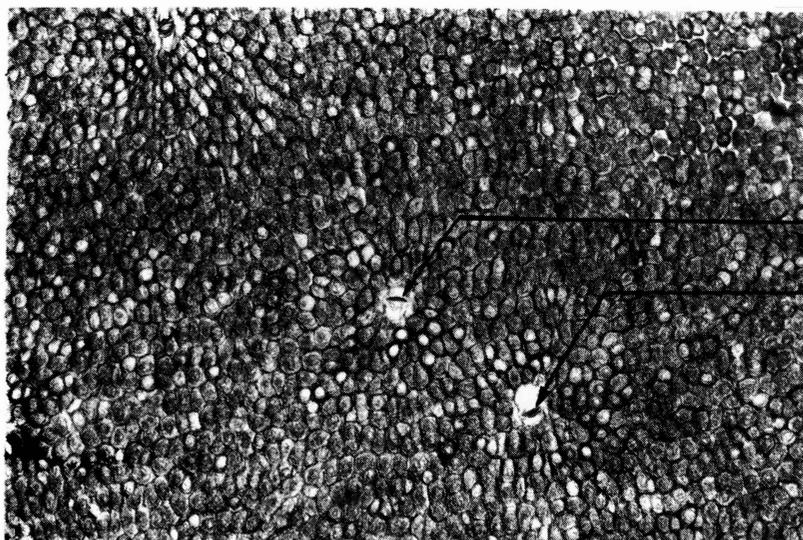


Photo 2 - Epiderme d'une banane de dessert avec stomates (G x 10).

- le système fibrovasculaire qui permet de maintenir la rigidité des tissus de la peau et assure le transport de l'eau et des éléments nutritifs ;
- le système laticifère qui est parallèle au système fibrovasculaire.

Variations observées en fonction de l'IFC et de la face du fruit.

Le nombre de stomates par unité de surface (cm^2) varie peu pour les différents IFC comparés (60, 70, 83 et 90 jours). Il est en moyenne de $403/\text{cm}^2$.

Un maximum de $440 \text{ stomates}/\text{cm}^2$ est observé à 60 jours, le minimum atteint est de $370/\text{cm}^2$ et se situe vers 80 jours.

Ces variations sont dues au degré de remplissage et à l'augmentation du calibre des fruits provoquant une élongation des cellules.

Une étude comparative effectuée avec des bananes de dessert (cultivar 'Poyo') montre un nombre de stomates

identique.

Le nombre de stomates par unité de surface est identique sur les deux faces du fruit.

Par contre leur surface (calculée en multipliant la longueur du plus grand axe joignant l'extrémité des cellules auxiliaires par la distance maximum reliant les cellules de gardes) s'accroît avec l'IFC sur la face externe et elle est plus faible sur la face interne, phénomène vraisemblablement lié à la conformation du fruit.

Tableau 1 - Comparaison de la surface des stomates (exprimée en μ^2) des faces interne et externe des bananes plantains, d'intervalle fleur coupe variable, placées dans des conditions identiques.

IFC (jours)	Face externe surface μ^2	Face interne surface μ^2
60	1 223	1 209
70	1 498	1 329
83	1 596	1 237
91	1 887	1 379

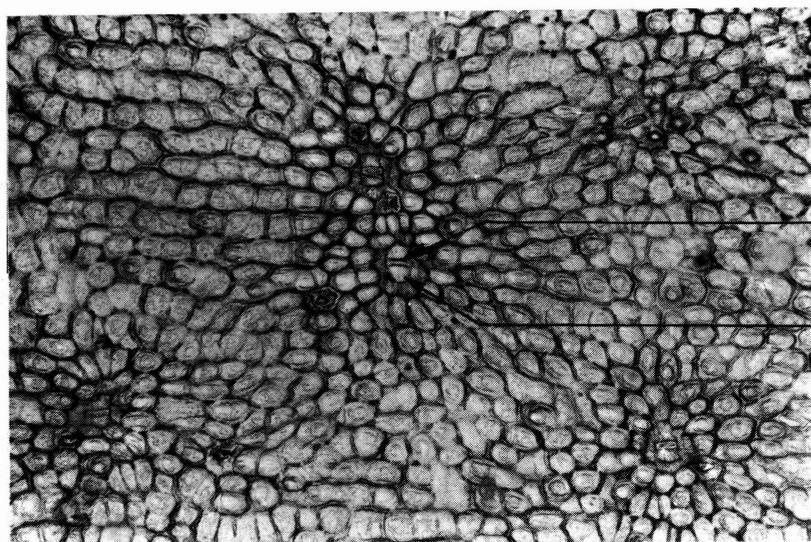
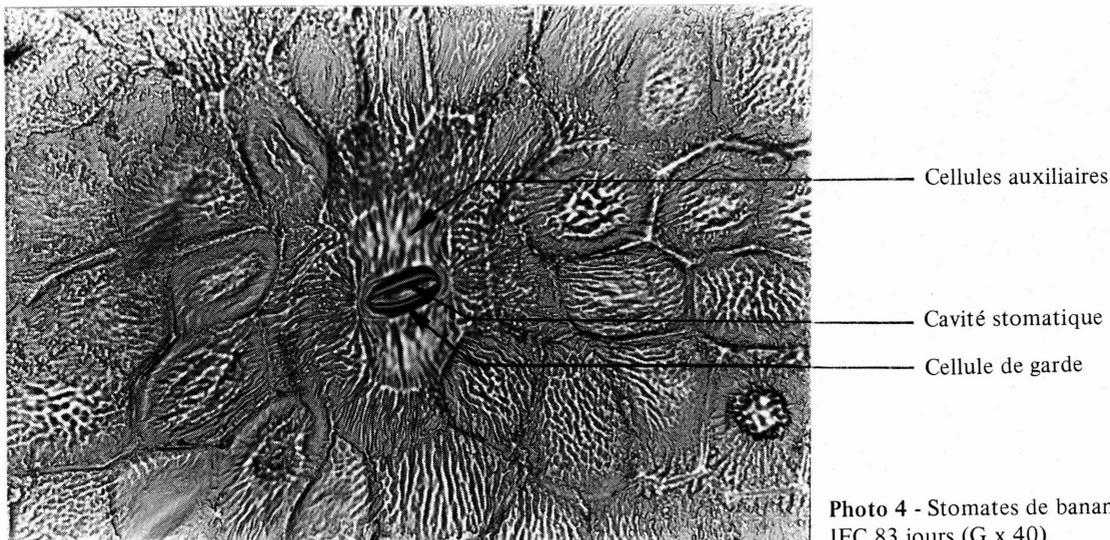


Photo 3 - Epiderme d'une banane plantain avec stomates (G x 10)



Si le nombre de stomates reste à peu près constant au cours du développement du fruit, la surface des cellules stomatiques et des cellules épidermiques environnantes augmente régulièrement (elle varie de $862 \mu^2$ pour 60 jours à $1\,428 \mu^2$ pour 90 jours) ; donc pour les IFC étudiés, il n'y a probablement plus de multiplication cellulaire mais bien un étirement des cellules.

Une étude plus fine de coupes d'inclusion d'épiderme dans la résine nous a permis par agrandissement photographique de préciser l'évolution morphologique des stomates à différents intervalles fleur-coupe des fruits.

Il existe deux niveaux d'ouverture du stomate (photos 5, 6, 7 et 8) :

- un niveau superficiel (premier niveau d'ouverture) ; il est observable sur les empreintes ;
- un niveau profond (deuxième niveau d'ouverture) situé à la base du canal de l'ostiole. Il est visible seulement sur les

coupes transversales.

Mesure des degrés d'ouverture des deux niveaux (exprimés en μ) :

IFC	Niveau supérieur	Niveau inférieur
60	5,39	1,96
70	4,90	2,20
80	8,57	5,39
90	12,74	6,86

Pour des fruits placés dans les mêmes conditions de température et d'humidité jusqu'à 70 jours, l'ouverture superficielle de la cavité stomatique reste constante, au-delà elle croît en fonction de l'IFC du fruit. Par contre l'ouverture profonde augmente régulièrement avec l'IFC.

Influence de l'humidité sur l'épiderme de la banane plantain.

L'hygrométrie de l'atmosphère est très importante pour la conservation des fruits ; elle a une influence sur l'efficacité des traitements effectués avec des gibberellines sur bananes plantains (MARRIOTT, 1981).

Le passage des fruits dans une chambre à forte humidité (saturante) entraîne un épaissement des membranes cellulaires lié probablement à l'absorption d'eau (visible sur la photo 10). Par contre les empreintes ne permettent pas de conclure à l'ouverture ou à la fermeture de l'ostiole. Il n'est donc pas possible de déceler un stress hydrique en fonction de l'ouverture ou non des stomates, objectif que nous nous étions fixé. Ce phénomène qui peut paraître étrange puisque toutes les conditions sont réunies pour obtenir une ouverture maximale des stomates a déjà été observé sur feuilles de bananiers (AUBERT, 1970). Différents auteurs (STALFELT, 1956 ; RASCHKE et KUHLL, 1969) ont signalé cette anomalie et l'ont désignée sous le terme de fermeture hydropassive (LEMEE, 1956). Il s'explique par la force mécanique importante que peuvent

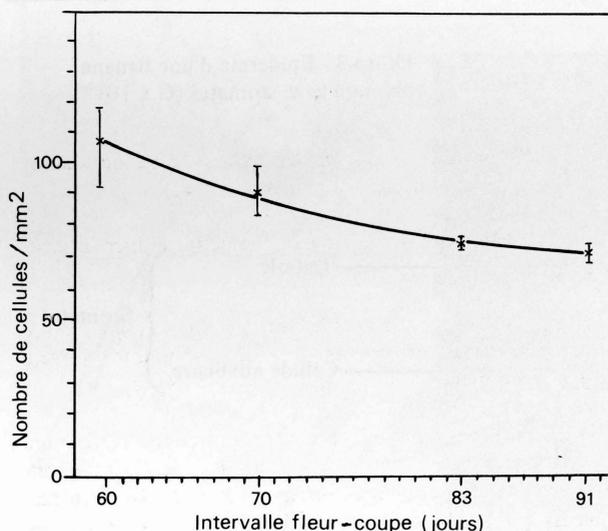
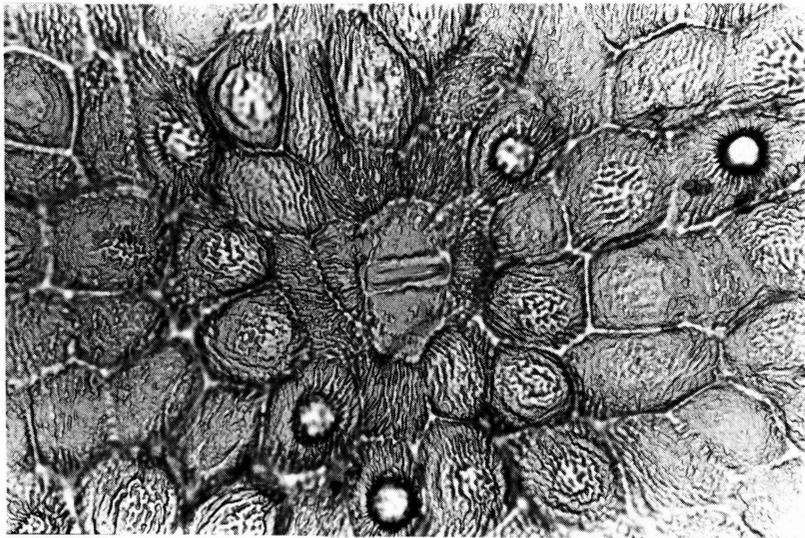
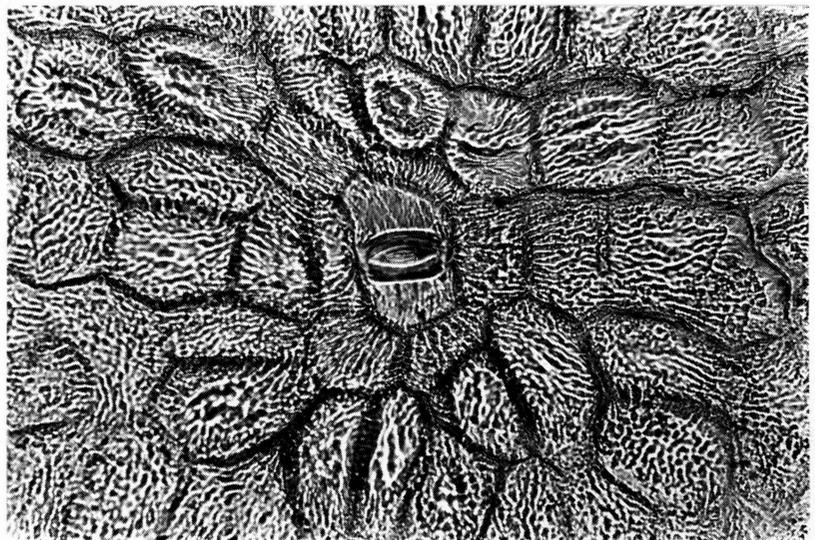


Figure 1 * Evolution du nombre de cellules épidermiques (face externe) en fonction de l'intervalle fleur-coupe.



Avant

Après



Photos 5 et 6 - Empreintes de stomates et des cellules environnantes avant et après passage dans une enceinte maintenue à 100 p. 100 d'humidité (G x 40) (durée 12 h de nuit ; température 20-22°C).

exercer les cellules de garde lorsque les tissus sont turgescents.

Influence du vide partiel sur l'épiderme de la banane plantain.

La technique de vide partiel provoque de sévères altérations au niveau de l'épiderme des fruits (photos 11, 12, 13 et 14). La dégradation est tout d'abord observable au niveau de l'ostiole, elle s'étend ensuite aux cellules auxiliaires entourant la cavité stomatique.

En premier lieu tous les stomates sont dégradés probablement en raison d'une fragilisation liée à la poche aëriifère sous-jacente. Un maintien du vide provoque ensuite une rupture progressive des cellules épidermiques. Les dégâts observés ne sont pas proportionnels à l'intensité du vide (152, 304, 456, 608 mm de Hg).

Il semble qu'à partir d'un vide de 150 mm de Hg, au moins, les dégâts cellulaires sont totalement irréversibles mais les altérations qui apparaissent en microscopie ne se traduisent pas forcément par des dégâts visibles à l'oeil nu.

Des vides plus poussés peuvent donc être et sont utilisés pour la conservation des bananes de dessert (système du BANAVAC).

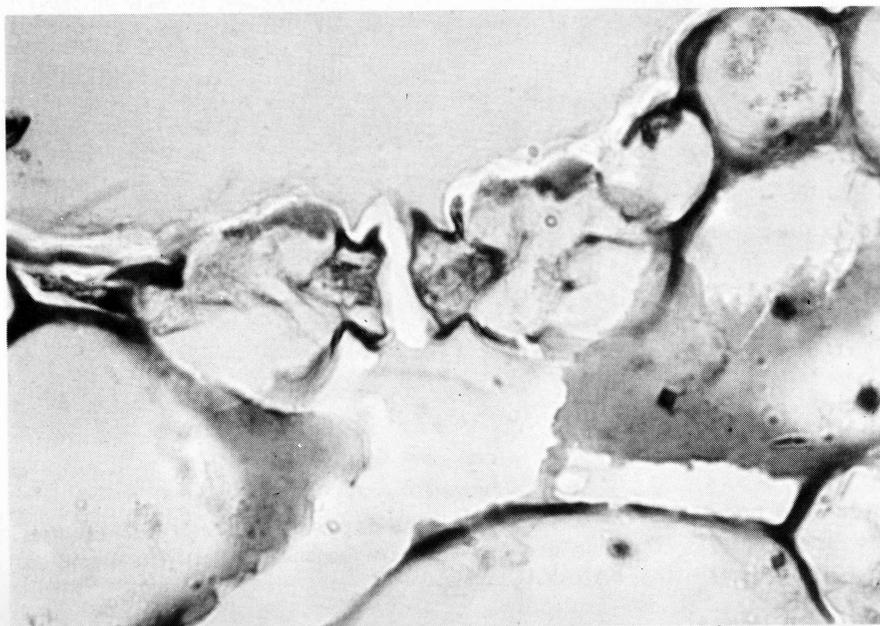
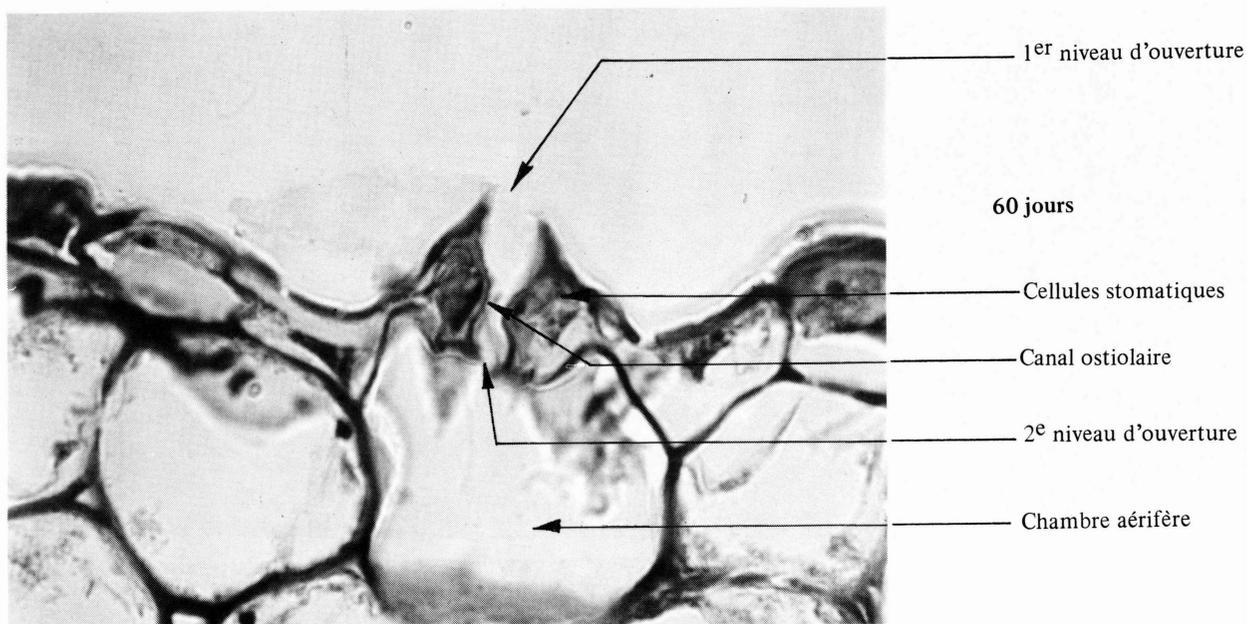
CONCLUSION

Le nombre de stomates sur l'épiderme des bananes plantains et des bananes douces n'est pas différent.

Il est identique sur la face externe et sur la face interne de la banane plantain.

Il existe deux niveaux d'ouverture du stomate : un niveau superficiel observable par des empreintes et un niveau profond visible sur des coupes transversales.

Après passage dans une chambre à humidité saturante, le phénomène de fermeture hydropassive de l'ostiole est constaté ; en conséquence l'observation de l'ouverture des stomates pour déceler les stress hydriques éventuels subis par le fruit n'est pas une technique utilisable, seul l'aspect des cellules environnantes peut être un indice significatif.

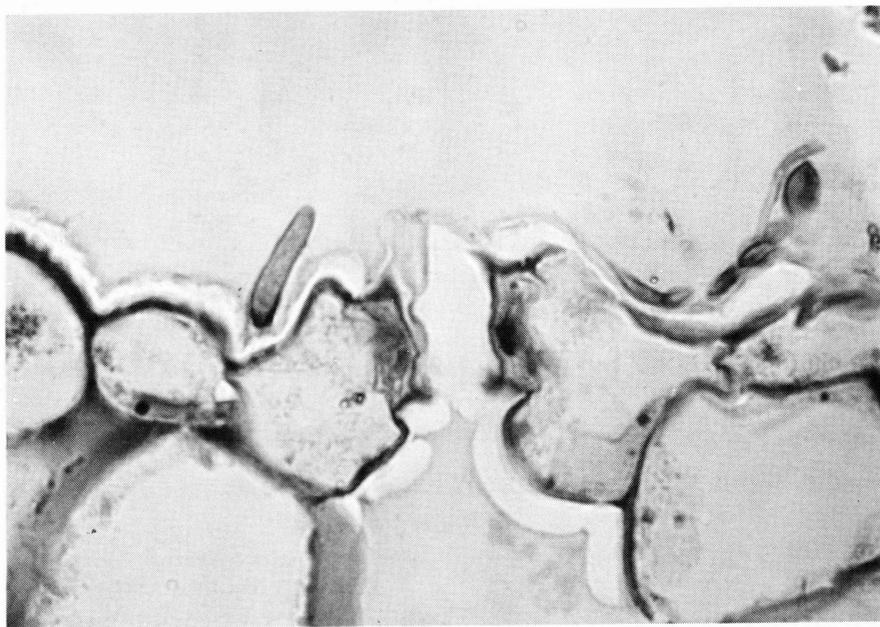


Photos 7 et 8 - Coupes transversales de stomates (G x 100, objectif à immersion) IFC de 60 jours et 70 jours.

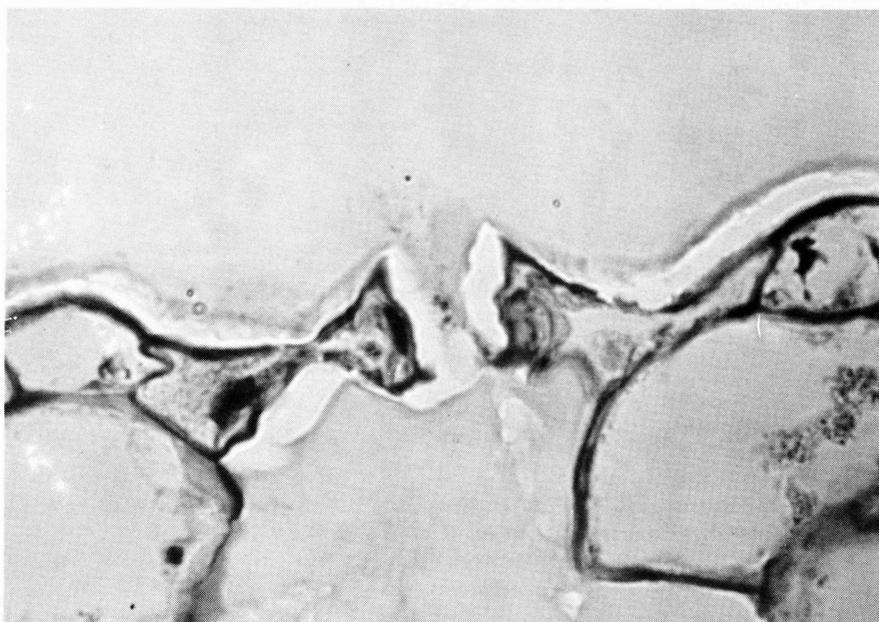
L'utilisation du vide partiel provoque des altérations du stomate et des cellules environnantes. Ces dégâts ne sont pas proportionnels à l'intensité du vide utilisé. Cette dégradation visible au microscope n'entraîne pas de réelles nécroses de l'épiderme du fruit après remise en atmosphère normale au niveau de vide testé dans cette étude (150 à 608 mm de mercure). On peut supposer que des niveaux de vide plus intenses créant des lésions plus étendues pourraient entraîner des dégâts visibles sur la peau du fruit.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (B.) et DE PARCEVAUX (S.). 1969.
Résistance à la diffusion gazeuse au niveau de l'épiderme foliaire de quelques plantes fruitières tropicales et subtropicales.
Fruits, 24 (4), 177-190.
- AUBERT (B.). 1970.
Etude de la résistance à la diffusion gazeuse au niveau de l'épiderme foliaire du bananier et de l'ananas en conditions naturelles.
Fruits, 25 (7-8), 495-507.
- AUBERT (B.). 1968.
Etudes préliminaires des phénomènes de transpiration chez le bananier. Première partie.
Fruits, 23 (7), 357-381.
Deuxième partie.
Fruits, 23 (9), 483-494.
- BANKS (N.H.). 1984.
Some effects of TAL Pro-long coating on ripening bananas.
J. of Exp. Bot., 35 (150), 127-137.



80 jours



90 jours

Photos 9 et 10- Coupes transversales de stomates (G x 100, objectif à immersion) IFC de 80 jours et 90 jours.

GEORGE (J.B.). 1985.

Water stress and gibberellins : effects on the storage of plantains.

Compte rendu de la 3ème réunion de l'Association internationale pour la Recherche sur le Plantain et les Bananes, p. 152-154.

LEMEE (G.). 1956.

Aspect écologique de la régulation stomatique de la transpiration.

Bull. Soc. Franc. Physiol., 2, 29-38.

MARRIOTT (J.). 1980.

Bananas - Physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality.

Critical Review in Food Science and Nutrition, p. 41-88.

RASCHKE (K.) and KUHL (U.). 1969.

Stomatal responses to changes in atmospheric humidity and water supply. Experiments with leaf sections of zea mays in CO₂ - free air.

Planta (Berl.), 87, 36-48.

SENS (I.). 1988.

Approche de la nutrition minérale et hydrocarbonnée des bananes en culture *in vitro*.

Diplôme d'Etudes approfondies, USTL Montpellier, 47 p.

SLOCUM (A.H.). 1933.

Banana chilling studies.

2. Effect of low temperature upon cell structure

STALFELT (M.G.). 1929.

Die Abhängigkeit der Spaltöffnungsreaktionen von der wasserbilanz.

Planta, 287.

WILLIAMS (M.H.), WESK (M.) and MOLLINS (M.G.). 1989.

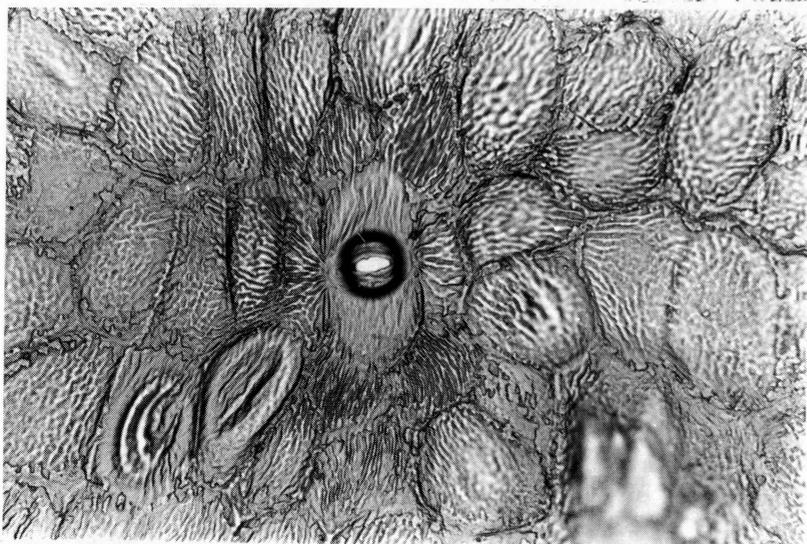
A scanning electron microscope study of the formation and surface characteristics of the peel of the banana fruit during its development

Bot. Gaz., 150 (1), 30-40.

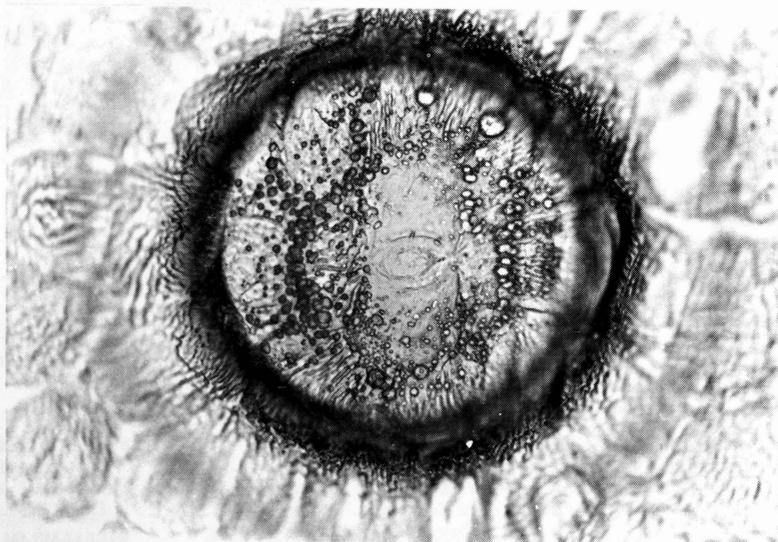
REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été effectués avec la collaboration de M. Luis NAVARRO-MASTACHE pour la réalisation des coupes ultrafines dans le laboratoire de Cytologie du CIRAD (M. SCHWENDIMAN).

Photos 11 et 12 - Evolution des dégradations dues au vide sur l'épiderme de la banane plantain (G x 40).



Photos 13 et 14 - Evolution des dégradations dues au vide sur l'épiderme de la banane plantain (G x 40).



CARACTERISTICAS ANATOMICAS DEL PLATANO EN RELACION CON LAS TECNICAS DE CONSERVACION.

Marie-Noëlle COLLIN y M. FOLLJOT.

Fruits, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n°1, p. 9-16.

RESUMEN - Este estudio tiene por objetivo determinar el efecto de las diferentes técnicas de conservación, en particular la incidencia del vacío parcial sobre la epidermis del plátano.

Debería también permitir ver si la observación del estado de los estomas es un buen criterio de evaluación de los stress hídricos sufridos por los frutos.

Se ha efectuado una comparación con la epidermis del banano «postre» y se sigue la evolución de las características anatómicas de la piel en función del intervalo flor-corte (60, 70, 80 y 90 días).

