

balance des comptes exige que le recours aux navires étrangers soit limité dans toute la mesure du possible, d'autant plus que la plupart des affrètements se traitent en devises appréciées.

Le rôle des navires étrangers ne doit être qu'un

rôle d'appoint. Pour l'essentiel du transport, il est nécessaire que le pavillon français, en l'occurrence les compagnies de navigation intéressées, soit en mesure d'y faire face. Planteurs et compagnies de navigation doivent y trouver leur compte.

LE TRANSPORT DE LA BANANE

par **R. DEULLIN**

INGÉNIEUR TECHNOLOGUE
A L'INSTITUT DES FRUITS ET AGRUMES COLONIAUX.

La réduction du coût des diverses manipulations subies par les régimes de banane de la cueillette à la mise en cale du bateau, la suppression des avaries en cours de transport, le maintien de la qualité du fruit, tel est le triple but que l'auteur s'est fixé.

Dans cet article, il pose le problème général, expose les différentes questions à étudier, fait part des résultats déjà obtenus, et fait le point des travaux en cours.

LE PROBLÈME POSÉ

Le transport de la banane a pour but de livrer aux mûrisseries situées à plusieurs milliers de kilomètres des lieux de production un fruit encore vert dont la maturation n'est pas commencée, susceptible de donner le fruit savoureux et nourrissant justement apprécié des consommateurs.

Après la récolte, le régime doit être paré, emballé, transporté de la plantation jusqu'au quai d'embarquement, contrôlé, chargé dans les cales d'un navire, soumis à un transport réfrigéré ou ventilé suivant la distance à parcourir, déchargé au port d'arrivée et amené en mûrissierie ; c'est ce qui explique que le problème du transport de la banane est complexe et nécessite l'intervention de facteurs nombreux.

Il faut tenir compte de la nature propre du fruit qui conditionne son comportement en cours de transport, de sa variété qui impose le choix de certaines techniques (emballage, manutention, arrimage), de l'incidence économique des techniques utilisées, c'est pourquoi des techniques plus perfectionnées ne pourront être employées si elles se révèlent trop onéreuses.

Pour mieux situer la complexité et l'ampleur du problème posé par le transport annuel de près de 300.000 tonnes de bananes dans le cadre de l'Union Française, nous allons très rapidement examiner ces différents points :

La nature du fruit.

La banane est un fruit tropical produit par une plante à développement rapide qui peut fructifier à n'importe quelle période de l'année. La durée de la formation du régime dépend des conditions de la végétation qui sont variables, c'est ce qui explique que l'intervalle fleur-coupe peut varier de 60 à 120 jours, d'où il résulte que l'appréciation du moment de la récolte pose un premier problème qui est important, parce qu'il engage la stabilité du fruit pendant toute la durée du transport.

La banane est un fruit sensible aux conditions extérieures, aussi un second problème du transport consiste à le placer dans les conditions les plus favorables à sa stabilité. Lorsque les conditions du transport ne lui sont pas favorables, la banane est capable d'avoir des réactions très brutales, c'est ce qui lui a valu, à tort d'ailleurs, la réputation de fruit fragile. Placée dans les conditions qui lui conviennent, la banane se montre stable. Elle ne s'adapte pas à des conditions contraires à sa nature, c'est là une règle impérative qu'il ne faut jamais oublier lorsqu'il s'agit de son transport.

Les variétés du fruit.

La commercialisation de la banane porte sur trois variétés de fruits :

La banane Gros Michel cultivée au Cameroun,

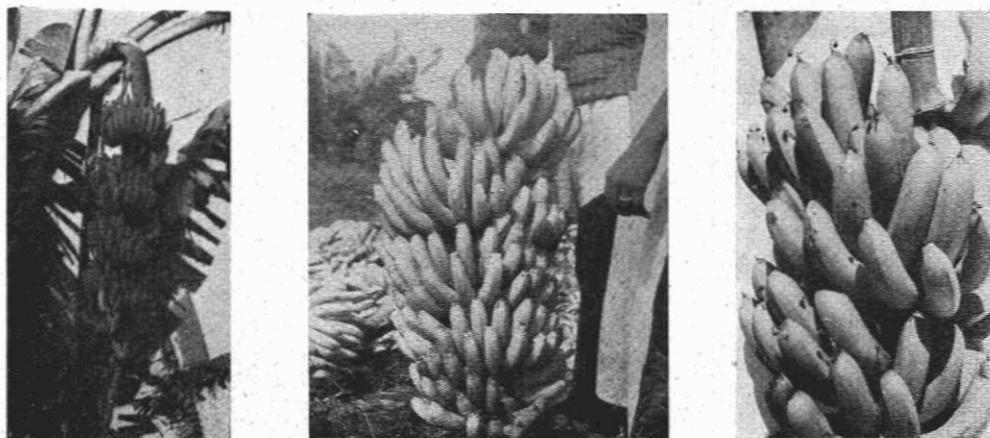


FIG. 1. — De gauche à droite : Régimes de Gros Michel, Bananier Nain et Poyo (Photos I. F. A. C.).

La banane Poyo (groupe *Musa sinensis*) cultivée aux Antilles,

La banane Naine (groupe *Musa sinensis*) cultivée aux Antilles, en Côte d'Ivoire et en Guinée (variété cultivée également aux Canaries).

Chacune de ces variétés présente des particularités qui conditionnent la technique du transport à utiliser (vrac nu, emballage par exemple).

Les moyens de transports utilisés.

Ils varient et dépendent de la situation géographique des lieux de production.

De la plantation au quai, les moyens de transport utilisés sont variés : les plantations peuvent se trouver à quelques kilomètres du port d'embarquement ou s'en éloigner de 300 kilomètres ; suivant le cas, l'acheminement se fera par la route, par la route et le chemin de fer, par la route et la voie d'eau.

Les ports d'arrivée peuvent être relativement proches, ce qui permet l'utilisation de navires munis de cales ventilées, ou beaucoup plus éloignés, ce qui nécessite l'emploi de navires spécialisés munis de cales réfrigérées, ce sont les navires bananiers.

Incidence économique des techniques utilisées.

L'emballage et le transport de la banane sont coûteux. Pour la Côte d'Ivoire par exemple, l'ensemble des frais de transport représente plus de 50 francs au kg ; l'emballage revient à 10 francs environ par kg de fruit, ce qui signifie qu'avec un cours moyen de 85 francs métré de vente, à quai métropole, le planteur ne reçoit que 25 francs métré au kilogramme. L'ensemble des frais de l'emballage et le transport représentent environ 70 % du prix de vente à quai, c'est pourquoi, certaines techniques, bien que plus parfaites, ne pour-

ront pas entrer en application parce qu'elles sont trop onéreuses et compromettent la rentabilité de la commercialisation.

Les marges bénéficiaires du planteur sont très étroites ; elles jouent sur quelques pour cent. Aussi lorsqu'on permet aux planteurs de récolter des régimes plus évolués, d'un poids augmenté de 5 % par exemple, grâce à une amélioration de la technique du transport, ces 5 % peuvent constituer le seul bénéfice du planteur en période difficile. L'étude du transport de la banane doit donc être considérée non seulement comme un problème d'actualité, mais également comme ayant une portée pratique immédiate.

Sur la base du cours moyen pratiqué au quai d'arrivée en France, un gain de 5 % sur le tonnage commercialisé joue sur plus de un milliard de francs métré.

De ces considérations préliminaires, il résulte que l'étude du transport de la banane n'est pas simple ; au contraire, elle est ample et diversifiée ; elle fait appel à des connaissances variées : biologie et physiologie végétale, agronomie, techniques industrielles (échanges thermiques, réfrigération, ventilation, hygrométrie, manutention) et à la technique maritime.

Dans l'exposé qui suit, nous serons obligés d'être succincts, nous chercherons à donner une vue d'ensemble, nous indiquerons des données récemment acquises et nous concluons sur une note optimiste en montrant que le transport de la banane, qui a déjà atteint un niveau de régularité indéniable, est perfectible, ce qui justifie la continuation des travaux de recherches qui sont entrepris à ce sujet.

Pour ce faire, nous diviserons cet exposé comme suit :
Les bases du transport de la banane.

La connaissance du fruit.

Le degré de coupe et la stabilité du fruit en cours de transport.

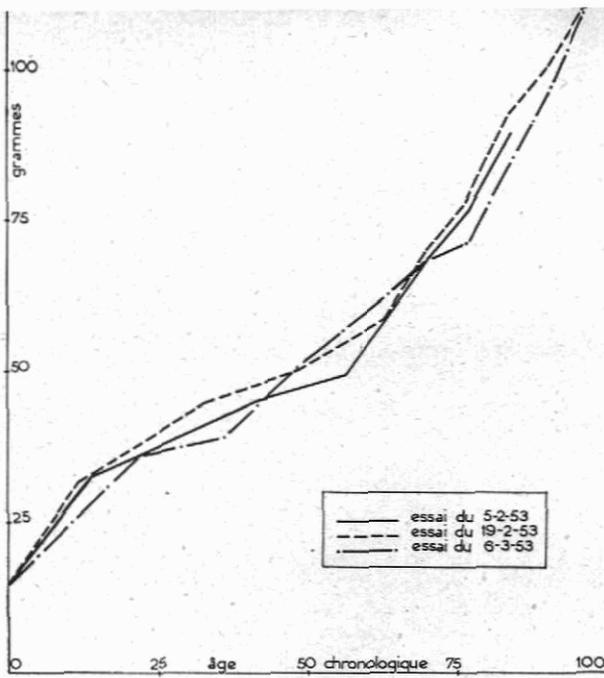


FIG. 2. — Graphique de croissance des fruits de première main.

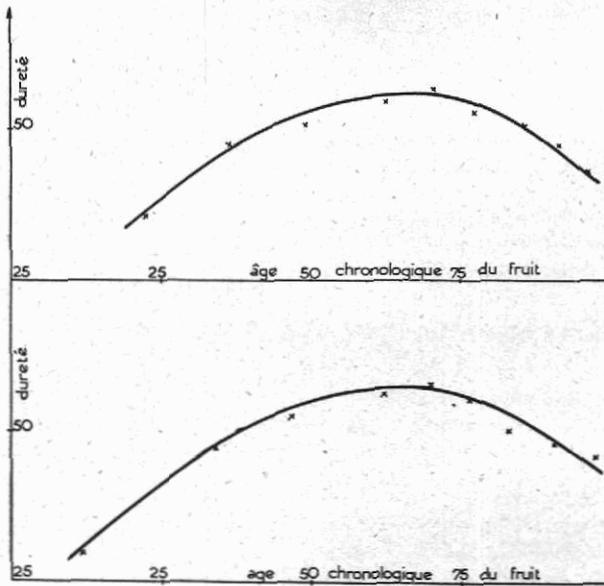


FIG. 3. — Courbes de dureté de la pulpe en fonction de l'âge chronologique.

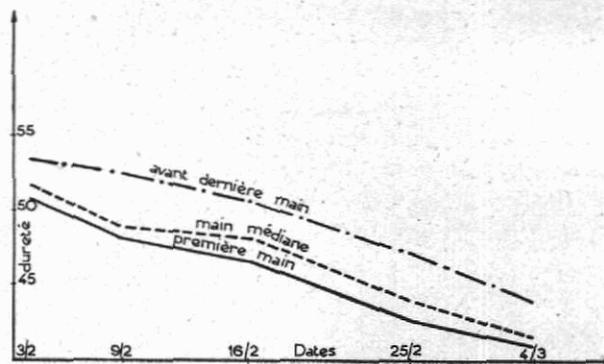


FIG. 4. — Courbe de dureté moyenne des fruits de 22 régimes pendant leur développement sur le plant.

- L'emballage : sa doctrine et sa technique.
- Le contrôle du conditionnement de la banane.
- La technique du transport.
- Les facteurs qui influencent la stabilité du fruit.
- Le transport dans la plantation.
- De la plantation au port d'embarquement.
- Le hangar à banane au port d'embarquement.
- Le transport maritime (chargement, arrimage, ventilation, hygrométrie, atmosphère des cales).
- Le hangar à banane au port de débarquement.

La technique du transport de la banane est en pleine évolution, il est possible de l'améliorer, ce qui permet d'augmenter le poids à la récolte. En définitive, le consommateur doit bénéficier des progrès réalisés en achetant un fruit plus savoureux et plus économique qui contiendra plus de substance nutritive et moins de peau.

Les bases du transport de la banane.

Le transport de la banane repose sur trois bases essentielles :

La stabilité du fruit :

Le fruit doit avoir une stabilité suffisante pour arriver en fin de transport à l'état vert, sans être entré en maturation, ce qui constitue le problème du degré de coupe.

La protection du fruit contre les chocs :

Il faut assurer une protection efficace contre les risques de blessures du régime en cours de transport et tout particulièrement pendant les manutentions ; c'est le problème de l'emballage.

La technique du transport :

Enfin, dès sa récolte, il faut placer le fruit dans les conditions les plus favorables à sa stabilité ; c'est le problème de la technique du transport en général, et plus spécialement celui de la technique du transport maritime.

Pour être réussi, le transport doit employer judicieusement ces trois éléments :

Les deux premiers, le degré de coupe et l'emballage relèvent directement du planteur.

Le troisième relève des transporteurs (camion, fer, péniche, navire bananier).

Mais l'étude de ces trois problèmes repose sur une base commune qui est celle de la connaissance du fruit, des étapes de sa vie, de son évolution sur le plant et après la récolte, et de son comportement vis-à-vis des différents facteurs auxquels il est soumis.

La connaissance du fruit.

(Fruit normal, fruit bouilli vert, fruit à chair jaune, le dégrain.)

* * *

Le fruit normal.

Le fruit sur le plant. — La naissance du fruit se compte à la sortie de la fleur, à vrai dire il est déjà formé pendant tout le trajet de la fleur à travers le pseudotrunc du bananier, mais l'apparition de la fleur permet

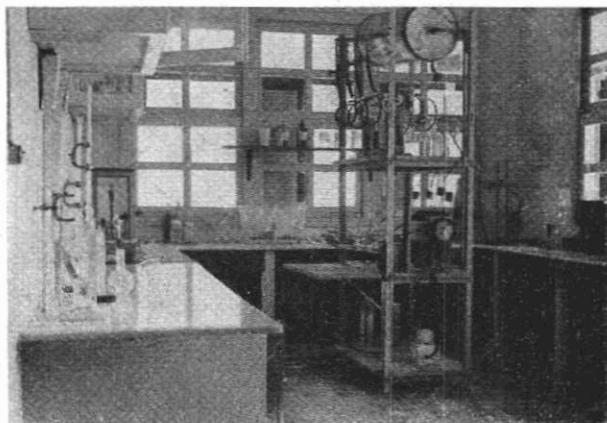


Fig. 6. — Poste installé à Abidjan pour l'étude de l'activité respiratoire.

un repérage facile, c'est pourquoi le jour zéro, c'est-à-dire celui de sa naissance, est choisi à ce moment.

Lorsque les bractées florales se relèvent, les mains du régime apparaissent successivement : celle qui est placée du côté du gros bout de la hampe est d'abord visible, c'est la première main d'après la dénomination du planteur, et c'est celle qui entrera en maturation la première. Le mûrisseur emploie une dénomination inverse, mais comme nous considérons le régime à la plantation et en cours de transport nous appellerons toujours première main, celle qui apparaît d'abord, celle qui est placée du côté du gros bout de la hampe.

Le fruit de première main à sa naissance pèse une quinzaine de grammes et ne contient pas d'amidon. Il y a nouaison sans fécondation, les extrémités florales ne tardent pas à se flétrir et devront être enlevées ultérieurement.

Le fruit qui est pointé vers le bas commence à se relever et c'est le début de son développement sur le plant qui se poursuivra jusqu'au moment de la récolte, lorsqu'il aura atteint le stade de la coupe commerciale.

La durée de son développement (qui constitue son

âge chronologique) à la coupe est essentiellement variable. Dans le cas du bananier Sinensis, cette durée est de 60 jours lorsque le bananier rencontre des conditions très favorables, et de 120 jours dans des cas extrêmes lorsque la température s'abaisse momentanément en dessous de 12 degrés centigrades, lorsqu'il y a pigmentation du fruit sur le plant.

Il est intéressant de bien connaître les facteurs qui favorisent le développement du fruit et ceux qui ont une influence perturbatrice. Force nous est de constater que les renseignements que nous possédons à ce sujet sont encore fragmentaires et l'étude approfondie du développement du fruit sur le plant reste à faire pour la banane Sinensis en Afrique Occidentale.

Les facteurs qui interviennent sont nombreux : température, hygrométrie, lumière et rayonnement solaire, humidité du sol, température du sol, nature du sol, fumure, paillage, travail du sol, hauteur du plan d'eau, parasites (charançons, anguilles), maladies (cercospora, bleu). Leur interaction mutuelle, jointe aux variations mêmes du facteur considéré indépendamment des autres pendant la durée moyenne du développement du fruit qui se situe de 80 à 90 jours pour le bananier Sinensis, rend l'étude de leur influence particulièrement difficile.

Il semble par exemple que l'augmentation de la température et du rayonnement solaire soit un facteur d'accélération. L'intervalle fleur-coupe d'un essai d'irrigation par aspersion à la Station Centrale de l'I. F. A. C. venant d'être replanté, donc avec des sorties de fleurs bien groupées, donne une moyenne de 82 jours pour les fleurs de mai, début juin et 87 jours pour les fleurs de fin juin-juillet. En 1950, les plants ont été

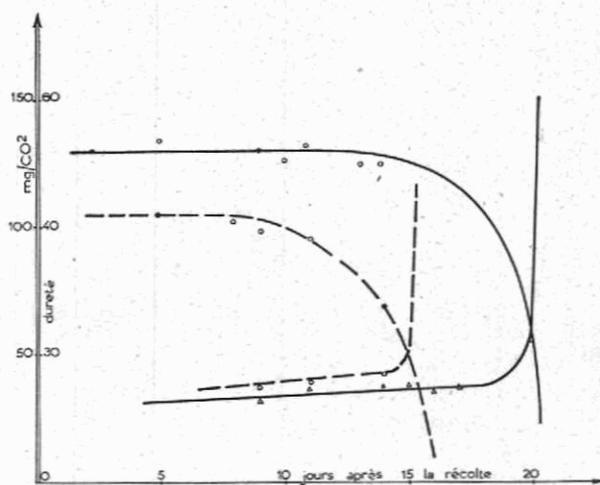


Fig. 5. — Graphique de l'intensité respiratoire et de la dureté de la pulpe des fruits de première main de deux régimes récoltés à des âges physiologiques différents.



FIG. 7. — Présentation d'un emballage guinéen (Photo Pellegrin, I.F.A.C.).

placés dans des conditions comparables pendant le développement foliaire et le facteur sécheresse ne doit pas jouer. L'allongement de l'intervalle fleur-coupe paraît devoir être attribué à une diminution de la température et du rayonnement solaire.

En Côte d'Ivoire, l'intervalle fleur-coupe d'une plantation de la région de Tiassalé, est plus faible pour les fleurs de janvier et février en saison sèche que pour les fleurs de saison des pluies.

En Moyenne-Guinée, l'intervalle fleur-coupe est augmenté pour les fleurs de novembre qui subissent l'abaissement de température de décembre et l'effet d'un degré hygrométrique peu élevé dans la journée.

Il n'est pas encore possible de se prononcer avec netteté sur l'effet de la sécheresse dont l'action se fait sentir avec une élévation de température et une augmentation du rayonnement solaire. La sécheresse peut simplement ralentir la croissance du fruit sans influencer son évolution physiologique. Les avis diffèrent et il ne sera possible d'être renseigné à ce sujet qu'après une étude approfondie de cette question dont l'importance ne doit pas échapper, puisque la connaissance des facteurs qui influencent le développement du fruit constitue un des éléments de l'appréciation du stade de coupe.

Nous donnons à titre documentaire trois courbes de croissance en poids établies à la Station Centrale de l'I. F. A. C. à Foulaya-Guinée en saison sèche ; chaque point de la courbe sauf le premier est la moyenne du poids de 40 fruits de première main de même âge chronologique. L'âge de coupe se situe au 91^e jour correspondant à un poids moyen des fruits de première main de 100 grammes environ.

Les trois courbes obtenues sont peu différentes. Elles se réfèrent à un carré irrigué par infiltration en saison sèche. L'augmentation en poids des fruits de la première main dans la semaine qui suit la coupe est de 12 %. Ce résultat est important parce qu'il permet de

justifier l'intérêt qu'il y a à chercher à retarder la coupe par l'amélioration de la technique du transport. Pour avoir un chiffre plus précis, il serait nécessaire de déterminer l'augmentation de poids des fruits des autres mains, un premier essai sur une série de 22 régimes avec prélèvement de 44 fruits en première main, 44 fruits en main médiane et 44 fruits en avant-dernière main donne le même temps d'accroissement pour la première main et la main médiane et un taux un peu plus faible pour l'avant-dernière main. Pour tenir compte du nombre de fruits par main et de leurs taux d'accroissement respectifs, il est permis de dire que le taux d'accroissement en poids du régime sur plant dans le cas considéré est de 10 % environ une semaine après la coupe.

Pendant tout son développement et à la récolte, au stade commercial, le fruit est « vert », il n'est pas entré en maturation, sa composition à la coupe est celle d'un fruit en plein développement, il ne faut donc pas parler de degré de maturité pour ce fruit, c'est une expression qui ne correspond pas à l'état du fruit considéré parce que le processus de maturation n'est pas commencé.

Voici quelques caractéristiques du fruit à la coupe :

Caractéristiques physiques :

Densité : 0,97.

Forme allongée, rapport de la longueur au plus grand diamètre : 5 environ.

Surface de peau d'un fruit de 100 g : 1,5 dm².

La composition du fruit est sensiblement la suivante:

Eau : 75 à 80 %.

Amidon : 15 à 17 %.

Sucres : 1 à 2 %.

Acides organiques : 0,2 %.

Matières grasses : 0,2 %.

Les cendres contiennent du potassium, du sodium, du calcium, du magnésium, de l'aluminium, du fer, du manganèse, du cuivre, du phosphore.

La composition sommaire du fruit est caractérisée par une teneur élevée en eau, ce qui indique une tendance à la dessiccation en atmosphère sèche, une faible teneur en sucre et une forte teneur en amidon. L'amidon se transformera en sucre pendant la maturation du fruit. Si les conditions sont favorables, la transformation sera rapide, par contre si les conditions sont défavorables, la transformation de l'amidon en sucre sera beaucoup plus lente, c'est là qu'intervient la technique du transport.

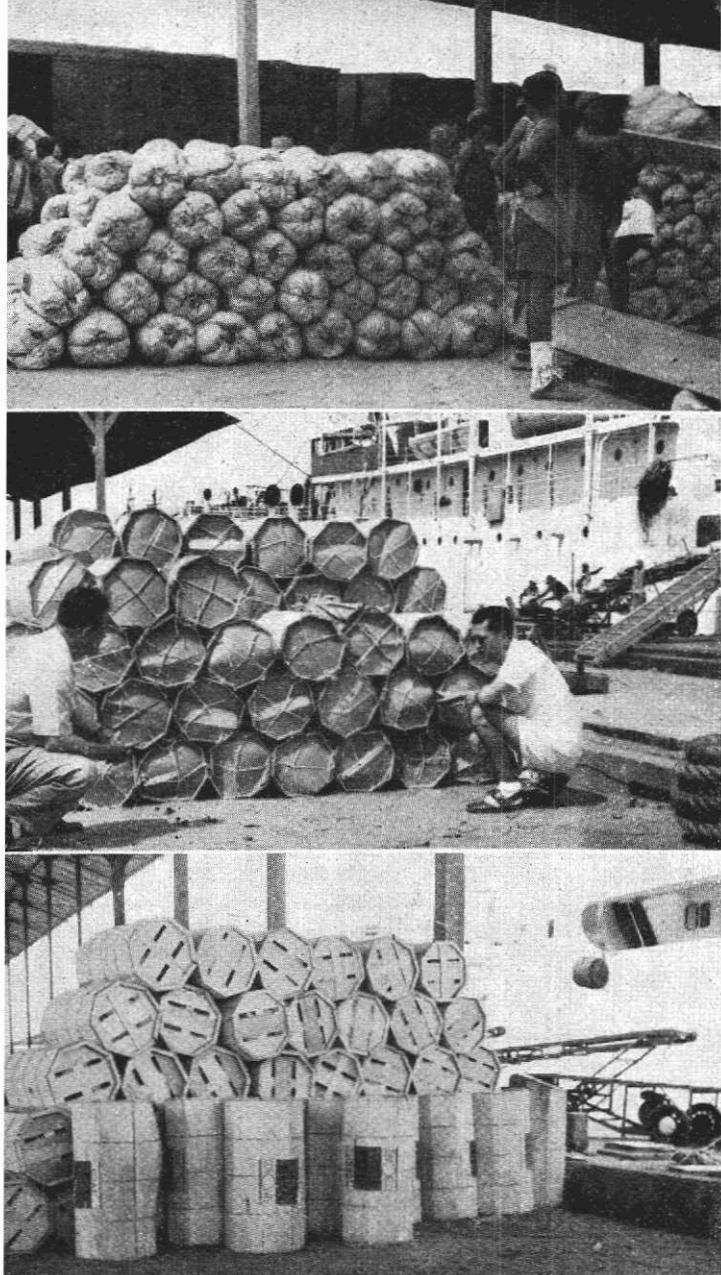


FIG. 8-9-10. — Trois types d'emballage de régimes de bananes en attente de chargement sur le navire bananier.

De haut en bas : 1. emballages guinéens;
2. emballages rigides en bois déroulé;
3. emballages octogonaux (Photos Deullin, I. F. A. C.).

La croissance se définit par l'étude des variations de caractères physiques du fruit : poids, section, développement des côtes.

Lorsque le fruit subit des conditions végétatives normales, il y a une relation certaine entre son augmentation de poids, de section, l'aspect des côtes et son degré d'évolution, c'est ce qui a permis d'utiliser la dénomination commerciale bien connue de fruit maigre, fruit $3/4$ standard, fruit plein. Mais la pratique montre que cette dénomination devient tout à fait relative lorsque les conditions végétatives normales du bananier ne sont plus réalisées et qu'il est possible de rencontrer des fruits présentant une croissance estimée insuffisante mais dont l'évolution est déjà avancée. La croissance ne peut donc être utilisée comme un facteur d'appréciation de l'état d'évolution du fruit que par une personne avertie, capable de discerner si les conditions végétatives du bananier sont bien normales.

L'âge physiologique du fruit définit son état réel d'évolution et permet de caractériser sa stabilité en cours de transport sans faire intervenir les notions d'âge chronologique et de croissance. Le fruit depuis sa naissance tend vers le déclenchement de la maturation et sa stabilité en cours de transport dépend de l'intervalle qui existe entre la coupe et le déclenchement de la maturation sur le plant. Ce point est variable dans le temps et dépend des conditions subies par le bananier, c'est là que réside toute la difficulté de l'appréciation du point de coupe, il faut pouvoir se rattacher à un point variant dans le temps. Le seul moyen d'y parvenir, c'est de pouvoir établir une relation fonctionnelle entre une détermination simple et l'état d'évolution du fruit. Si cette relation est connue, il sera possible de la représenter par une courbe, de situer le fruit sur cette courbe et de connaître son âge physiologique.

Cette relation fonctionnelle peut être absolue, c'est-à-dire être la même quels que soient le territoire considéré, les conditions subies par le bananier et la variété. A une valeur donnée de la détermination correspond toujours le même âge physiologique. C'est le cas idéal. Par contre, elle peut n'avoir qu'une valeur relative, c'est-à-dire qu'il faut prévoir une courbe permettant de caractériser le fruit pour une saison donnée pour un territoire de production considéré et pour la variété

L'âge chronologique, la croissance et l'âge physiologique du fruit.

L'âge chronologique du fruit à la coupe est défini par le nombre de jours qui sépare la sortie de la fleur de la coupe. Comme nous l'avons vu, cet âge est variable et dépend des conditions subies par le bananier pendant la fructification et son utilité est de pouvoir servir de base de comparaison. Il est normal par exemple de penser que des bananiers qui ont subi des conditions semblables aient un intervalle fleur-coupe assez voisin, aussi l'âge chronologique moyen pourra servir de guide en cas d'hésitation, en saison sèche, pour des fruits comparables à condition de l'avoir rattaché au degré d'évolution du fruit.



FIG. 11. — Essai de transport de 42 emballages sur 260 km de routes coloniales. Foulaya le 12-2-53 (Photo Deullin, I. F. A. C.).

choisie. Autant de problèmes à examiner qui montrent la complexité de cette question.

Parmi les essais tentés pour déterminer l'âge physiologique de la banane, un seul permet d'envisager une solution, c'est celui consistant à déterminer la dureté de la pulpe de la banane en cours de développement sur le plant et après la récolte.

En effet, la dureté de la pulpe de la banane varie pendant son développement. Elle passe par un maximum, trois semaines environ avant la coupe commerciale, puis décroît lentement jusqu'au déclenchement de la maturation. Nous donnons ci-jointes, à titre documentaire, deux courbes donnant la dureté moyenne de lots de 40 fruits prélevés dans une même plantation à des âges chronologiques identiques, fig. 3 (Station Centrale de l'I. F. A. C. à Foulaya-Guinée) et les courbes de variation de la dureté de la pulpe des fruits de trois mains d'une série de 22 régimes observés au cours de leur développement sur le plant, fig. 4.

Le fruit après la récolte.

Pendant son développement sur le plant, le fruit est le siège d'une activité physiologique intense, il augmente de poids, son intensité respiratoire est élevée, sa transpiration est importante.

Après la séparation du bananier, l'activité respiratoire du fruit s'abaisse brusquement mais n'est pas supprimée, ce qui montre que les tissus restent vivants. Le fruit entre dans une période d'attente dont la durée caractérise la stabilité du fruit récolté. Puis la maturation se déclenche avec un accroissement brutal de l'ac-

tivité respiratoire et de la transpiration lorsque les conditions sont favorables.

L'étude de l'activité respiratoire du fruit qui est le reflet de son métabolisme permet de bien suivre son évolution entre la coupe et la maturation. Les courbes d'intensité respiratoire établies avec des fruits de la variété Sinensis montrent qu'elle augmente légèrement d'abord jusqu'au déclenchement de la maturation qui se traduit à température tropicale par une élévation brusque de l'intensité respiratoire. La période de stabilité du fruit qui s'écoule de la récolte au déclenchement de la maturation est celle qui correspond au transport du fruit, tandis que la maturation ne doit se produire qu'en mûrisserie.

Si la dureté de la pulpe du fruit est en liaison avec son évolution, il doit exister une correspondance entre la dureté de la pulpe de la banane et la courbe d'intensité respiratoire, c'est effectivement ce que l'on constate : la dureté de la pulpe, qui est pratiquement constante pendant la période de stabilité, diminue brusquement lorsque la maturation se déclenche et permet de caractériser le début de cette nouvelle phase de la vie du fruit. Le déclenchement de la maturation correspond à une dureté de 25. Il faut 30 secondes pour mesurer la dureté avec un appareil très simple et portatif ; par contre, il faut plusieurs heures avec un matériel de laboratoire spécial et encombrant pour mesurer l'intensité respiratoire. La détermination de la dureté permet de caractériser sans aucune difficulté le moment où la maturation se déclenche.



FIG. 12. — Manutention des emballages par palanquée (Photo Deullin, I. F. A. C.).

La maturation de la banane est rapide lorsque les conditions sont favorables. Sa durée n'est que de quelques jours. La peau devient jaune, diminue d'épaisseur et de poids, la pulpe subit des transformations profondes. L'amidon se transforme en sucre, et il y a formation de composés aromatiques. La pulpe devient onctueuse et agréable au goût. La maturité correspond au maximum des qualités gustatives, après quoi, la pulpe devient blette ; c'est la sénescence caractérisée par a mort des cellules.

Le fruit bouilli.

L'appellation de fruit bouilli est un terme de métier qui caractérise un fruit à chair molle dont la peau est verte ou vert légèrement jaunissant. Cette notion caractérise un fruit anormal, mais elle est trop sommaire et il est utile de la préciser. Il y a le fruit tournant et le fruit bouilli par asphyxie.

Sous les tropiques, où la température moyenne journalière dépasse 20 degrés centigrades (sauf cas exceptionnel) et où le degré hygrométrique est variable, la maturation de la banane ne se fait pas dans les meilleures conditions et la peau garde parfois une coloration verte qui peut être assez prononcée. Lorsque le fruit est tournant et que la maturation se déclenche, la pulpe devient molle et un tel fruit impropre à l'expédition est appelé bouilli. C'est un fruit à odeur aromatique qui pourra être consommé.

Il peut arriver d'autre part, que par suite de conditions particulières, à l'arrivée dans un port de débarquement, en fin de période de transport, ou au quai de chargement, le fruit se présente avec une peau franchement verte, une chair molle et une odeur désagréable : il est appelé « fruit bouilli vert » par les professionnels. C'est un fruit qui a perdu toute valeur commerciale et qui doit être jeté. Il est utile de pouvoir connaître les causes qui produisent ce fruit bouilli vert pour permettre d'abord de bien le caractériser et surtout pour éviter qu'il se produise. Des essais sont en cours à ce sujet et il est permis de dire dès maintenant que les facteurs qui interviennent sont les suivants :

Degré d'évolution du fruit à la coupe.

Température.

Degré hygrométrique.

Composition de l'atmosphère (gaz carbonique-éthylène).

Des essais systématiques doivent permettre de déterminer les conditions d'obtention du fruit bouilli vert en faisant varier ces facteurs.

Dans le cas du transport maritime le degré hygro-

métrique, étant élevé et sensiblement constant, peut être éliminé.

Ce qui importe, c'est de savoir si le fruit de coupe commerciale, porté à une température anormale, en l'absence d'une teneur élevée de gaz carbonique, donnera un fruit tournant ou un fruit bouilli vert et si un fruit trop évolué au chargement et transporté normalement peut donner du fruit bouilli vert.

Des essais préliminaires effectués sous les tropiques montrent qu'un fruit de coupe commerciale placé en



FIG. 13. — Plateau utilisé pour le transport des régimes au hangar d'emballage. Plantation Schlaterer Azaguié (Photo Deullin, I. F. A. C.).

atmosphère à forte teneur en gaz carbonique et à faible teneur en oxygène donne à température de 28° un fruit à peau verte, à chair molle, à odeur désagréable avec une teneur en alcool suffisante pour être dosée. La pulpe du fruit comestible contient une très faible quantité d'alcool : un dix-millième, tandis que le fruit à peau verte, à chair molle, à odeur désagréable qui a séjourné en atmosphère à teneur élevée en gaz carbonique contient de 30 à 60 fois plus d'alcool que le fruit comestible.

Il est donc permis de dire qu'un fruit ayant séjourné à une température moyenne de 28 degrés centigrades dans une atmosphère à teneur élevée en gaz carbonique donne un fruit ayant les caractéristiques du fruit bouilli vert. Des dosages d'alcool effectués sur les fruits à l'état bouilli vert au quai de débarquement per-



FIG. 14. — Transport par eau. Péniche chargée de régimes, accostée au navire bananier (Photo Deullin, I. F. A. C.).

mettront de savoir s'il y a une analogie avec les essais préliminaires effectués sur les lieux de production.

Le fruit à chair jaune.

L'appellation de fruit à chair jaune est aussi une dénomination commerciale. Elle caractérise un fruit dont la pulpe présente une coloration nettement plus foncée que celle du fruit normal qui est blanche ou légèrement ivoirée à la récolte.

Le fruit dit « à chair jaune » présente en général les caractéristiques suivantes :

croissance insuffisante, ce qui revient à dire que le fruit est maigre,

pulpe de couleur crème en section transversale, pulpe présentant des plages crèmes foncées ou jaunes en section longitudinale médiane du fruit.

L'étude approfondie de l'évolution du fruit à chair jaune reste à faire. Ce que l'on sait, c'est que c'est un fruit à croissance anormale et à évolution physiologique avancée. C'est un fruit plus fragile dont la pulpe présente l'âge physiologique correspondant au stade commercial alors qu'il est classé « maigre ».

Il semble que le fruit à chair jaune soit un fruit produit par un bananier dont la végétation n'a pas été normale et qui a subi des perturbations physiologiques (remontée du plan d'eau, déracinement partiel, déséquilibre de fumure, influence importante des parasites (charançons ou nématodes), maladies : cercospora, bleu, etc...).

L'étude de son évolution comparée à celle du fruit normal permettra de mieux connaître les causes qui le produisent et l'examen de sa stabilité lorsqu'il est soumis aux conditions types du transport permettra de mieux préciser le degré de coupe à adopter.

Le dégrain.

Par dégrain, il faut entendre la chute des fruits qui se produit en mûrisserie. Suivant le degré de l'atteinte, les fruits ne sont plus vendables ou sont vendus avec des réfections importantes.

Le dégrain a surtout été caractérisé par ses effets ; ses causes sont loin d'être connues avec toute la précision désirable, mais au lieu d'une conception sommaire attribuant le dégrain à une maladie, il a été permis d'envisager trois catégories de dégrain.

Le dégrain mécanique ou traumatique résulte de blessures subies par les pédoncules du fruit, les cousinets ou les hampes en cours de manutention. Ces blessures constituent des amorces de pourritures qui se développent en mûrisserie avec chute des fruits.

Les possibilités de dégrain mécanique sont nombreuses et son liées à la qualité des emballages et à la nature des manutentions. Il faut reconnaître qu'une amélioration a été constatée depuis un an par suite d'une meilleure protection des emballages et d'une amélioration certaine des conditions de manutention depuis la plantation jusqu'au quai de débarquement, mais il y a encore des progrès à faire dans ce domaine.



FIG. 15. — Chargement de « La Genale » à quai, à Abidjan (Photo Deullin, I. F. A. C.).

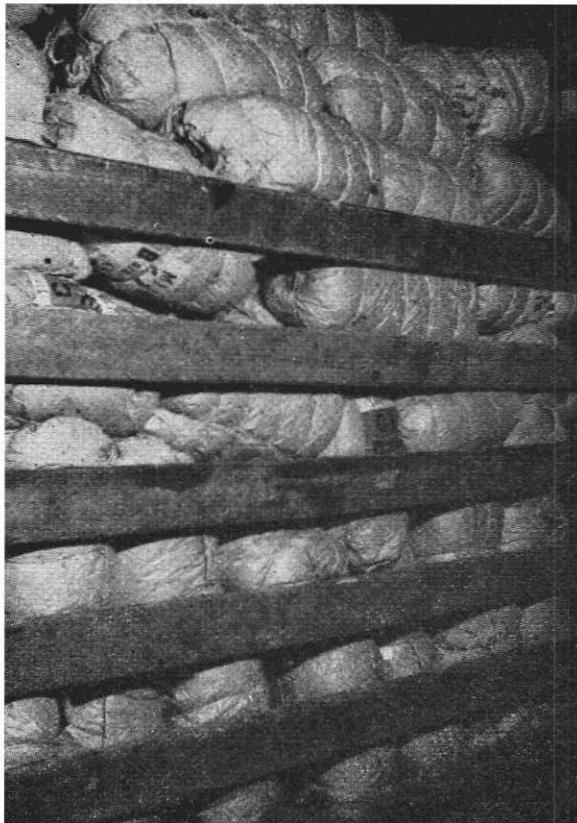


FIG. 16-17. —
De gauche à
droite :

1. Régimes en
emballages gui-
nnés dans une
cale du navire
bananier.

2. Emballages
rigides dans une
cale, en position
couchée, avec
ventilation ver-
ticale.

(Photo Deullin,
I. F. A. C.).

Le dégrain physiologique est caractérisé par un affaiblissement des pédoncules pendant la maturation du régime sans qu'il y ait présence d'une infection parasitaire. Il y a diminution du système fibreux aux dépens du parenchyme lâche. Ce dégrain se constate surtout en fin de saison sèche et il y a lieu de se demander s'il est en liaison avec le degré d'évolution du fruit à la récolte, s'il dépend d'une nutrition insuffisante du fruit ou des conditions végétatives du plant.

Le dégrain pathologique est provoqué par les pourritures, notamment par celles qui s'étendent de la hampe aux coussinets puis aux pédoncules. Les études sur les causes du dégrain physiologique et pathologique sont longues et demandent des moyens importants, et pour être menées à bien, il faut non seulement bien connaître le passé des fruits étudiés, mais il faut aussi pouvoir caractériser leur degré d'évolution et les soumettre aux conditions types du transport, ce qui nécessite un travail d'équipe si l'on veut aboutir.

* * *

Le degré de coupe et la stabilité du fruit en cours de transport.

Le planteur doit récolter un régime à un état d'évolution tel que la maturation ne se déclenche pas avant l'entrée en mûrisserie lorsqu'il est soumis aux conditions normales du transport. C'est le problème du degré de coupe. Il faut récolter le régime de poids optimum pour assurer la rentabilité de l'exploitation

tout en lui conservant une stabilité suffisante. Cette notion de stabilité d'un régime de banane en cours de transport peut être définie par le nombre de jours qui séparent la récolte du déclenchement de la maturation, lorsque le fruit est placé dans des conditions bien définies qui seront considérées comme les conditions types du transport, par exemple : à l'état nu 24 heures après la récolte, température de 25 à 30° — puis 48 heures à la même température après emballage — refroidissement à 12° en 48 heures du régime emballé, maintien à la température de 12° pendant 10 jours — hygrométrie 90 % — taux de ventilation 60 — deux renouvellements d'air par jour — teneur en gaz carbonique ne dépassant pas 3 %, puis maintien à 20° — hygrométrie 80 % jusqu'au déclenchement de la maturation.

Les fruits qui auront subi ces conditions qui répondent à celles d'un transport normal pourront alors faire l'objet des études complémentaires (mûrisserie, dégrain, pourriture de hampe).

Nous avons vu précédemment que la stabilité du fruit en cours de transport, dépendait de son âge physiologique dont l'appréciation reste difficile.

Présentement, il n'y a pas de méthode simple et pratique permettant d'évaluer l'âge physiologique du fruit à la récolte. Le planteur l'apprécie en s'appuyant sur son expérience basée sur la connaissance de sa plantation (sol, culture), sur les circonstances du climat et sur la durée du transport. Nous avons vu que la notion de croissance peut être considérée comme fidèle en saison des pluies pour un bananier ayant un développe-

ment normal, mais qu'elle doit être considérée comme relative, lorsque le développement du bananier a été perturbé, comme ce peut être le cas en saison sèche. Il est alors prudent de ne pas se baser seulement sur l'apparence extérieure du régime, mais de procéder à des examens de la pulpe des fruits en utilisant les repères du contrôle du conditionnement.

La pratique montre que des fruits produits par des bananiers exposés à une sécheresse prolongée peuvent être classés maigres bien que la pulpe présente les caractères d'une évolution avancée.

La dureté de la pulpe de la banane est en rapport avec l'âge physiologique du fruit, ce qui permet de penser que le test de dureté pourrait être utilisé pour déterminer le degré de coupe.

Des essais préliminaires effectués à ce sujet ont donné des résultats qui doivent être considérés comme encourageants, mais il ne sera possible de conclure qu'après avoir procédé à une étude d'ensemble pour répondre aux questions suivantes :

La dureté de la pulpe de fruit de même stabilité est-elle constante ou dépend-elle de circonstances locales, ce qui lui donnerait un caractère relatif ?

Combien faut-il prélever de fruits par régime pour avoir un résultat significatif ?

Quelle est la dureté limite à adopter en dessous de laquelle les régimes seraient considérés comme trop évolués pour être exportables ?

Ce n'est qu'après avoir examiné ces différents points qu'il sera possible de conclure si le test de dureté peut être utilisé pour caractériser le degré de coupe.

Nous donnons à titre d'exemple les résultats obtenus le 19 mars 1953 à Sassandra, Côte d'Ivoire, en contrôlant la dureté moyenne des lots présentés à l'embarquement.

23 lots acceptés par le Service du Conditionnement ont les duretés moyennes suivantes :

N° DU LOT	DURETÉ MOYENNE	N° DU LOT	DURETÉ MOYENNE
I	48	13	52,3
2	46,5	14	51,7
3	49,4	15	54,6
4	48,5	16	48
5	48	17	54,1
6	46,8	18	48,2
7	49,2	19	47,8
8	51	20	49,5
9	49,4	21	49
10	47	22	49,8
11	50	23	49
12	50		

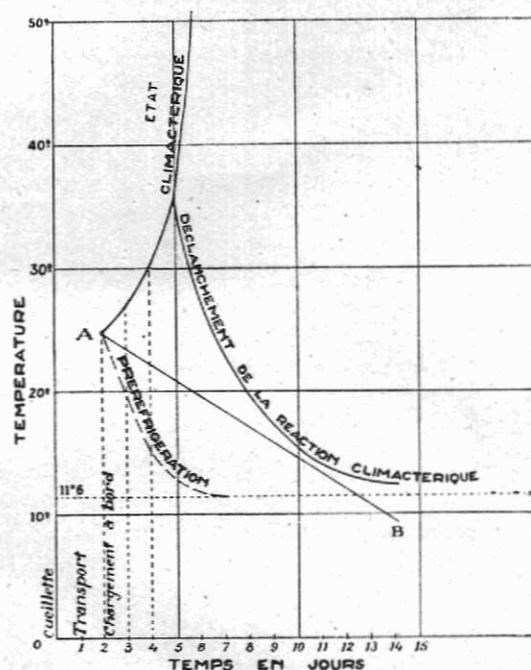
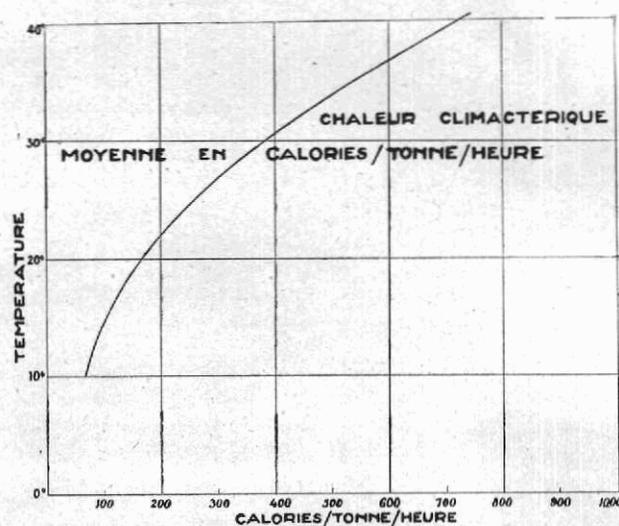
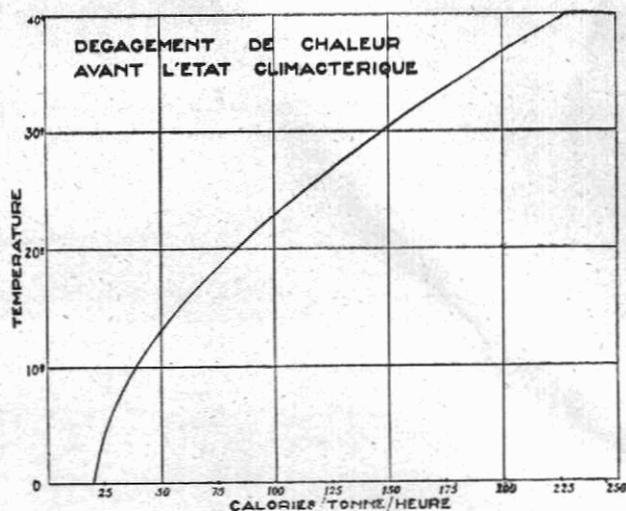


Fig. 18. — Courbes de chaleur dégagée par les fruits.

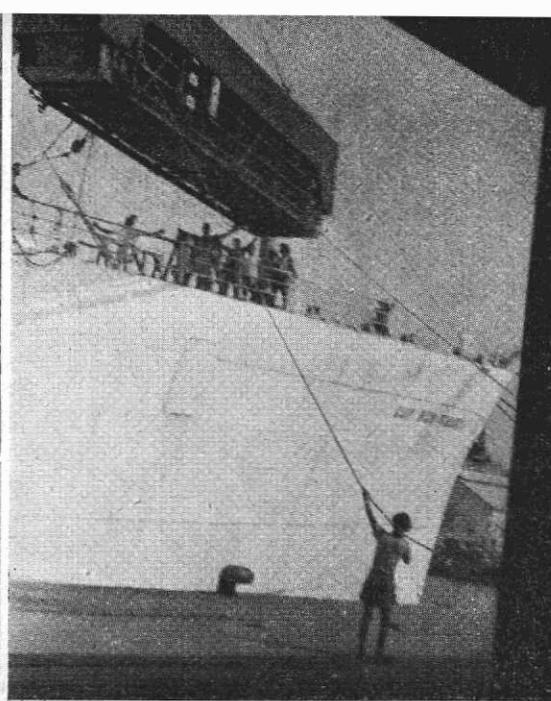
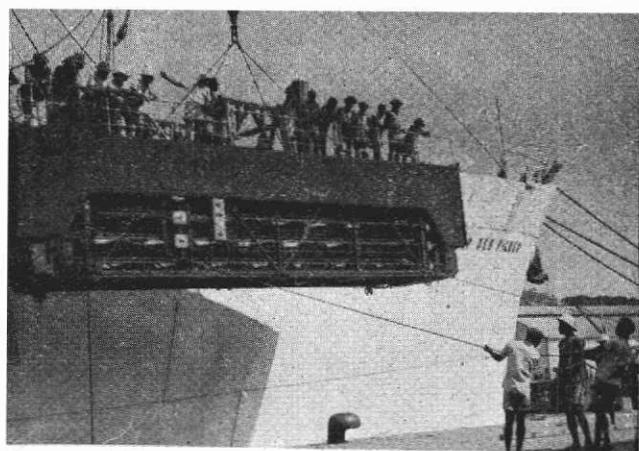
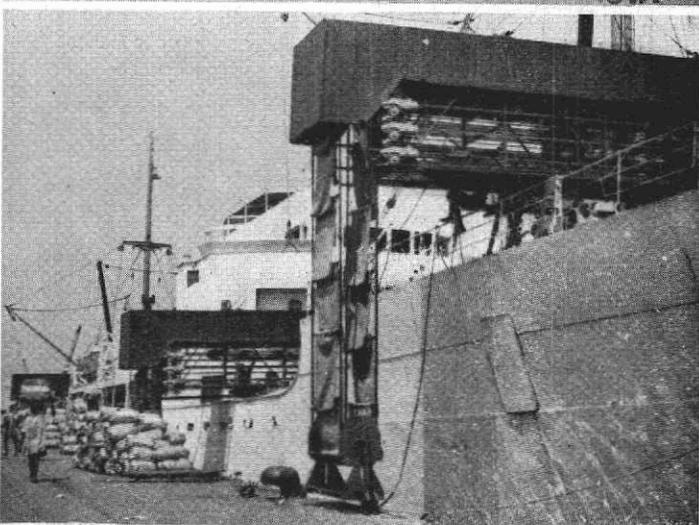
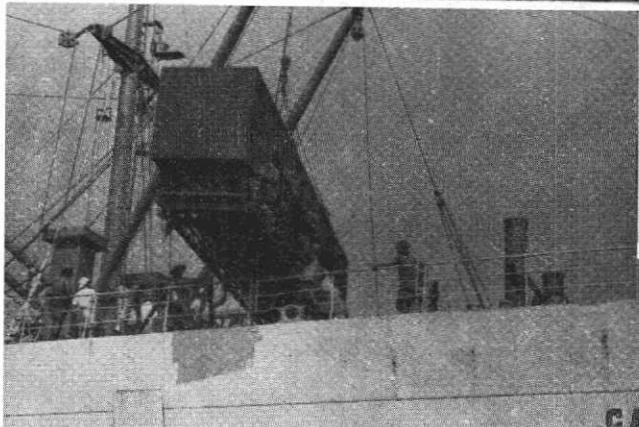


FIG. 19. —
Chargement par
Norias à Conakry
(Photo Deullin,
I. F. A. C.).



3 lots refusés comme étant trop évolués avaient les duretés moyennes suivantes :

N ^o DU LOT	DURETÉ MOYENNE
24	41,5
25	43,4
26	43

Toute amélioration dans la connaissance du degré de coupe présente un grand intérêt parce que cela revient à diminuer l'incertitude qui pèse à ce sujet. Il ne faut pas exagérer l'importance de cette incertitude puisque les résultats du transport montrent que les avaries sont faibles, mais il est indispensable de tenter de changer cette incertitude, aussi faible soit-elle, en certitude.

D'autre part, si l'amélioration de la technique du transport maritime permet d'envisager une récolte retardée avec gain de poids, il deviendra nécessaire de contrôler avec le plus de rigueur possible les fruits présentés à l'embarquement.

L'EMBALLAGE DE LA BANANE

Son prix de revient, sa doctrine et sa technique.

Le prix de revient de l'emballage.

Sur les trois variétés commercialisées, une, la Gros Michel, est expédiée en vrac nu, alors que les deux autres doivent être emballées.

L'emballage de la banane est très coûteux. Pour la variété *Sinensis* « Naine » expédiée de Guinée et de Côte d'Ivoire le prix de l'emballage peut être estimé comme suit :

Prix de revient de l'emballage : 8 à 10 fr. au kg de fruit.

Fret payé pour l'emballage : 4 fr. 25 métré au kg de fruit.

Soit environ 12 à 14 francs par kilog. de fruit. C'est beaucoup.

L'emballage et le transport maritime d'un kilog de fruit revient donc entre 40 et 42 francs (fret à 28 fr. le kg). Pour avoir le coût total du transport, il faut ajouter les taxes et frais de port et les frais de transport de la plantation au quai de chargement. Le fruit vrac nu bénéficie non seulement de la suppression de l'emballage, mais aussi d'un plus grand tonnage chargé par mètre cube de cale.

Il faut donc regarder l'emballage comme une sujétion très onéreuse et tous les efforts doivent être tentés en vue d'obtenir des expéditions de banane en vrac nu.

Ce résultat sera peut-être atteint par le choix de la variété commerciale, par l'amélioration des conditions de transport de la plantation au quai d'embarquement (routes asphaltées, camions ou remorques spécialement équipés), perfectionnement des moyens de chargement à bord : utilisation de norias avec poches de toile.

La variété *Sinensis* ne paraît pas avoir la robustesse suffisante pour permettre l'expédition en vrac nu par suite de la fragilité des pédoncules (manque de souplesse et écartement des mains). Par contre la variété *Poyo* offre plus de possibilité parce que les mains sont plus couchées sur la hampe. Il est possible d'envisager un jeu de matelas protégeant la peau des fruits du frottement pendant le transport de la plantation au port d'embarquement.

Le chargement par norias avec poches de toile n'abîme pas le fruit, qui pourra être arrimé en vrac nu.

La variété *Poyo* représente une grande part de la production antillaise et des essais sont en cours en Côte d'Ivoire et en Guinée pour déterminer si sa productivité est comparable à celle de la *Sinensis* et si elle s'adapte à ces territoires. C'est pourquoi la mise en œuvre de moyens de transport et de manutention plus perfectionnés n'exclut pas la possibilité de transport en vrac nu d'un tonnage plus important de la production de bananes de l'Union Française.

Si nous avons exposé ces vues d'avenir, c'est surtout pour montrer que le problème de l'emballage de la banane est loin d'avoir trouvé une solution définitive, qu'il doit être considéré comme susceptible d'évolution parce qu'il est très onéreux.

La doctrine de l'emballage.

Présentement plus de 80 % du tonnage produit par les territoires de l'Union Française producteurs de banane est emballé et c'est par l'amélioration de l'emballage et de la manutention que le dégrain mécanique a pu être réduit, il faut donc considérer l'emballage comme une nécessité.



FIG. 20. — De haut en bas :

1. Arrivée des régimes sur le Wharf de Sassandra.
2. Palanquée qui sera chargée dans le boat.

Que faut-il lui demander ?

D'être d'un prix acceptable.

D'amortir les chocs brutaux pour remplacer les percussions par des pressions plus lentes.

De permettre les échanges thermiques et gazeux entre le régime et l'atmosphère environnante.

D'être aussi léger et aussi peu encombrant que possible.

D'être maniable et de permettre un arrimage facile.

Enfin d'avoir des surfaces de contact faibles avec les emballages voisins pour avoir une surface utile de refroidissement aussi développée que possible.

L'emballage qui répond à toutes ces conditions n'existe pas.

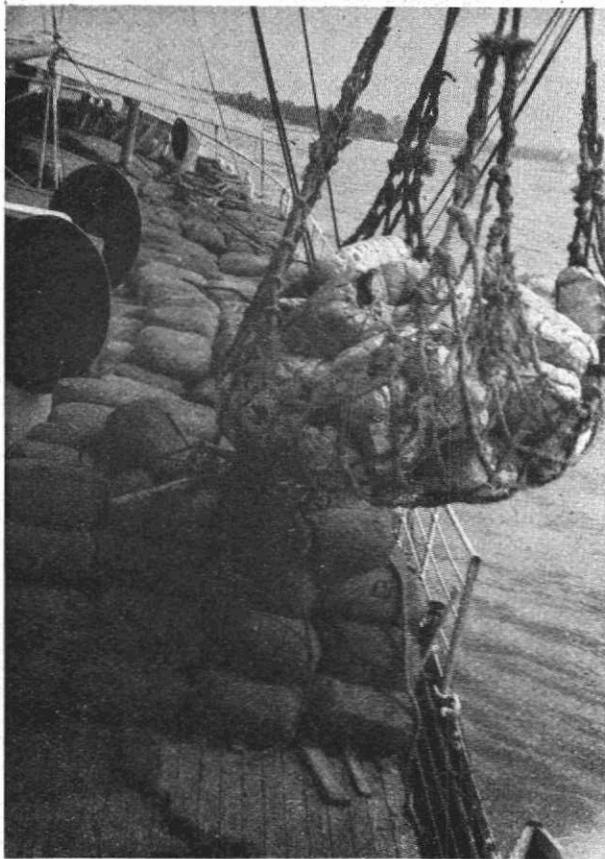


FIG. 21. — De haut en bas :

1. Chargement du boat.
 2. La palanquée arrive sur le pont du bananier
- (Photo Deullin, I. F. A. C.).

Celui qui répond le mieux aux conditions techniques est un emballage rigide en bois déroulé, de section octogonale avec des fonds suffisamment robustes pour assurer sa rigidité. Un essai de transport a donné d'excellents résultats, mais son prix et son poids restent trop élevés.

L'emballage pratiqué actuellement est l'emballage guinéen dérivé de l'emballage du type canarien. C'est celui qui est le moins coûteux, le plus léger et qui occupe le moins de place. Cet emballage comprend le calage des mains du régime par des tampons bien bourrés de paille ou de fibre de bois qui sont entrés à frottement entre la hampe et les mains. Il faut que les fruits soient bien calés pour qu'un choc normal ne produise pas de déplacement des mains et de flexion des pédoncules. La dernière main et le petit bout de la hampe qu'il faut éviter de couper au ras du coussinet sont protégés des chocs par un gros tampon également bien bourré, et la cuvette formée par les deux premières mains est garnie de tampons avec ou sans emploi d'une couronne. Les tampons doivent sortir suffisamment pour être serrés par le matelas qui entoure le régime et le protège contre le frottement. Un ficelage bien serré donne de la rigidité à l'ensemble.

L'efficacité de ce mode d'emballage lorsqu'il est bien exécuté, sans être totale est démontrée par les exemples suivants :

42 régimes ont été transportés par un camion sur routes coloniales pendant 260 kilomètres (Foulaya-Conakry-Foulaya) en Guinée ; l'examen de 6 d'entre eux pris au hasard montre en moyenne un pédoncule cassé et deux dernières mains légèrement décollées sur les 6 régimes. Cet essai particulièrement dur est significatif à cet égard.

A Sassandra (Côte d'Ivoire) le chargement comporte le transfert du Warf dans un boat par palanquées avec filets de corde, reprise dans une palanquée du boat pour amener les régimes sur le pont du navire bananier, descente dans les cales par deux glissières. Lorsque les régimes sont bien tamponnés, bien capitonnés aux deux extrémités et ficelés serrés, ils supportent cette manutention sans blessures excessives comme le prouvent les comptes de vente.

L'emballage peut être fermé ou ouvert. Il est fermé lorsque seul le gros bout de la hampe est visible. C'est celui qui protège le mieux le fruit contre les manipulations brutales.

L'emballage ouvert qui n'assure qu'une faible protection de la dernière main peut s'employer lorsque les manutentions sont plus douces. La possibilité de circulation de l'air dans l'emballage ouvert a été invoquée pour le justifier : il faudrait d'abord prouver

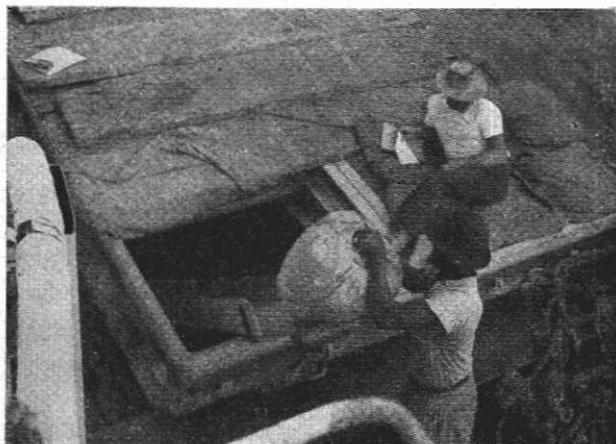


FIG. 22. — Les régimes sont chargés dans les cales par glissières
(Photo Deullin, I. F. A. C.).



FIG. 23. — Glissière installée dans une cale de navire-bananiier
(Photo Deullin, I. F. A. C.).



FIG. 24. — Chargement des régimes par glissières et transporteurs
(Photo Deullin, I. F. A. C.).

qu'elle a lieu (les tampons ne la favorisent pas et les orifices prévus pour l'entrée d'air sont obturés le plus souvent par le contact d'un emballage voisin avec le mode d'arrimage adopté).

L'emballage fermé est devenu courant en A. O. F. en 1952 et 90 % des régimes exportés d'Abidjan le sont avec un emballage fermé, ce qui représente un tonnage net de 15.000 tonnes de fruits qui sont arrivés en bon état. Une expérience qui porte sur un tel chiffre se passe de commentaire.

Les parois de l'emballage doivent permettre les échanges gazeux.

Les fruits restent vivants pendant toute la durée du transport : ils respirent, ils transpirent. Il y a absorption d'oxygène et production de gaz carbonique et de vapeur d'eau. Un régime de 15 kg produit environ 50 litres de gaz carbonique pendant la durée du transport. Le volume moyen de ce régime emballé est de 62 dm³ et se décompose comme suit (à titre indicatif) :

volume du régime : 16 dm³,
volume des tampons : 10 dm³,
volume du matelas : 20 dm³.

Il reste donc un espace libre de 16 dm³ environ, ce qui veut dire que l'atmosphère intérieure de l'emballage aurait rapidement une teneur trop élevée en gaz carbonique s'il ne pouvait traverser les parois. Des dosages de gaz carbonique à l'intérieur de l'emballage donnent des teneurs de l'ordre de 0,5 %, ce qui prouve que les échanges gazeux se font bien.

Surface utile de refroidissement.

L'emballage doit permettre les échanges thermiques et sa valeur dépend du coefficient de conductibilité de ses parois et de la surface qui peut être balayée par l'air circulant dans les cales. Pour l'emballage guinéen, des essais ont donné le chiffre de 60 %, ce qui permet de dire que pour un emballage de 15 kg dont la surface moyenne est voisine de 1 m², la surface balayée par l'air est de 0,6 m², soit 4 dm² au kg de fruit. Ce chiffre est très utile comme nous le verrons lorsque nous parlerons de la technique du transport maritime.

La perte de poids en cours de transport.

Il est admis qu'une perte de poids en cours de transport de 10 % doit être considérée comme normale.

Cette perte de 10 % est due à la dessiccation, c'est de l'eau qui s'évapore, mais c'est de l'eau qui se vend 85 francs le kg au quai d'arrivée. Comment s'effectue

cette perte ? Les renseignements manquent. Il serait désirable de savoir quelle est la part imputable à la dessiccation sur la plantation, pendant le transport de la plantation à quai et pendant le transport maritime, pour examiner s'il y a des possibilités de la diminuer. Il serait intéressant par exemple de faire des transports témoins en saison sèche en emballant les régimes préalablement trempés dans l'eau avec de la paille humide.

Pendant le transport jusqu'au quai d'embarquement, c'est l'humidité de l'emballage qui s'évaporera, ce qui fait que la paille se séchera et le régime devrait subir une dessiccation moindre. Si la paille ou la fibre est saine au moment de l'emballage, il n'y aura pas de développement de moisissure.

* *

Le contrôle du conditionnement de la banane.

Le Service du Contrôle du Conditionnement est chargé d'examiner si les lots présentés au quai d'embarquement sont conformes à une réglementation précisée par un arrêté.

Cette réglementation concerne l'état d'évolution du fruit, les blessures et l'emballage, il faut dire si le fruit est de qualité marchande.

Le rôle de ce service est très important parce que son contrôle donne au transporteur la garantie que les fruits présentés au quai de chargement possèdent une stabilité suffisante pour pouvoir être transportés sans avarie. De plus, le constat du Service du Conditionnement peut être utilisé en cas de litiges entre transporteurs et expéditeurs.

Ce contrôle exige de la compétence parce que le contrôleur qui examine un lot ne connaît pas comme le planteur les conditions de culture des fruits, il lui faut juger sur l'aspect des fruits, c'est le cas le plus difficile.

La méthode actuellement utilisée est basée sur l'aspect du fruit et plus particulièrement sur l'état de la pulpe, sa couleur et son aspect en section longitudinale médiane.

Il faut avoir une grande habitude parce que cette méthode présente un caractère empirique, qu'elle est quantitative et qu'elle n'est pas chiffrable.

Il n'y a pas mieux actuellement et il faut la considérer comme la seule méthode utilisable.

Une méthode répondant vraiment au problème posé doit caractériser la stabilité du fruit par une valeur exprimée par un chiffre et doit éliminer le facteur personnel de l'opérateur. Cette méthode doit exprimer l'âge physiologique du fruit et fixer une valeur limite en dessous de laquelle le fruit sera déclaré non exportable. Il sera également utile de préciser comment doit

se faire l'échantillonnage pour assurer une représentation aussi fidèle que possible du lot examiné. Un lot doit être défini par son degré moyen d'évolution et par son homogénéité. Nous avons vu dans la partie consacrée à la connaissance du fruit que l'étude de la dureté de la pulpe avait donné jusqu'ici des résultats encourageants mais qu'il n'est pas encore possible de savoir si le test de dureté de la pulpe peut être utilisé pour le contrôle du conditionnement.

Une étude d'ensemble doit être effectuée à ce sujet pour répondre à cette question.

La méthode actuelle donne des résultats qui doivent être considérés comme répondant sensiblement au but cherché puisque les avaries en cours de transport sont faibles. Une méthode quantitative aura l'avantage de serrer la question de plus près.

D'ailleurs toutes les garanties ont été données aux deux parties intéressées, puisque dans le cas où un lot a été refusé à l'exportation, il existe une procédure d'appel constituée par une commission qui décide en dernier ressort si le lot est exportable ou non.

En A. O. F., le pourcentage de lots refusés reste faible, de l'ordre de quelques pour cent seulement, ce qui montre que les producteurs présentent des lots répondant bien aux normes du Contrôle du Conditionnement.

L'intérêt de la mise au point d'une méthode plus précise, c'est de pouvoir espérer couper un fruit plus évolué si, comme il faut l'espérer, les recherches en cours permettent de perfectionner le transport maritime.

* *

LA TECHNIQUE DU TRANSPORT

Les facteurs qui influencent la stabilité du fruit.

Le problème général posé par le transport, c'est de placer le fruit dans des conditions qui retardent son évolution pour obtenir la stabilité maximum.

Ces facteurs sont les suivants :

Degré d'évolution à la coupe.

Température.

Composition de l'atmosphère entourant le fruit : humidité, oxygène, gaz carbonique, éthylène.

Le degré de coupe.

La stabilité du fruit est directement influencée par le degré de coupe. Plus le fruit est évolué, plus la durée de la phase préclimatérique sera courte si les autres conditions sont identiques.

A vrai dire le problème qui se pose est le suivant : déterminer d'abord les conditions optima du transport pour les facteurs température et atmosphère et ajuster le degré de coupe qui donne au fruit une stabilité suffisante lorsque les conditions les plus favorables au transport sont réalisées.

La température.

L'intensité respiratoire diminue lorsque la température s'abaisse et la stabilité du fruit augmente. Il y a donc intérêt à soumettre le fruit pendant son transport à une température aussi basse que possible. Mais on ne peut descendre en dessous de 12°, parce que à une température plus basse il y a floculation du latex du fruit et altération permanente de certaines cellules. C'est ce qui s'appelle la pigmentation lorsque l'atteinte est légère et la frisure lorsque l'atteinte est plus prononcée.

Composition de l'atmosphère entourant le fruit :

L'humidité. — La banane contient 75 à 80 % d'eau qu'il y a intérêt à conserver puisqu'elle se vend cher. Il est donc normal du point de vue commercial d'éviter toute perte de poids en la maintenant dans une atmosphère humide pendant le transport à la condition qu'elle n'en souffre pas.

La pratique du transport montre que la banane s'accommode bien d'une humidité élevée en cours de transport. Avec un refroidissement rapide à 12° et une durée de transport maritime de 10 à 12 jours, le fruit arrive frais sans développement de moisissure. Une humidité élevée ne peut donc être considérée comme étant nuisible au fruit pendant le transport maritime.

Oxygène et gaz carbonique. — L'oxygène est nécessaire pour permettre la respiration du fruit. L'absence d'oxygène se traduit par une accumulation de gaz carbonique dans les tissus et par l'asphyxie des cellules qui meurent.

Le gaz carbonique en présence d'oxygène est favorable à la stabilité du fruit à condition de ne pas dépasser une teneur de 5 % parce qu'il y a ralentissement de l'activité respiratoire. Dans la pratique du transport, la teneur admissible de gaz carbonique doit être inférieure à 3 %.

L'éthylène. — L'éthylène diminue la stabilité du fruit en cours de transport, il est donc indispensable de l'éliminer s'il s'en produit, ce qui est possible en procédant à des renouvellements d'air périodiques pendant le transport maritime.

Le transport dans la plantation et jusqu'au port d'embarquement.

Les coupeurs déposent les régimes en bordure des carrés où des manœuvres les portent directement au hangar d'emballage s'il n'est pas éloigné, ou les chargent dans un camion capitonné ou garni de paille.

L'utilisation d'un cadre de bois garni d'un coussin permet de porter deux régimes à la fois par la même manœuvre.

Après emballage, les régimes utilisent divers moyens de transport pour arriver au quai de chargement.

Le camion. — Si la plantation est à proximité du port d'embarquement ou lorsque la route est le moyen d'acheminement, le transport se fait par camion. Les régimes emballés sont placés couchés sur un lit de paille. Si la route est en mauvais état, il peut se produire du frottement pour les régimes placés à la partie inférieure. Il serait intéressant de procéder à des essais de transport en plaçant la première rangée en position debout à condition que la dernière main soit protégée par un gros tampon.

Le transport routier est parfois important et peut dépasser 150 km.

Le chemin de fer. — Si le hangar d'emballage est en bordure de la voie ferrée, les régimes sont chargés directement en wagon, sinon le transport de la plantation au wagon se fait par camion, ce qui occasionne une manutention supplémentaire.

Le chargement des wagons s'effectue en fin d'après-midi pour permettre le transport de nuit et l'arrivée au port d'embarquement dans la matinée. Il s'effectue en plaçant les régimes couchés sur 6 ou 7 rangées pour utiliser le mieux possible la place disponible. Avec 7 rangées et un poids moyen de 15 kg les régimes inférieurs sont soumis à une charge de 90 kg qu'ils supportent s'ils sont bien emballés. Toutefois, il serait intéressant là encore d'effectuer des essais avec un arrimage type marine, deux régimes debout et rangées supérieures couchées, qui est plus favorable à la ventilation. Le transport par fer ne doit pas durer trop longtemps et il faut éviter l'emploi de wagons métalliques complètement fermés. Il est facile de se rendre compte que l'espace resté libre pour la circulation de l'air est faible et que la respiration des fruits à une température de 30 à 35° produit une quantité relativement importante de gaz carbonique près de un mètre cube par jour et par tonne de fruits. Il faut éviter que la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère du wagon devienne dangereuse et dans toute la mesure possible, il faut supprimer le stationnement des wagons au soleil. L'emploi de wagons ventilés est particulièrement indi-

qué. Le trajet en chemin de fer peut dépasser 200 km.

Le transport par voie d'eau. — Il y a des cas où le transport par voie d'eau est le plus direct et permet l'accostage contre le bananier (Benty, Abidjan). Les régimes sont chargés dans une péniche qui est acheminée jusqu'au navire bananier.

Le séjour dans la péniche doit être aussi court que possible parce que non seulement la péniche ne profite pas comme le camion ou le wagon de l'effet de ventilation pendant les heures de marche, mais les compartiments qui contiennent les régimes sont mal ventilés. Les régimes sont couchés dans les cales, la chaleur de respiration et le gaz carbonique produit peuvent difficilement être évacués.

Le hangar à banane au port d'embarquement.

C'est un hangar situé sur le quai bananier permettant de décharger les lots de fruits, de les contrôler et d'organiser le chargement du navire bananier. Le séjour des régimes est de quelques heures et ne dépasse pas 24 heures, sauf exception. Ce que l'on demande en outre à ce hangar, c'est de protéger les régimes du soleil en général et de la pluie en hivernage. L'action de la pluie est à éviter parce qu'elle ramollit le papier, et lui enlève sa tenue. Sa construction doit être prévue pour que les pluies violentes ne puissent mouiller les régimes.

La question a été posée de savoir s'il y aurait avantage à climatiser le hangar à bananes au quai d'embarquement.

Non seulement la construction et l'entretien d'un hangar climatisé sont onéreux, mais il faudrait être certain qu'un tel hangar puisse répondre utilement au problème posé qui serait celui de refroidir les régimes totalement ou partiellement avant chargement et d'améliorer la stabilité du fruit.

La réfrigération de tonnages importants pouvant dépasser 1.000 tonnes n'est pas instantanée et il devient alors nécessaire de récolter les fruits plus tôt. Il faudrait que les avantages obtenus par une réfrigération dans le hangar climatisé dépassent notablement l'inconvénient d'une coupe avancée de 48 heures. Il ne sera possible de répondre à cette question qu'après avoir procédé à des essais comparatifs sur les lieux de production avec une chambre froide expérimentale. Le problème du hangar à bananes au quai d'embarquement est différent de celui du hangar au quai de débarquement comme nous le verrons à la fin de cet exposé, et il ne faut pas les confondre.

Par contre, il y a lieu d'envisager le cas où, par suite d'un apport trop élevé, le navire bananier ne peut prendre tous les fruits et laisse à quai un reliquat qui

peut atteindre 50 à 100 tonnes. Ce cas se produit pendant les périodes de pointes de production à un moment où la rotation des bananiers est la plus grande et il peut être envisagé de charger les fruits restés en souffrance quelques jours plus tard pour une destination plus rapprochée.

Le problème posé consiste à placer les fruits dans les meilleures conditions pour supporter cette attente. Il est possible alors d'envisager un local de capacité limitée avec une ventilation mieux étudiée :

soit par une circulation d'air naturelle entre les emballages avec un mode d'empilage étudié en conséquence pour utiliser la plus grande partie possible de la surface des emballages ;

soit par une circulation d'air forcée avec des ventilateurs ;

soit enfin avec un local climatisé et un équipement permettant une circulation d'air réfrigéré en vue par exemple de refroidir les régimes à 15° et de les maintenir à cette température jusqu'au prochain chargement.

Le choix de la solution adoptée dépendra des moyens financiers dont on dispose, de l'importance des lots à conserver, du temps de conservation et de la destination des lots non embarqués.

* * *

Le transport maritime.

Le transport maritime doit acheminer les régimes emballés des pays de production jusqu'aux pays de consommation qui sont éloignés en général de plusieurs milliers de kilomètres. La durée du transport est variable et peut atteindre 12 jours.

Pour les faibles distances, il est fait usage de bateaux ventilés, la durée du transport est alors limitée à quelques jours. La ventilation a pour but d'éliminer à la fois la chaleur de respiration des fruits et le gaz carbonique produit par leur respiration.

Par contre, si la durée du transport excède quelques jours, il faut faire appel au transport ventilé et réfrigéré : c'est la technique du transport maritime par des navires bananiers spécialisés.

Le transport comprend deux phases bien distinctes :
le refroidissement des fruits,
l'entretien de la température.

Le refroidissement des fruits. — Au chargement, la température des fruits à l'intérieur des régimes en saison sèche est comprise entre 30 et 35 degrés centigrades, en saison des pluies, cette température est de 25 à 30°.

Le refroidissement des fruits jusqu'à une tempéra-

ture de 12° à 13°, qui est celle du transport, doit s'effectuer en 48 heures.

La chaleur à enlever comprend :

- la chaleur sensible du fruit,
- la chaleur de respiration.

Pour un refroidissement horaire de 0,5 degré centigrade, il faut enlever, au début de la réfrigération, 400 calories par tonne de fruits pour la chaleur sensible et 150 calories-heure pour la chaleur de respiration, soit 550 calories par tonne de fruits.

L'enlèvement de la chaleur des fruits se fait d'abord par une prérefrigération préalable des cales dont la température est abaissée à 6°. L'effet de cette mesure est sensible, puisqu'il provoque un abaissement de la température des fruits de 2 degrés centigrades. Puis par circulation d'air réfrigéré autour des régimes.

Les facteurs qui interviennent sont les suivants :

La surface utile de refroidissement au kg de fruit.

L'écart de température entre l'air et les parois de l'emballage.

La conductibilité des parois.

La vitesse de l'air en circulation et la longueur de parcours dans le chargement.

La notion de surface utile de refroidissement est importante ; pour le montrer, nous allons examiner le cas du fruit transporté en vrac nu et emballé.

La surface de peau d'un kilog. de fruit de coupe commerciale est de 15 dm². C'est celle qui est utilisée pour le refroidissement d'un régime transporté en vrac nu.

Dans le cas du régime emballé, la surface de l'emballage au kilog de fruit d'un régime emballé est de 6,2 dm². Nous avons vu que les surfaces balayées par l'air n'étaient que de 60 %, ce qui donne une surface utile de refroidissement de 3,7 dm² au kilog de fruit, d'où une conclusion très importante pour le transport maritime : le rapport des surfaces utiles de refroidissement dans le cas du fruit vrac nu et du fruit emballé est dans le rapport de 4 à 1 ; autrement dit, le transport du fruit vrac nu est différent de celui du fruit emballé, les techniques doivent être différentes.

L'écart de température entre l'air de réfrigération et les fruits est élevé au début du refroidissement, ce qui facilite l'évacuation de la chaleur.

La conductibilité des parois de l'emballage n'est pas mauvaise si l'on tient compte de son épaisseur moyenne qui est de 2 centimètres et du fait que ses constituants : la paille et le papier ne sont pas secs mais humides.

La vitesse de l'air est importante puisqu'elle intervient dans le coefficient de transmission. On l'exprime pratiquement par le taux horaire de ventilation qui est le rapport du débit horaire des ventilateurs et du volume des cales vides ventilées.

La détermination du taux de ventilation le plus indiqué doit relever de l'expérience et doit dépendre du mode de transport adopté : fruit vrac nu et fruit emballé.

Il y a intérêt à diminuer le plus possible le trajet de l'air dans le chargement ; c'est pourquoi la ventilation verticale, bien que d'une réalisation plus difficile, doit être préférée à la ventilation horizontale.

Le maintien de la température. — La chaleur à enlever se réduit à la chaleur de respiration à 13° qui n'est que de 45 calories à la tonne, soit un besoin de 45.000 frigories-heure pour une cargaison de 1.000 tonnes.

Le navire dispose alors d'une grande réserve de froid qui lui permet de faire face à un échauffement localisé dans le cas où des régimes entreraient en maturation, d'ailleurs la maturation d'un régime préalablement refroidi à 13° n'est pas violente. Le dégagement n'est que de 100 calories-heure par tonne de fruit, ce qui est le cinquième de la chaleur à enlever en début de réfrigération.

Pendant cette période du transport, il faut procéder à une évacuation des gaz produits par l'activité biologique du fruit : gaz carbonique et éthylène éventuellement. On y procède par des extractions et des renouvellements d'air de manière à ne pas dépasser une teneur de 3 % en gaz carbonique.

Il est également nécessaire de maintenir un taux d'humidité élevé de l'air en circulation 90 % environ pour limiter la dessiccation. Les renouvellements d'air seront effectués à des heures où le degré hygrométrique de l'air frais aspiré est favorable.

La densité d'arrimage. — La pratique montre que les régimes emballés occupent environ 5 mètres cubes à la tonne brute. C'est un chiffre qui doit être considéré comme indicatif. Les petits régimes sont plus volumineux au kilog de fruit emballé que les gros. Le tonnage chargé par un navire bananier devrait dépendre du poids moyen des régimes, une étude systématique doit préciser ce point parce qu'il semble qu'un autre facteur intervient tout au moins pour les petits régimes, c'est celui de l'imbrication des régimes. Les petits régimes paraissent s'intercaler mieux les uns dans les autres. La densité au mètre cube serait en somme assez peu variable pour des régimes dont le poids est compris entre 10 et 15 kilog.

Mais la dimension des régimes a une incidence sur la circulation de l'air. Les petits régimes, s'ils sont plus volumineux, laissent moins d'espace libre pour la circulation de l'air et il est possible que leur surface utile de refroidissement soit différente de celle des gros régimes ; c'est là encore une question à préciser.

Le mode d'arrimage dans les cales. — Le mode d'ar-

rimage utilisé actuellement comporte deux emballages, debout, supportant trois emballages couchés. C'est celui qui est pratiqué indistinctement pour le fruit vrac nu et pour le fruit emballé. Le régime inférieur supporte sans difficulté le poids des régimes placés au-dessus de lui, si la dernière main et le petit bout de hampe sont protégés par un tampon.

Avec des emballages rigides, l'arrimage dépend du sens de ventilation de la cale. Avec une ventilation horizontale, les emballages seront couchés ; avec une ventilation verticale, ils seront placés debout.

Il n'y a pas de règle fixe et le mode d'arrimage à adopter est celui qui assure les meilleures possibilités de ventilation.

La manutention des régimes.

Depuis le départ de la plantation jusqu'au hangar à bananes au port de débarquement, les régimes subissent un nombre de manutentions variables suivant les cas, mais importants du point de vue transport d'autant plus que c'est pendant les manutentions qu'ils peuvent subir des blessures.

Nous allons prendre deux cas extrêmes :

- 1^{er} cas : chargement : camion, noria ;
déchargement : noria.
- 2^e cas : chargement : camion, double palanquée,
glissières ;
déchargement : noria, chariots.

Dans le premier cas, le fruit emballé est chargé en camion, puis déchargé au quai d'embarquement, porté jusqu'à la noria qui le conduit jusqu'au compartiment où il est arrimé. Déchargement par noria qui le conduit au hangar à bananes du port de débarquement, cela fait quatre manutentions, dont deux si elles sont brutales peuvent blesser le fruit (camion).

Dans le second cas (Sassandra), nous avons : chargement du camion, déchargement au hangar, transport sur remorque pour conduire les régimes sur le wharf (avec chargement et déchargement), palanquée chargée dans un boat, reprise de la palanquée par le navire bananier, utilisation de deux glissières avant arrimage, puis déchargement au port par noria et utilisation d'un chariot pour accéder au hangar ; cela fait dix manutentions au lieu de quatre dans le cas précédent ; les possibilités de blessures sont nettement augmentées. Il est assez réconfortant de constater que dans l'ensemble le nombre des blessures tend à diminuer depuis deux ans. Ce résultat est dû à une amélioration de l'exécution des emballages qui ont une efficacité réelle si les tampons bien bourrés sont placés correctement

et si les deux extrémités du régime sont bien capitonées ; il est dû aussi à une amélioration des procédés de manutention.

Les norias se généralisent au chargement (Antilles, Guinée) ; leur emploi supprime l'usage des glissières qui ne sont pas dangereuses lorsqu'elles sont utilisées correctement, mais qui sont préjudiciables lorsqu'elles sont utilisées sans soin.

Abidjan doit recevoir de nouveaux transporteurs, pour amener les fruits aux sabords. Ces améliorations se font sentir sur l'état du fruit à l'arrivée et sur la tenue des régimes en mûrisserie. Avec l'amélioration du réseau routier qui est à prévoir d'ici peu, l'utilisation des norias à l'embarquement et au débarquement, il est possible d'envisager la possibilité de transport en vrac nu pour la variété Poyo, ce qui réaliserait une économie substantielle.

* * *

Le hangar à banane au port de débarquement.

Dès l'arrivée du navire bananier dans le port de débarquement, les régimes sont sortis des cales par des norias à poches de toile qui les conduisent directement dans un hangar climatisé dans certains ports, ou les déposent à quai dans d'autres, d'où ils sont acheminés dans le hangar climatisé par transporteurs ou chariots.

Le rôle du hangar climatisé est double :

permettre la vente des lots et les maintenir à température aussi constante que possible.

Les lots de fruits sont classés par marque et par commissionnaire pour permettre la vente, sur certaines places, le nombre des commissionnaires est élevé, ce qui complique le déchargement.

Le hangar à banane du port de débarquement est calorifugé et possède une installation de climatisation permettant soit de le réchauffer en hiver, soit de le réfrigérer en été.

Le réchauffage est indispensable pour éviter la pigmentation ou la frisure des fruits, la réfrigération du hangar intervient aussi mais son rôle est moins important.

Ce qui est demandé, ce n'est pas de maintenir les régimes à une température constante de 12 degrés centigrades, c'est d'éviter qu'ils subissent un échauffement trop rapide.

Les régimes ne séjournent pas plus de 48 heures dans ce hangar et sont destinés à entrer en maturation dans les mûrisseries où règne une température de 20° environ, il n'y a pas nécessité de les maintenir rigoureusement à 12°, une élévation de température de quelques degrés ne présente pas d'inconvénient.

Ainsi le rôle du hangar à banane du port de débarquement, c'est d'éviter que les régimes déchargés puissent être refroidis en dessous de 12 degrés centigrades, lorsque la température extérieure est trop basse et de les maintenir au voisinage de cette température lorsque la température extérieure est nettement plus élevée. En un mot, il faut maintenir la température d'une masse réfrigérée, c'est-à-dire annuler les entrées de chaleur ou de froid par les parois par simple réchauffage en hiver et par réfrigération en été. C'est donc un problème tout à fait différent de celui qui se pose si l'on veut envisager de réfrigérer les régimes avant embarquement, il faut donc se garder de conclure, comme cela a été fait, que les installations sont comparables.

La réfrigération des régimes avant embarquement demande non seulement un hangar calorifugé, mais un équipement frigorifique puissant et un système de ventilation forcée capable de diriger l'air réfrigéré sur les parois des régimes emballés. Ceci nécessite une installation importante et coûteuse dont les avantages doivent être démontrés par une expérimentation préalable.

* * *

CONCLUSION

Nous avons essayé de présenter dans son ensemble le transport de la banane en montrant sa complexité et sa diversité.

Les problèmes posés sont multiples et leurs solutions permettront certainement d'améliorer les résultats du transport de la banane. Il reste encore beaucoup à faire et le temps demandé par cette étude d'ensemble

dépend surtout des moyens mis à la disposition des chercheurs qui en ont la charge.

L'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux poursuit cette série de travaux depuis plusieurs années.

Il est désormais possible d'établir un bilan des résultats déjà obtenus :

La connaissance du fruit de la variété Sinensis est déjà bien avancée.

La notion d'évolution physiologique est bien séparée de celle de la croissance; le test de dureté de la pulpe facilitera les études sur le développement du fruit et doit permettre après mise au point de préciser le degré de coupe et de donner plus de rigueur au contrôle du conditionnement. La doctrine de la technique de l'emballage est établie et les grandes lignes du transport maritime sont tracées, les résultats obtenus seront utilisables pour les navires bananiers qui seront mis en chantier : la construction d'un navire bananier engage l'avenir pour quinze ans.

La qualité des fruits d'A. O. F. qui ont fait l'objet de cette étude s'est améliorée au port de débarquement et les avaries en cours de transport sont devenues très faibles.

Cette étude vise également à atteindre un but plus élevé : celui d'une augmentation du poids récolté qui résulte d'une meilleure connaissance du fruit à la coupe et d'une efficacité accrue de la technique du transport maritime.

Une coupe retardée de 4 à 5 jours représente un gain de poids de 5 %. Pour l'ensemble de l'Union Française cela correspond à une augmentation annuelle de la commercialisation à quai de plus de un milliard de francs métré. Ce résultat paraît possible et c'est avec l'espoir de le voir prochainement réalisé que nous terminerons cette conclusion.

