

# LA MATURATION ARTIFICIELLE DES BANANES

La Fruit Dispatch Company a publié en 1942 une brochure : « *Banana ripening manual* » dont l'intérêt pratique a tout de suite retenu notre attention. Cette brochure s'adresse particulièrement aux mûrisseurs. Elle a l'avantage de présenter de la manière la plus accessible l'exposé des phénomènes de maturation, et la technique de la maturation artificielle. Elle tient lieu d'une sorte de guide du mûrisseur, et comble une lacune de la littérature. Nous avons pensé qu'il serait utile d'en faire connaître l'essentiel aux lecteurs français, et plus spécialement aux producteurs et aux mûrisseurs de bananes. Nous avons pu mener à bien ce travail et le publier dans ces colonnes, grâce à l'extrême obligeance de la Fruit Dispatch Company, et, en particulier, de M. MAC KELLEY qui non seulement nous a autorisé à reproduire les figures et à nous inspirer du texte de cette brochure, mais encore, s'est entremis pour nous permettre une facile réimpression de la planche en couleur illustrant cet article. L'Institut des Fruits et Agrumes Coloniaux exprime à la Fruit Dispatch Company et à M. MAC KELLEY tous ses remerciements.

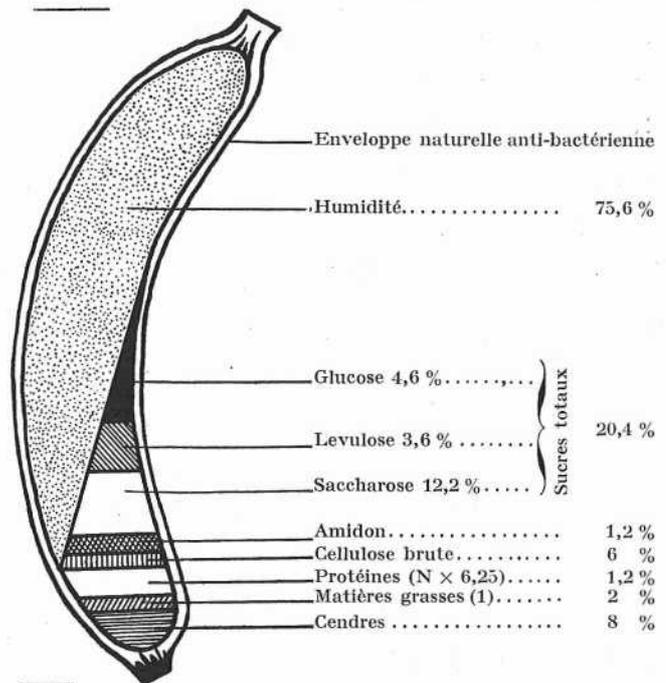
Les bananes étant cueillies vertes, la maturation artificielle a pour but de provoquer le mûrissement des fruits après leur cueillette. Cette maturation consiste en une transformation progressive de l'état physique et chimique du fruit qui, encore vert, n'est qu'une masse d'amidon. Au fur et à mesure de la maturation la banane s'amollit, passe du vert au jaune et devient de plus en plus sucrée, jusqu'à ce que l'amidon initial ait été presque entièrement transformé en sucres. C'est pendant cette période que se développe cet agréable arôme si caractéristique de la banane mûre et, parmi les transformations que la banane subit alors, l'une des plus importantes, qui sera étudiée plus loin, est la variation du dégagement de chaleur.

La maturation des bananes peut être écourtée ou prolongée afin de pouvoir les distribuer aux détaillants dans les meilleures conditions possibles de vente. D'une façon générale, ce temps de maturation ne peut être diminué de plus de 3 ou 4 jours, ou augmenté de plus de 8 ou 10 jours sans que l'on soit obligé d'avoir recours à des procédés peu orthodoxes, susceptibles

d'affecter la qualité des bananes et, partant, leur possibilité de vente.

La banane mûre est une denrée périssable, quoique l'opinion commune n'en soit pas assez convaincue. Même lorsqu'elle est mûrie dans d'excellentes conditions, il est indispensable de la faire parvenir le plus rapidement possible aux détaillants de manière à assurer un temps de vente suffisamment long.

Fig. 1. - Composition approximative d'une banane mûre.



**ÉLÉMENTS MINÉRAUX** (milligrammes pour 100 grammes)

Sodium	Potassium	Calcium	Magnésium	Manganèse
42,0	373,0	8,0	31,0	6
Cuivre	Fer	Phosphore	Soufre	Chlore
2	6	28,0	12,0	125,0
				Iode
				0,003

**VITAMINES** (pour 100 grammes)

A.....	250-335 unités internationales
B 1.....	42-54 microgrammes
B 2.....	88 microgrammes
PP.....	6 milligrammes
C.....	10-11 milligrammes

(1) Donne des résidus minéraux alcalins dans la pulpe.

**I. — GÉNÉRALITÉS**  
**SUR LA MATURATION DE LA BANANE**

Les laboratoires de recherches de l'United Fruit Company étudient attentivement les transformations qui se produisent dans les divers éléments de la banane, pendant sa maturation. Ce travail a permis d'améliorer sensiblement les méthodes de transport et de traitement des fruits. La plupart des transformations des divers constituants de la banane, qui apparaissent au cours d'une maturation réalisée à 20°C, avec un degré hygrométrique de 90 %, sont illustrées dans la figure 2. Tous les tissus vivants, de plante

transformation de l'aspect, de la texture et de la composition chimique du fruit est due, directement ou indirectement à l'action de certains enzymes.

**Sucres et amidon.** — Les bananes vertes contiennent une grande quantité d'amidon qui, au cours de la maturation, est transformé par les enzymes en saccharose, glucose et lévulose. La pulpe de la banane complètement mûre ne contient plus que 1 à 1,5 % d'amidon.

**Couleur.** — Les bananes vertes possèdent deux types de pigments ou matières colorantes, les vertes (chlorophylle) et les jaunes (carotène). Au cours de la maturation, la chlorophylle est graduellement détruite par l'action enzymatique, tandis que le carotène devient de plus en plus apparent. Les divers procédés de traitement utilisés pour obtenir la maturation, peuvent amener une plus ou moins grande perte de la couleur verte, provoquée avant tout par l'action des enzymes. Il peut arriver, par exemple, que des fruits complètement jaunes conservent encore des extrémités vertes.

**Texture.** — La pulpe de la banane est faite d'un grand nombre de très petites cellules. Dans la banane verte, chacune de ces cellules a des parois rigides, composées principalement d'une substance insoluble appelée protopectine, à l'intérieur desquels on trouve un grand nombre de grains d'amidon solide. Au cours de la maturation, la protopectine est partiellement détruite par les enzymes en formant une pectine soluble qui amollit les parois des cellules. En même temps, ces enzymes transforment l'amidon en sucres solubles qui se dispersent dans les matières solides de la cellule en formant une masse semi-solide.

Ce sont ces réactions physico-chimiques qui, en amollissant les parois des cellules et en dissolvant partiellement le contenu de ces dernières, transforment une banane verte et dure en un fruit tendre et savoureux.

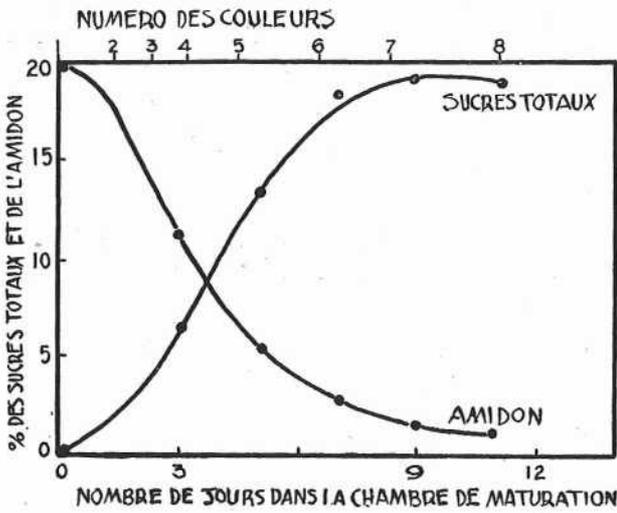


Fig. 2.

ou d'animal, contiennent de petites quantités de substances chimiques, appelées enzymes, qui provoquent la plupart des transformations de la banane au cours de sa maturation. Pratiquement, toute

**Principaux éléments nutritifs d'une banane normale**

Éléments nutritifs	Proportion pour une banane (125 gr. de pulpe) (1)	Besoins journaliers pour un adulte (2)	% du besoin journalier fourni par une banane
Vitamine A .....	310-420 U I.	4000 U I	7,8 à 10,5 %
Vitamine B 1 (thiamine).....	52-67 microgrammes	1000 microgrammes	5,2 à 6,7 %
Vitamine B 2 (riboflavine) .....	110 microgrammes	2000 »	5,5 %
Vitamine P P .....	0,75 milligrammes	—	—
Vitamine C (acide ascorbique) ..	12,5-13,7 milligrammes	30 milligrammes	41,7 à 45,7 %
Calcium.....	0,01 gramme	0,75 gramme	1,3 %
Phosphore .....	0,035 gramme	0,75 gramme	4,7 %
Fer <sup>2+</sup> .....	0,75 milligrammes	10 milligrammes	7,5 %
Iode.....	3,75 microgrammes	100 microgrammes	3,8 %

(1) Dietary Uses of bananas in health and disease, 1942, Edition by L. Jean BOGERT.  
(2) U.S Food and Drug Administration, Federal Register November 22, 1941.

LES DIVERS STADES  
DE LA MATURATION  
DES BANANES



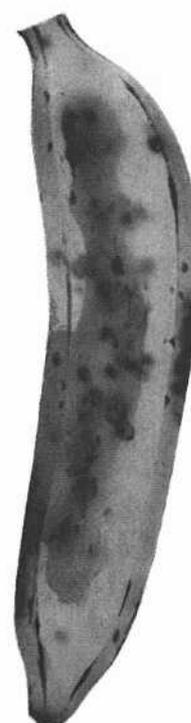
Numéro des couleurs.....  
Couleur de la peau.....  
Sucres totaux.....  
Amidon.....

**1**  
Vert  
0,1-2 %  
21,5-19,5 %

**2**  
Vert-Traces  
de jaune  
2-5 %  
19,5-16,5 %

**3**  
Plus vert  
que jaune  
3,5-7 %  
18-14,5 %

**4**  
Plus jaune  
que vert  
6-12 %  
15-9 %



Numéro des couleurs.....  
Couleur de la peau.....  
Sucres totaux.....  
Amidon.....

**5**  
Extrémités vertes  
10-18 %  
10,5-2,5 %

**6**  
Entièrement jaune  
16,5-19,5 %  
4-1 %

**7**  
Jaune avec  
des taches brunes  
17,5-19 %  
2,5-1 %

**8**  
Jaune avec des  
larges plaques brunes  
18,5-19 %  
1,5-1 %

**Saveur et arôme.** — Ces deux qualités, si caractéristiques de la banane, sont tellement interdépendantes l'une de l'autre, qu'elles doivent être considérées ensemble. La saveur se développe naturellement au fur et à mesure de la formation des sucres, mais certaines quantités, d'ailleurs variables, d'esters très volatils et peut-être d'alcool, se développent également au cours de la maturation et contribuent à donner à la banane son goût si agréable. L'astringence de la banane verte est due aux quantités considérables de tannins libres qui se trouvent dans sa pulpe. Au cours de la maturation, ces composés tanniques se combinent ou s'annulent entre eux, de telle façon, qu'ils perdent complètement leurs propriétés astringentes.

**Valeur nutritive.** — Les bananes mûres sont très nutritives, principalement grâce à leur teneur en hydrates de carbone plus élevée que celle de n'importe

gastro-intestinaux. Au cours de la maturation, la teneur en eau de la pulpe s'accroît légèrement ; les protéines et éléments minéraux restent constants quelque soit le traitement appliqué aux fruits. A l'exception de la vitamine C, les différentes variations de la teneur des fruits en vitamines diverses, au cours de la maturation, n'ont pas encore été étudiées. On sait que la vitamine C atteint son maximum dans la banane tournante, pour décroître graduellement jusqu'à la maturation complète. La banane entièrement brune ne possède plus qu'environ 60 % de la quantité de vitamine C contenue dans la banane tournante. A part la vitamine D, qui n'existe dans aucuns fruits et végétaux, toutes les vitamines indispensables à la santé apparaissent dans la banane.

En plus du groupe des vitamines A, B1, B2, C, essentielles à l'existence humaine, les bananes contiennent en quantités variables quelques autres facteurs existants dans le complexe vitaminique B.

**Dégagement de chaleur.** — Les bananes dégagent une chaleur considérable au cours de la maturation, chaleur provoquée par la respiration des tissus du fruit. La vitesse de respiration et la vitesse correspondante de dégagement de chaleur, varient avec la température à laquelle le fruit est maintenu, et avec son degré de maturité. Cette vitesse augmente avec la température, et atteint son maximum dans la banane tournante. A ce moment, on admet que la chaleur dégagée s'élève à environ 260 calories par heure et par kg de fruits.

## 2. — VARIATION DE L'ÉTAT DE MATURITÉ DES FRUITS ÉTENDUE ET CAUSES

Plusieurs conditions influent sur les variations de l'état de maturité, et il est très important d'en tenir compte. Il y a d'abord les différences de sol et de climat entre les diverses régions productrices, sans oublier les méthodes culturales. Ensuite les transports par mer peuvent s'échelonner de 4 à 10 jours et d'une façon générale, on peut classer en deux types principaux les navires spécialisés faisant le transport de ces fruits. Les premiers sont ventilés naturellement et les seconds sont réfrigérés. Enfin, la distance qui sépare les ports de débarquement des lieux de consommation n'est jamais la même, et, c'est précisément l'influence de ces facteurs si divers qui explique les différences considérables existant dans l'état de maturité des lots de bananes.

Il faut d'abord tenir compte de l'impression générale provoquée par le lot de bananes dans son allure d'ensemble. Par exemple, le lot est vert. Même si, après coup, une observation plus détaillée permet de trouver des régimes plus mûrs, dits régimes « tournants », il ne faut pas en tenir compte outre mesure, et considérer toujours la moyenne du lot ou « lot

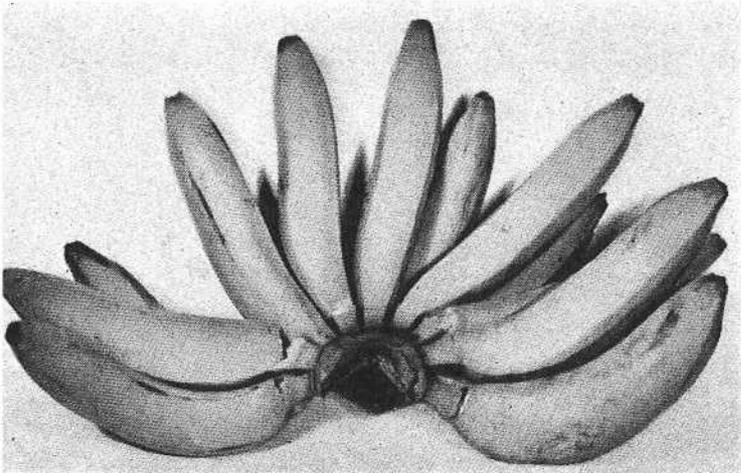


Fig. 3. — Mains de bananes montrant des brisures typiques. Ceci provient de l'emploi de température trop élevée dans les chambres de maturation, particulièrement après que les fruits aient commencé à jaunir. En plus des brisures ces fruits ne se colorent pas régulièrement et manquent de couleur et d'arôme.

quel autre fruit frais. Bien que la valeur énergétique mesurable de la banane verte, soit légèrement plus élevée que celle de la banane mûre, c'est après la maturation du fruits lorsque l'amidon a été transformé en sucres, que le fruit est le plus facilement digéré par l'organisme. La partie comestible d'une banane mûre, de taille moyenne, pèse environ 125 grammes, contient 20 % de sucres et possède une valeur nutritive d'environ 120 calories. Bien que peu riches en protéines et matières grasses, la banane peut avantageusement soutenir la comparaison avec les autres fruits en ce qui concerne les quantités de vitamines diverses et d'éléments minéraux.

Les matières cellulosiques et pectiques de ce fruit en font un aliment excellent pour les enfants et un régime parfait pour les malades atteints de désordres

moyen », qui, dans le cas présent, est vert. On peut classer grossièrement les bananes en 3 catégories, selon leur faculté de maturation : celles qui mûrissent rapidement, normalement et difficilement. La plupart des bananes appartiennent à la catégorie *normale* quoi qu'il soit préférable de s'en assurer avant le traitement. Toutes les recommandations d'ordre général qui suivent sont faites pour des fruits mûrissant normalement.

Le pourcentage de sucres est un excellent indice du degré de maturité. Les analyses, faites en laboratoires pendant un an, ont montré une différence considérable dans le taux de sucre après 100 heures dans les chambres de maturation. La nature du sol et les conditions climatiques, qu'il est impossible de contrôler ou difficile d'altérer, sont sans aucun doute, les facteurs essentiels de cette variation de la réaction des fruits pendant la maturation.

Il a été reconnu indispensable de connaître deux facteurs bien définis, pour pouvoir juger correctement du temps que devront mettre des régimes à mûrir, dans des conditions parfaitement établies. Le premier de ces facteurs est le *degré de maturité du régime au moment de sa cueillette*. On le détermine principalement par le développement atteint par les bananes ou par leur fermeté (voir fig. 10), mais comme la maturité est plus une question de temps passé sur l'arbre que de volume des fruits, certains lots ne pourront pas être classés par ce moyen. Le second facteur est le *degré de maturité atteint par les bananes au cours du transport*. Ceci dépend évidemment de la durée de ce transport et des conditions de température et d'humidité supportées.

### 3. — LES QUALITÉS A OBTENIR

Les fruits, mûris d'une façon correcte, doivent avoir une couleur et une fraîcheur agréables, ainsi qu'une pulpe ferme et une peau suffisamment solide pour résister aux manipulations les plus diverses. En outre, leur saveur ne doit pas être altérée par le traitement subi.

Le degré de maturation à atteindre pour la distribution aux détaillants, dépend de certains facteurs tels que la température extérieure et le temps nécessaire pour acheminer les fruits jusqu'aux consommateurs. En hiver, on procède à l'expédition lorsque les bananes ont atteint le stade « tournant » (couleurs N° 4 et 5, de la planche hors-texte). En été, on les expédie un peu plus vertes car elles continuent à mûrir pendant le transport et l'exposition chez le détaillant.

### 4. — ERREURS A ÉVITER

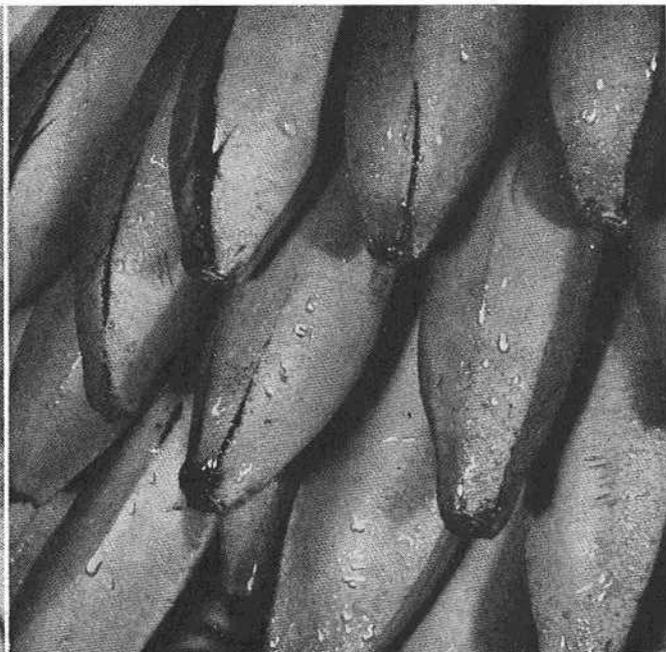
#### RÉSULTATS

#### PROVOQUÉ PAR UNE MATURATION MAL CONDUITE

Les bananes, mûries d'une façon incorrecte, sont facilement décelées par les personnes habituées à la manipulation de ces fruits. Les accidents de maturation sont généralement dus, soit à l'emploi de températures impropres, soit à l'emploi d'un degré hygrométrique non conforme aux prescriptions. En pratique, et pour la majorité des cas, ces accidents proviennent des efforts tentés pour activer ou ralentir la maturation d'une façon exagérée et, également de l'impossibilité de contrôler la température et l'humidité, soit par inexpérience, soit par manque d'appareils

Fig. 4. — Les fruits verts et tournants ont besoin d'un degré hygrométrique élevé. Cette photo montre un robinet vaporisateur en action. En général on utilise 6 robinets semblables pour une chambre ayant une capacité de 9 à 10 tonnes de fruits.

Fig. 5. — Condensation sur un régime de bananes vertes, provoquée par le contact de l'air chaud sur les fruits froids. Ce phénomène ne nuit absolument pas aux bananes pendant le début de la maturation.



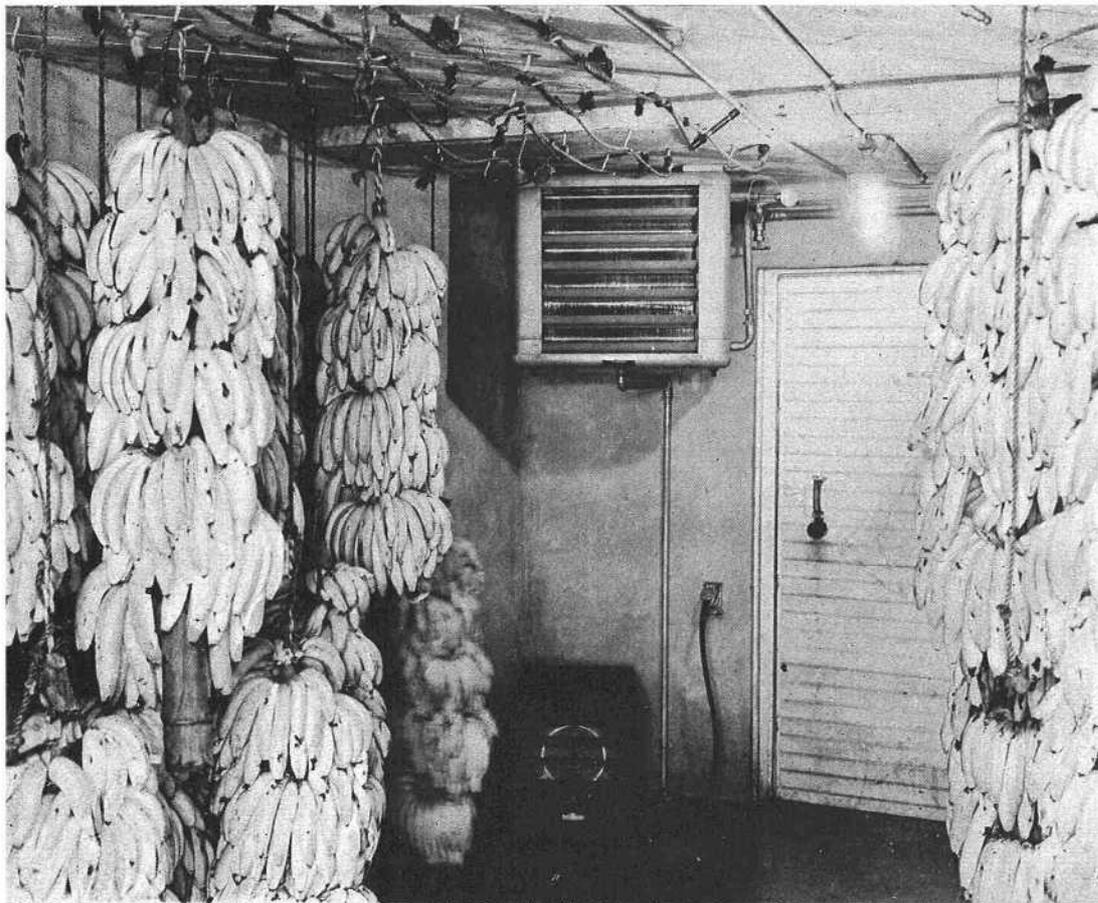


Fig. 6. — Cette chambre de maturation est équipée avec un appareil électrique de chauffage, un appareil de refroidissement et des robinets vaporisateurs.

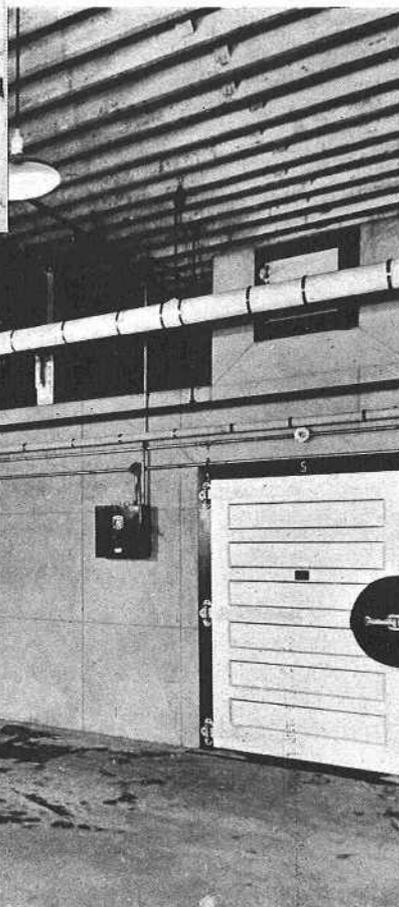


Fig. 7. — Rangée de chambres de maturation dans une mûrserie moderne. Le contrôle des appareils de production de chaud et de froid est situé au-dessus de la porte, et l'air conditionné est distribué sur toute la largeur des chambres à grande capacité, car il assure une répartition égale de l'air et permet d'utiliser tout l'espace utile de la chambre, pour suspendre les régimes.



Fig. 8. — Un spécialiste règle le thermostat pour obtenir la température de maturation désirée. Dans cette mûrisserie, tous les appareils de contrôle sont contenus dans des boîtes étanches, fixés près de chaque porte. Des lampes de signalisation au-dessus de chaque boîte avertissent si la chambre est en période de réchauffement, refroidissement ou ventilation.

de contrôle précis. Les fruits mûris à une température trop élevée se reconnaissent à la mollesse de leur pulpe, la fragilité de leur peau et également, si la température a été trop forte, à leur couleur imprécise et à une perte très nette de saveur. Ceux qui ont été soumis à une température trop basse se présentent sous un aspect terne, variant du jaune pâle au brun suivant qu'ils ont été plus ou moins touchés par le froid. En outre l'aspect extérieur des bananes trop gravement touchées les rend absolument invendables (bananes frisées).

Les bananes traitées à un degré hygrométrique insuffisant, perdent un poids considérable durant le premier stade de la maturation et généralement mûrissent irrégulièrement. On les reconnaît à leur aspect sale et ridé, à la décoloration et aux fendillements de leur peau. Par ailleurs, un degré hygrométrique trop élevé, maintenu après le début de la coloration, donne des fruits mous et moisis.

**La maturation irrégulière** peut causer de graves inconvénients. Cette irrégularité n'intervient généralement que pour quelques régimes, mais il arrive également que des mains d'un même régime et des bananes d'une même main mûrissent bien avant les autres. Cet état de choses empêche une distribution normale aux détaillants et oblige les mûrisseurs à maintenir plus longtemps dans les chambres de maturation, ces régimes récalcitrants (bananes butées). On peut, en général, empêcher ces irrégularités en

utilisant des chambres à peu près étanches et en s'abstenant de ventiler jusqu'à ce que les fruits aient commencé à jaunir. Les chambres entièrement remplies de régimes, permettent d'obtenir une maturité uniforme, alors que les chambres qui ne sont que partiellement utilisées sont susceptibles de provoquer des irrégularités dans la maturation des fruits. Ceci provient du fait, que la concentration de certains gaz rejetés par les fruits, favorise la maturation et explique pourquoi les chambres non étanches, en laissant fuir ces gaz empêchent les bananes de mûrir rapidement. Fissures dans les tuyauteries d'aération, porte mal ajustée, construction peu soignée, sont en général, les causes de ce manque d'étanchéité. Toutefois, ces mêmes chambres peuvent, si les fuites ne sont pas trop importantes, convenir aux bananes mûrissant normalement.

Ordinairement, les traitements recommandés pour obtenir une maturation rapide, provoquent moins d'irrégularités que ceux que l'on applique pour retarder la maturation. Quand le traitement normal est incapable d'empêcher ces irrégularités de maturation, il est nécessaire d'utiliser certains gaz, tel que l'éthylène (voir chapitre 8).

*Les éclatements de la peau* qui se produisent après la coloration, se situent généralement sur les arêtes du fruit. La pulpe n'étant plus protégée s'oxyde et perd peu à peu toute saveur. Bien que ce défaut ne soit pas dû, initialement, à une erreur de traitement, une modification de ce traitement peut prévenir le mal. Il est nécessaire pour cela d'abaisser la température et le degré hygrométrique. Les températures élevées doivent être particulièrement évitées dès que les fruits ont commencé à tourner. En outre, l'emploi des vaporisateurs d'eau après les douze premières heures de traitement est à rejeter. On pense que cette tendance des fruits à se fissurer est due aux conditions climatiques des tropiques. En Amérique Centrale, cette tendance se rencontre plus fréquemment de Décembre à Février.

##### 5. - LE CONTROLE DE LA MATURATION ARTIFICIELLE TEMPÉRATURE, HUMIDITÉ ET VENTILATION

Le contrôle de la vitesse de maturation est le facteur essentiel de réussite d'une mûrisserie, car il permet de ravitailler les détaillants régulièrement et d'éviter ainsi une congestion du marché.

On admet, généralement, que les principaux facteurs du contrôle de la maturité, sont la température, l'humidité et la ventilation. La pratique a montré que pour obtenir les meilleurs résultats, il est indispensable de faire coïncider une certaine température avec un degré hygrométrique adéquat. Cette température peut d'ailleurs varier pour permettre l'accélération ou le retardement de la maturation. A chaque fois que cela est possible, il est préférable de ne pas placer dans les



Fig. 9. — Vue d'une chambre de maturation moderne.

mêmes chambres les bananes vertes et les bananes mûres, car le traitement n'est pas le même dans les deux cas.

**Température de maturation.** — Les températures ordinaires varient de 16°5 C à 20°6. Il n'y a aucun inconvénient à élever ces températures de 2 à 4°C pendant une douzaine d'heures pour les fruits complètement verts, à condition que le degré hygrométrique soit suffisant. Toutefois, ce procédé n'est pas à recommander, sauf lorsque l'on possède des chambres réfrigérées qui peuvent être refroidies rapidement au moment voulu, sans avoir recours à la ventilation. Quand on veut obtenir une maturation rapide, il y a avantage à élever la température très rapidement (2°C par heure au besoin) jusqu'à ce que les fruits eux-mêmes aient atteint la température de maturation désirée. Une forte condensation sur les bananes pendant toute la période de chauffage, montre que le degré hygrométrique recherché est atteint et que les bananes mûrissent dans de bonnes conditions (voir fig. 5). Pour maintenir les fruits mûrs au même stade, il est bon de ne pas dépasser 13°5 C.

**Humidité.** — Un degré hygrométrique élevé est nécessaire pour empêcher le rétrécissement des fruits (perte de poids), provoqués par l'évaporation de l'eau

en cours de maturation. Ce degré doit être généralement compris entre 90 et 95 % dans le cas des fruits verts. Une méthode pratique et efficace pour obtenir l'humidité nécessaire, consiste à utiliser des robinets, vaporisant l'eau dans les chambres, sous forme de brouillard (voir fig. 4). On ouvre ces robinets après l'introduction des bananes dans la chambre et on les ferme seulement quand les fruits commencent à se colorer. Si on se sert correctement de ces robinets vaporisateurs, les bananes seront plus fermes, d'un aspect frais et d'une coloration agréable. De plus, on obtiendra une maturation beaucoup plus régulière et un risque de rétrécissement moins important que dans une chambre non correctement humidifiée.

Les bananes transpirent par de minuscules ouvertures de la peau appelées stomates. Dans un air sec, ces stomates tendent à se fermer et on peut supposer que c'est ce phénomène qui retarde la respiration des fruits et leur maturation. Dès que les fruits ont commencé à tourner, il faut abaisser l'humidité de l'air, et ne pas oublier que le fait de maintenir ou de refroidir la température des fruits tournants, réduit automatiquement l'humidité relative de l'atmosphère.

Un grand nombre d'expériences ont été faites par les laboratoires de recherches de l'United Fruit pour

**DEGRÉ DE COUPE COMMERCIAL DES BANANES**

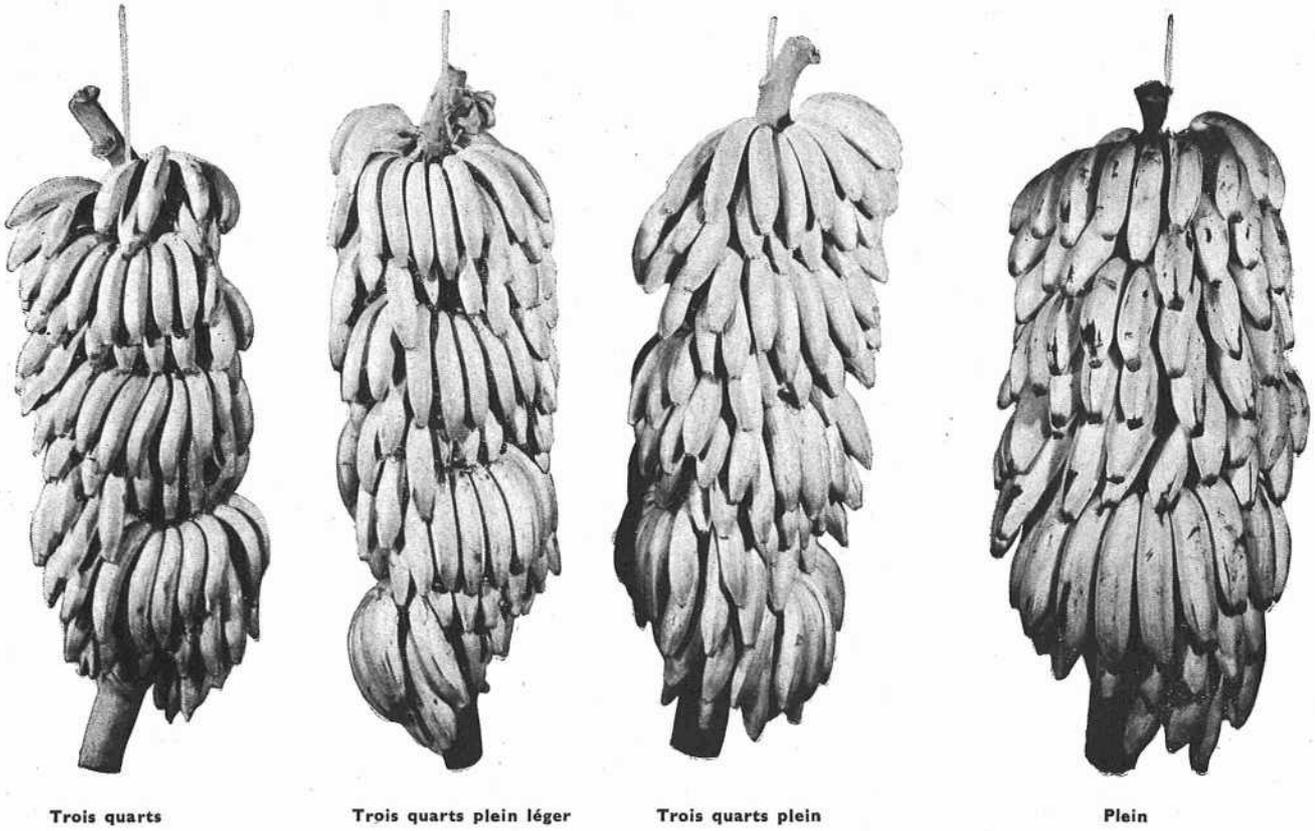
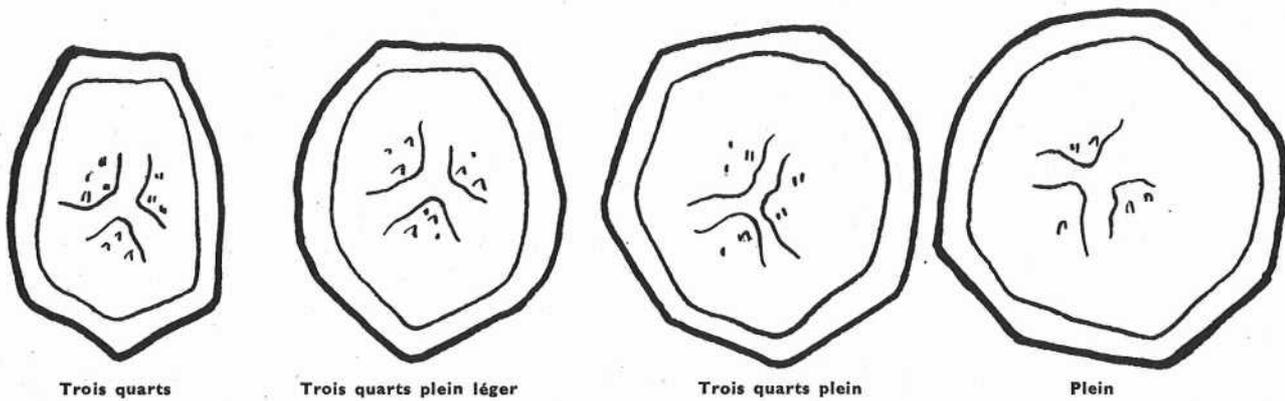


Fig. 10. — Les quatre régimes ci-dessus illustrent la signification de l'expression "degré de coupe", qui est une indication de maturité. Les régimes sur pieds deviennent de plus en plus pleins et arrondis au fur et à mesure qu'ils approchent du stade plein.



Vue en coupe des bananes, grandeur naturelle.

déterminer les écarts survenant dans la maturation des bananes soumises à des degrés hygrométriques différents. C'est ainsi que l'on a observé un pourcentage de rétrécissement des fruits de 3,8 % dans une chambre de maturation maintenue pendant 6 jours à 19°5C avec un degré hygrométrique de 75 à 80 %. Dans une seconde chambre, exactement semblable à la première, avec la même température, mais avec un degré hygrométrique de 90 à 95 %, le rétrécissement n'était plus que de l'ordre de 2 %.

**Ventilation.** — En mûrissant, les bananes dégagent de petites quantités d'éthylène, d'éthers volatils et de gaz carbonique. L'éthylène et peut-être certains autres gaz aident puissamment la maturation et, de ce fait, les bananes mûrissent plus rapidement et plus régulièrement, dans les locaux où il n'y a pas de ventilation jusqu'au moment de la coloration des fruits. Là, où des brûleurs à gaz sont utilisés il est cependant nécessaire de ventiler pour empêcher tout risque d'explosion. Les chambres de maturation doivent être relativement étanches, et les portes ouvertes le moins souvent possible, pour éviter la perte des gaz rejetés par les fruits. On peut affirmer, d'une façon générale, que la ventilation retarde la maturation et que l'étanchéité des chambres l'accélère.

Il y a naturellement une exception à cette règle. Lorsque les chambres sont parfaitement étanches et que les fruits commencent à mûrir, le dégagement de gaz carbonique est si fort que les bananes ne peuvent plus respirer et que la maturation est arrêtée. Dans ce cas, il faut prévoir une ventilation régulière.

#### 6. — INSTRUCTIONS GÉNÉRALES POUR L'INSTALLATION DES CHAMBRES DE MATURATION

Pour avoir une mûrisserie capable de travailler dans de bonnes conditions, il est indispensable de posséder au moins trois chambres de maturation. Ceci permet de ne jamais emmagasiner dans la même pièce des fruits verts et des fruits mûrs. La disposition des lieux doit être telle qu'il n'y ait que le minimum de manipulations à faire subir aux bananes pendant toute la durée du traitement. Le volume des chambres est déterminé par le tonnage maximum des fruits verts que l'on compte recevoir en période de pointe. En Amérique, les mûrisseurs recevant leurs fruits par rail, possèdent des chambres ayant soit la même capacité que les wagons, soit une capacité multiple de celle de ces wagons (1).

La construction des chambres de maturation se rapproche sensiblement de celle des chambres froides. La différence la plus importante provient du fait que les marchandises sont suspendues au plafond au lieu de reposer à même sur le sol ou sur des étagères. Il est indispensable de suspendre les régimes au plafond au

(1) Le « carlot » ou poids de bananes transportées dans un wagon est environ 9 tonnes.

moyen de crochets, car les bananes, dès qu'elles commencent à mûrir, s'amolissent et se brisent facilement. Pour utiliser au maximum la surface utile de la pièce, on peut mettre deux régimes bout à bout, ce qui nécessite une hauteur de plafond minimum de 2 m 50 à 2 m 70. Les crochets sont espacés de 0 m 18 × 0 m 32 ou de 0 m 20 × 0 m 35. La surface nécessaire à deux régimes mis bout à bout est d'environ 0 m<sup>2</sup> 092, si l'on veut réserver un espace suffisant dans la pièce pour l'inspection des fruits (voir fig. 9).

Ces chambres doivent être toutes équipées de façon à pouvoir fournir à volonté du froid, de la chaleur et de l'humidité. Il est bon de prévoir un système de ventilation et des appareils de contrôle pour la température.

**Une température uniforme.** est nécessaire dans toute la chambre pour obtenir une maturation régulière. On obtiendra cette uniformité au moyen de ventilateurs ordinaires.

**La production de chaleur.** doit être suffisante pour élever la température des bananes selon une vitesse raisonnable quand cela est nécessaire. Cette production de chaleur doit permettre une élévation de température de la pulpe d'environ 1° C par heure. On peut utiliser le gaz, la vapeur ou l'électricité pour obtenir ce résultat.

**La réfrigération** doit permettre d'éliminer la chaleur dégagée par la respiration des fruits eux-mêmes (260 calories par heure et par kilogramme de bananes) et d'abaisser rapidement la température de la chambre dès que les fruits commencent à tourner ou que la température extérieure est trop élevée. Si l'on procède à une installation générale de réfrigération, il est nécessaire de prévoir que toutes les chambres ne nécessitent pas, en même temps, le même traitement.

La façon la plus satisfaisante d'obtenir l'humidité voulue dans les chambres est l'emploi des robinets vaporisateurs, installés au plafond, de chaque côté de l'allée centrale (voir fig. 4 et 6). La ventilation peut se faire soit à l'aide de volets fixés en haut et en bas de la porte, soit tout simplement en laissant la porte entr'ouverte.

Une étude plus poussée sur la construction des chambres de maturation sortirait du cadre de cette note, car chaque mûrisserie a des problèmes particuliers à résoudre qui nécessitent l'intervention des spécialistes.

#### 7. — TRAITEMENT A SUIVRE POUR OBTENIR UNE MATURATION RAPIDE, NORMALE, LENTE OU POUR MAINTENIR LES BANANES MURES (1)

De nombreux tests ont permis de déterminer avec précision les différents traitements à appliquer aux bananes, pour obtenir une maturation rapide, normale

(1) Toutes les températures sont en ° centigrade.

ou lente. Il est même possible d'indiquer le nombre de jours de maturation nécessaires pour mûrir des bananes excessivement vertes.

Un examen attentif des fruits, à leur arrivée, permet de les classer d'une façon satisfaisante (voir chapitre 9). Le comportement de variété semblable, déjà observé antérieurement, aide à choisir le traitement à employer. Soulignons toutefois, que les recommandations qui suivent doivent être considérées comme un guide général et qu'il est toujours possible de les modifier selon le jugement porté sur chaque lot de fruits en particulier.

**Traitement à suivre pour obtenir une maturation rapide.** — En moyenne 3 ou 4 jours.

*Température* : Régler immédiatement la température de la pièce jusqu'à ce que la pulpe atteigne environ 21°. Lorsqu'il s'agit de fruits assez froids, il est bon de les chauffer rapidement à la moyenne de 1° à 1,5° par heure. Réduire après 24 heures et maintenir les fruits à 20° jusqu'au début de la coloration. Ramener alors à 19° et garder les bananes à cette

Fig. 11. — Un ouvrier procède au dosage d'une injection d'éthylène dans une chambre, au moyen d'un manomètre et d'une montre. La bouteille est transportée sur un charriot pour éviter tout risque d'accident. Le gaz est admis dans la chambre au moyen d'un tuyau souple et d'une canalisation fixée dans le mur.



température. Pour obtenir de bons résultats, l'emploi de thermostats de précision est indispensable.

*Humidité* : Jusqu'à la coloration maintenir un degré hygrométrique très élevé (90 à 100 %). Cette humidité est importante pendant toute la période de réchauffement des fruits, et il n'y a pas à s'inquiéter de la forte condensation qui se produit sur les bananes. Dès que les fruits ont commencé à tourner, abaisser le degré hygrométrique jusqu'aux environs de 80 à 85 %. L'abaissement de la température de deux en deux degrés comme décrit précédemment, a pour résultat de ramener le degré hygrométrique au point voulu.

*Ventilation* : Aucune ventilation jusqu'au début de la coloration, à moins que les chambres ne soient chauffées à l'aide de brûleurs à gaz. Pendant la maturation, ventiler de temps à autre pour éliminer le gaz carbonique rejeté par les fruits.

*Emplois de l'éthylène* : Faire une ou deux injections d'environ 1/1000<sup>e</sup> du volume d'air de la pièce, en se basant sur les recommandations du chapitre 8, mais seulement, si les bananes ne mûrissent pas. Dans les chambres où l'on utilise des robinets vaporisateurs, il faut augmenter cette dose pour compenser l'absorption du gaz par le brouillard qui environne les robinets. Si on ne peut se procurer d'éthylène, porter la température initiale à 24° au lieu de 21° pendant 24 heures, puis ramener normalement à 20° et à 19°. Bien que cette méthode soit moins efficace que l'emploi de l'éthylène elle permet généralement de venir à bout des fruits récalcitrants.

**Traitement à suivre pour obtenir une maturation normale.** Moyenne 5 à 7 jours.

*Température* : Si les fruits sont froids, chauffer jusqu'à 19° et maintenir approximativement à cette température. Si les fruits sont chauds, réduire à 19° et conserver cette température.

*Humidité* : Même chose que pour la maturation rapide.

*Ventilation* : Même chose que pour la maturation rapide.

*Ethylène* : Le moins possible, et si nécessaire, uniquement pour les fruits récalcitrants.

**Traitement à suivre pour obtenir une maturation lente.** Moyenne 9 ou 10 jours.

*Température* : Pour les régimes 3/4 pleins et pleins (voir chap. 9, fig. 10) régler la température à 14°5 et l'y maintenir. Ne jamais chauffer plus, même pour quelques heures. Toutefois si les fruits sont petits, porter la température à 15°5 jusqu'au début de la coloration, puis ramener à 13°5 ou 14°5.

*Humidité* : Même chose que pour la maturation rapide.

**Ventilation :** La ventilation ralentit considérablement la maturation. En ne ventilant qu'après le début de la coloration et en maintenant un degré hygrométrique élevé jusqu'à ce moment, on risque peu de favoriser une maturation irrégulière des fruits.

**Ethylène :** Pas nécessaire.

**Considérations générales.** — Lorsque les fruits ne sont pas normaux, c'est-à-dire lorsqu'ils ne répondent pas au classement établi au chapitre 9, (voir fig. 10), il y a lieu de modifier les méthodes recommandées plus haut, et de ne pas oublier que c'est en

définitive l'expérience et le jugement de la personne responsable de la mûrisserie, qui détermine le succès ou l'échec du traitement.

**Traitement à suivre pour maintenir les bananes mûres.**

**Température :** Entre 13°5 et 15°5.

**Humidité :** Le fait de diminuer le degré hygrométrique aux environs de 80 à 85 % permet à la peau des bananes de raffermir et empêche le développement des moisissures.

**Ventilation :** Faible ventilation de préférence.

**Echelle des températures à employer (en ° centigrades)**

Nombre de jours de la maturation	TEMPS :									
	1 <sup>er</sup> jour	2 <sup>me</sup> jour	3 <sup>me</sup> jour	4 <sup>me</sup> jour	5 <sup>me</sup> jour	6 <sup>me</sup> jour	7 <sup>me</sup> jour	8 <sup>me</sup> jour	9 <sup>me</sup> jour	10 <sup>me</sup> jour
4 jours	21	20	19	15,5						
5 jours	19	19	19	19	13,5					
6 jours	18	18	18	18	15,5	13,5				
7 jours	18	18	16,5	16,5	15,5	14,5	13,5			
8 jours	16,5	16,5	15,5	15,5	15,5	15,5	14,5	13,5		
10 jours	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	13,5

L'échelle ci-dessus est basée sur les 3 conditions suivantes :

1° Les fruits sont reçus verts et ont des caractéristiques normales de maturation.

2° Les chambres de maturation sont étanches et calorifugées.

3° Les fruits sont maintenus dans la chambre jusqu'à ce qu'ils atteignent la couleur N° 4 de la planche hors-texte.

Pendant les périodes de chaleur, il est préférable d'expédier les bananes ayant atteint la couleur N° 3, car elles continueront à mûrir chez le détaillant :

En période de froid, la température doit être légèrement élevée le dernier jour, pour permettre aux bananes de moins souffrir du froid pendant le transport. Elles doivent être d'autre part plus colorées, car il est probable qu'elles mûriront peu chez le détaillant.

## 8. — L'ÉTHYLÈNE

Le traitement à l'éthylène est recommandé pour les fruits ayant une tendance naturelle à mûrir irrégulièrement ou trop lentement. Ce gaz, utilisé correctement, a la propriété de provoquer une maturation régulière des bananes dans les délais prévus. Il active la coloration de la peau et la transformation en sucres de l'amidon contenu dans la pulpe des fruits. Parfois, la coloration est un peu en avance sur la maturation même de la pulpe, mais si les autres facteurs de maturation sont normaux, cette avance est très faible et n'a pas d'importance sur le plan commercial. Les bananes mûries à l'éthylène n'ont pas les extrémités vertes persistantes que l'on voit sur certains lots de fruits, dits mûrs, et il est impossible de déceler au goût, la moindre différence avec les fruits normalement mûris.

Des expériences faites sur des bananes ayant été traitées à l'éthylène montrent qu'elles sont plus

tendres que les autres et par conséquent susceptibles de se briser plus facilement aux extrémités. *Pour cette raison, il est préférable de ne se servir de l'éthylène que pour les bananes dont on prévoit une maturation irrégulière ou trop lente.*

**Méthode de traitement.** — Lorsqu'on emploie l'éthylène, il est indispensable d'avoir des chambres aussi étanches que possible. La température et le degré hygrométrique doivent être réglés avec le même soin que pour la maturation ordinaire et il ne doit y avoir aucune ventilation pendant toute la durée du traitement. Le gaz doit être injecté dès que les fruits ont atteint une température minimum de 18°. Comme nous l'avons déjà dit, il y a intérêt à élever la température de la pulpe le plus rapidement possible car cette opération peut être considérée en elle-même comme un stimulant de la maturation.

Le traitement normal comporte soit un dosage, soit deux dosages successifs avec un intervalle de 12 à

24 heures. Chaque dosage doit être d'environ le 1/1000 du volume d'air de la chambre. Un dosage 4 à 5 fois plus élevé n'abime pas les fruits, mais n'apporte aucun avantage supplémentaire.

**Précautions.** — Dans certains cas, l'éthylène peut être d'un emploi dangereux. C'est le cas, par exemple, lorsqu'il est admis directement dans une chambre où fonctionnent des brûleurs à gaz, ou que le robinet de fermeture de la bouteille fuit. Il est prudent, en outre, de ne pas laisser les bouteilles d'éthylène dans une chambre de maturation, et surtout de les manipuler avec précaution.

Pour plus de sûreté, il est préférable de charger une seule personne de toutes les opérations de dosage et de manipulation de l'éthylène. La meilleure façon d'introduire l'éthylène dans les chambres est de le faire passer par une canalisation scellée dans le mur et à l'extrémité de laquelle on peut fixer un tuyau en caoutchouc (voir fig. 11). Cette méthode permet de ne pas faire entrer la bouteille dans la chambre et de ne pas ouvrir la porte immédiatement après l'injection.

La quantité exacte de gaz peut être contrôlé par un manomètre fixé sur la bouteille. Il ne faut jamais faire un dosage au hasard, cette opération risquant d'être dangereuse.

#### 9. — QUELQUES SUGGESTIONS PRATIQUES POUR DÉTERMINER L'ÉTAT DE MATURITÉ DES FRUITS

Lorsqu'on examine un lot de bananes pour décider de son traitement, il est bon de savoir qu'il existe certaines indications sur lesquelles une personne expérimentée peut baser son jugement. L'examen des extrémités et le degré de grosseur des fruits sont les meilleurs indices de maturité. L'examen des régimes les plus avancés — pour essayer d'y reconnaître les bananes tournantes ou sur le point de tourner — et celui de la couleur en général, donnent également de claires indications. Quelquefois, une

légère odeur de bananes mûres, à l'ouverture des portes du camion ou du wagon est décelable.

Les premiers stades de la maturation sont difficiles à reconnaître. Les principaux signes sont, un léger amollissement de la pulpe et de la peau, une diminution de la tendance de la peau à perdre sa sève lorsqu'on la déchire, un décollement plus facile de la pulpe et un arôme nettement plus fort. Au moment où les bananes approchent du stade tournant, on constate une transformation plus rapide des fruits et un dégagement de chaleur beaucoup plus fort. L'accroissement de la vitesse de dégagement de la chaleur est une des indications les plus sûres qui permettent d'affirmer que les fruits sont prêts à tourner.

#### 10. — « FRISURE » DE LA BANANE

On appelle « Frisure » de la banane, une détérioration de la peau provoquée par une température trop basse, mais toutefois supérieure à 0° C. Bien que ces cas apparaissent aussi bien chez les bananes vertes que chez les bananes mûres, les dégâts sont beaucoup plus considérables pour les mûres. L'étendue de la « Frisure » dépend à la fois de la température et du temps d'exposition à cette température. Douze heures passées à moins de 7° C peuvent altérer suffisamment la présentation des bananes, pour empêcher toute vente aux détaillants. Il est difficile de définir avec précision les températures minimum à ne pas dépasser mais il semble qu'il est plus prudent de ne jamais stocker les fruits à moins de 10 à 12°C.

**Traitement à suivre pour la maturation des bananes frisées.** — Les fruits reçus par temps froid doivent être amenés le plus rapidement possible à la température de maturation normale, pour diminuer leur temps d'exposition au froid. En général, les traitements recommandés pour les fruits normaux donnent de bons résultats pour les fruits légèrement frisés. Bien que la présentation de ces fruits soit loin d'être parfaite, la saveur et la consistance de la pulpe ne se différencient guère de celles des fruits normaux.

