

PRODUITS DE TRANSFORMATION DE LA BANANE (*)

par L. HAENDLER

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

PRODUITS DE TRANSFORMATION DE LA BANANE

par L. HAENDLER.

Fruits, vol. 21, n° 7, juillet-août 1966, p. 329 à 342.

La banane est une des premières productions fruitières mondiales. Le marché des produits transformés à base de banane est par contre minime. La liste des produits possibles à base de banane est cependant longue.

Produits fabriqués et commercialisés : banane séchée, farine, flocons, poudre, crème, fruits au sirop, fruits confits, nectar, jus et même aliment pour le bétail. Certains produits sont à l'étude : production de chlorophylle, d'arômes, d'antibiotiques.

Les facteurs limitant le développement des conserves de banane sont fort mal définis.

Au cours des cinquante dernières années, la production bananière est devenue une des plus importantes du monde parmi les productions fruitières ; avec un tonnage annuel d'environ 4 millions de tonnes elle vient au premier rang, avant les pommes et les agrumes.

La commercialisation d'un tel tonnage de fruits implique obligatoirement un pourcentage important de fruits non vendus. Ce pourcentage est particulièrement important sur les lieux de production, soit à la plantation, soit au port d'embarquement.

Les fruits importés doivent correspondre à certaines normes : poids, qualité des fruits, présentation, état sanitaire ; ceux qui ne sont pas jugés conformes sont écartés et constituent ce que l'on appelle souvent les « refus » ou les « écarts de triage ». Pour d'autres raisons, des fruits, même conformes aux normes, ne peuvent être expédiés (chargement trop important pour les bateaux, retard ou défection des moyens de transport, voire même surproduction pure et simple). Toutes ces raisons, jointes au fait que très souvent la qualité des fruits est, à certaines périodes de l'année, défectueuse, amènent les pays producteurs à se poser le problème de la valorisation des fruits non exportés.

Dans le cadre de sa mission, l'Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer a eu à étudier ces problèmes afin de proposer les solutions susceptibles de les résoudre. Il ne pourra être donné, dans cette communication, qu'une vue générale des travaux réalisés et des résultats obtenus pour les principales possibilités de transformation, soit celles qui sont envisagées dans le premier groupe dans la classification établie plus loin.

Les détails relatifs aux techniques de fabrication ont été reportés dans la deuxième partie.

Les possibilités de transformation du bananier ou de la banane sont multiples. Elles ne présentent pas toutes, cependant, un intérêt égal. En se basant sur cette notion, il semble que l'on puisse envisager trois catégories :

1) *Produits ayant acquis ou étant susceptibles d'acquérir une certaine importance économique.*

— Bananes séchées ou bananes figues (×) (**), obtenues par séchage du fruit mûr, généralement entier.

(*) Communication présentée au 1^{er} Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires des Zones tropicales et subtropicales. Abidjan (Côte d'Ivoire), 14-19 décembre 1964.

(**) Les produits marqués d'une croix sont ceux que l'on trouve actuellement dans le commerce.

- Crèmes, pâtes, pulpes, purées, compotes, marmelades (×), provenant de la mise en conserves, dans des conditions variées, de la pulpe broyée de bananes mûres.
- Farines (×), obtenues par séchage et broyage de la pulpe de bananes vertes.
- Flocons ou flakes, obtenus par déshydratation de la pulpe de bananes mûres en utilisant le procédé du séchoir tambour.
- Poudres obtenues par atomisation de la pulpe de bananes mûres.

2) *Produits d'importance économique faible, ou peu étudiés au point de vue des débouchés.*

- Fruits au sirop (×), conservés entiers ou en rondelles, dans des sirops de composition variable.
- Fruits confits (×) et fruits congelés, obtenus par des techniques analogues à celles appliquées aux autres fruits.
- Aliments pour le bétail, produit frais ou séché qui peut être obtenu en utilisant le fruit entier, vert ou mûr, la peau des fruits mûrs ou les gaines du pseudo-tronc.
- Engrais, en partant des déchets divers : peaux, hampes, feuilles, pseudo-tronc, souches (emploi local).
- Fibres et papier provenant du défibrage des pseudo-troncs.
- Amidon extrait de la pulpe du pseudo-tronc.
- Nectar et jus extraits de la pulpe des fruits.
- Chips (×), par friture de rondelles de bananes plus ou moins vertes.
- Alcool, eau-de-vie, vin, bière, boisson, liqueur, vinaigre, provenant de fermentations de la pulpe de fruits plus ou moins mûrs, sont des fabrications locales.

3) *Produits hypothétiques.*

- Antibiotique, extrait du fruit.
- Arômes, par distillation ou extraction à partir de la pulpe ou de la peau.
- Chlorophylle, extraite des feuilles.

Nota. — 1. Il n'a été cité que les produits provenant directement du bananier ou de la banane. Les produits tels que crèmes glacées, baby food, etc., réutilisant ces produits, n'ont pas été mentionnés.

PRODUITS AYANT ACQUIS OU ÉTANT SUSCEPTIBLES D'ACQUÉRIR UNE CERTAINE IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

A. BANANES SÉCHÉES OU BANANES FIGUES

Les deux expressions sont employées, la deuxième étant plus particulièrement usitée dans le langage commercial. Ce produit n'est pas nouveau et la banane séchée est commercialisée depuis fort longtemps ; toutefois, les produits généralement proposés dans le commerce sont noirâtres, d'aspect peu engageant et souvent d'une consistance peu agréable.

Une enquête menée auprès des consommateurs d'origines différentes a confirmé que les 3/4 des personnes aimaient le goût des bananes séchées mais étaient rapidement rebutées par la présentation. Une étude des conditions d'obtention de fruits séchés de goût, de couleur et de consistance agréables a été effectuée par l'I. F. A. C.

La composition et la qualité du matériel végétal furent examinées afin de déterminer quelle influence ce facteur peut avoir sur le produit fini.

Prolongeant cette première série de travaux, un deuxième ensemble réalisé conjointement à Paris et en Guinée, en liaison avec les fabricants de matériel intéressés, a porté sur les points suivants :

- le traitement des fruits avant séchage,
- la conduite du séchage,
- la présentation et l'emballage,
- les appareils.

Les résultats de ces études, qui ont fait l'objet de différents rapports et publications, en particulier « Essai de dessiccation des fruits » par P. DUPAIGNE, ont permis :

- de définir les techniques de fabrication, de conditionnement et de stockage, au moyen desquelles on peut obtenir un produit de présentation agréable, de goût et de consistance satisfaisants,
- de déterminer les caractéristiques du matériel nécessaire au traitement.

L'ensemble des données acquises au cours de ces différents travaux a permis d'établir des projets détaillés et précis pour la création d'une nouvelle industrie de la banane séchée.

Les résultats d'analyses donnés dans le tableau I permettent de se faire une idée sur la composition chimique du produit et sur sa valeur alimentaire.

TABLEAU I

Composition de la banane séchée d'après différents auteurs.

	Analyse L. RANDOIN. Table de composition des aliments, 1961	Analyse P. WRANCKX. Laboratoire de Chimie de Léopoldville	Analyse G. BROOKS. Service Chimie Secrét. d'Etat aux Colonies, France	Analyse KERVEGANT. Moyenne. Le bananier et son exploitation	
en g pour 100 g de partie comestible	Valeur calorifique.....	292	316,85	345	
	Eau.....		13	23,20	
	Protides.....	4,2	3,00	4,97	23,20
	Lipides.....	1,2	1,25	0,56	3,33
	Glucides.....	66	73,40	67,04	65,17
	Pectine.....			0,30	
	Cellulose.....		3,55	1,30	
en mg pour 100 g de partie comestible	Soufre.....	36	} cendres	} cendres	
	Phosphore.....	90			
	Chlore.....	300			
	Sodium.....	9			
	Potassium.....	I 140			
	Magnésium.....	105			
	Calcium.....	21			
	Fer.....	1,80			
	Zinc.....	0,60			
	Cuivre.....	0,66			
	Manganèse.....	2,10			
	Iode.....				
	Acide ascorbique.....	3,50			2,67
Acide nicotinique (PP) .	2,90				
Rapport Ca/P.....	0,23	2,37	35,30	3,02	
			0,43		
			0,39		
			1,09		
			0,43		

On constate que la banane sèche se caractérise par sa teneur élevée en sucre. Elle peut être classée parmi les produits de haute valeur alimentaire, facilement assimilables et constituant une source d'énergie active. Sa valeur énergétique peut être comparée à celle des dattes (316 cal. pour 100 g) ou des figes (300 cal. pour 100 g) et 125 g de bananes séchées par jour suffiraient pour couvrir le quart des besoins alimentaires d'un enfant de 10 ans en valeur énergétique, en glucides, en manganèse et en vitamines PP, en protides d'origine végétale, en potassium, en fer, en magnésium.

Elle couvrirait environ le huitième des besoins en phosphore, chlore, zinc et vitamine C. Ces 125 g de bananes séchées représentent environ 7 à 8 fruits déshydratés.

B. CRÈMES, PÂTES, PURÉES

La fabrication de ces produits, similaires aux compotes obtenues en partant d'autres fruits, a depuis longtemps tenté les différents producteurs de bananes. Les uns ont cherché à fabriquer des produits

strictement naturels, dont la saveur se rapproche le plus possible du fruit frais. Les autres ont voulu, en additionnant certaines matières grasses à la pâte, réaliser un produit susceptible de se consommer de façon analogue au beurre. Les techniques de fabrication, très voisines, seront rapidement examinées.

Crème naturelle.

Elle doit être préparée avec soin et rapidité, sinon la pulpe peut prendre une coloration violette ou brune qui nuit fortement à la préparation.

Les fruits mûrs sont pelés manuellement. Il existe des petites machines qui extraient la pulpe par écrasement du fruit dont les extrémités ont été préalablement sectionnées. Toutefois, la pâte obtenue par ce procédé est plus riche en tanins et cette méthode n'est pas à recommander pour l'obtention d'un produit parfait. D'autre part, cette technique rend plus difficile le blanchiment des fruits, opération qui limite fortement les risques de brunissement.

Après blanchiment à la vapeur et correction de l'acidité ramenant le pH à 4,5, les fruits sont broyés et la pâte est plus ou moins affinée selon le degré de finesse que l'on désire obtenir. L'addition d'ingrédients, sucre ou acide, est en général effectuée à ce moment en fonction de la qualité à obtenir pour le produit fini. Une désaération par pulvérisation sous vide peut être appliquée à ce stade du traitement. Elle constitue une assurance contre les risques d'oxydation mais provoque une perte d'arôme qui peut être préjudiciable à la qualité du produit et cette technique sera à utiliser avec prudence.

La stérilisation aura tout avantage à être effectuée à haute température ($130^{\circ} C$ maximum) et le plus rapidement possible. Certains flash-pasteurisateurs à plaque peuvent être utilisés à cet effet.

L'emboîtement est fait « à chaud » et les boîtes immédiatement serties sont retournées de façon à assurer une stérilisation des couvercles. Le refroidissement, assez long, demande à être énergique.

On peut utiliser des boîtes de fer blanc nu, toutefois, dans le cas de petits boîtages destinés à parvenir directement au consommateur, l'emploi de boîte vernie est à conseiller.

Crème additionnée de matières grasses.

Les graisses choisies sont mélangées à la pulpe de banane par malaxage énergique et le produit est stabilisé par pasteurisation comme dans le cas décrit précédemment. La matière grasse généralement employée est la graisse de coco hydrogénée, dont le point de fusion est d'environ $32^{\circ} C$. Au cours de la fabrication, toutes précautions doivent être prises pour réduire au maximum les facteurs d'oxydation afin d'éviter le rancissement des corps gras. Dans certaines fabrications, on incorpore du sucre, les proportions des différents éléments peuvent varier selon le goût de la clientèle, un mélange de 42 p. cent de pulpe de banane, 16 p. cent de sucre, 42 p. cent de graisse de coco donne un produit généralement considéré comme agréable.

La commercialisation de pulpe de banane présentée sous cette forme intéresse les marchés scandinaves ; les essais de vente réalisés en France ont donné des résultats assez décevants.

En ce qui concerne les pulpes « naturelles », des essais de fabrication récents ont fourni des séries d'échantillons qui ont permis de réaliser une prospection commerciale assez large auprès des utilisateurs éventuels : fabricants de petits déjeuners, de crèmes glacées, pâtisseries, confiseurs, etc. Le produit est en général considéré comme ayant des qualités organoleptiques satisfaisantes et une présentation attrayante ; les études concernant l'utilisation sont actuellement en cours dans divers secteurs et il est encore trop tôt pour apprécier les possibilités éventuelles de vente. On peut penser cependant, en raison des réactions favorables enregistrées, que ce produit doit trouver sur le marché des débouchés capables d'assurer l'avenir d'une industrie consacrée à cette transformation.

La composition des produits varie largement suivant l'orientation donnée aux fabrications. Pour les pulpes naturelles, elle sera très voisine de celle donnée pour la pulpe fraîche.

C. FARINE DE BANANE OU COSSETTES DE BANANES NON MURES

Comme il a été signalé précédemment, cette possibilité de transformation intéresse la banane verte et, bien que dans ce cas la richesse glucidique du produit soit constituée surtout par de l'amidon,

cette transformation n'est pas à négliger car c'est une des seules qui permette l'utilisation de fruits qui, pour une raison quelconque, ne peuvent atteindre une maturité complète.

D'autre part, il existe pour la farine un marché traditionnel et certains fabricants de petits déjeuners bien connus ont basé depuis longtemps leur propagande sur le fait qu'ils incorporaient à leurs produits de la farine de banane.

Au point de vue technique, la fabrication des cossettes de bananes, dernier stade avant l'obtention de la farine, a de nombreux points communs avec celle de la banane séchée. Les modalités de fabrication sont cependant moins élaborées, le matériel supporte d'être plus rudimentaire.

Les études pour la production d'une farine de bonne qualité ont été menées parallèlement à celles réalisées pour la banane figue et ont permis de définir les modalités d'obtention et les caractéristiques du matériel à utiliser en fonction des conditions d'exploitation. Les connaissances acquises ont été utilisées pour l'élaboration de projets dans lesquels on a pu fixer le montant des investissements nécessaires, le volume des crédits à prévoir pour le fonctionnement, l'estimation des prix de revient, ceci pour des usines de capacités de traitement différentes.

Les résultats d'analyse en fonction de différents stades de maturité sont donnés dans le tableau II.

TABLEAU II

Composition de la farine de banane verte exprimée en grammes p. cent grammes.

Maturité	Eau	Pro- téines	Sucres totaux	Sucres réduct.	Saccha- rose	Ami- don	Cellu- lose	Mat. grasses	Cen- dres
Vert.	8,18	3,78	87,25	5,68	5,76	67,51	4,22	1,15	3,23
Semi-vert.	5,58	3,84	87,62	31,80	7,26	43,35	4,25	1,11	3,28
Semi-mûr.	7,73	3,81	83,85	41,50	3,23	35,00	3,58	1,02	3,17
Pleine maturité.	6,81	3,66	85,00	41,25	13,25	25,98	3,61	1,13	3,19

Ces analyses sont à comparer avec les suivantes effectuées au Laboratoire de Chimie de Léopoldville, et à l'Institut d'Hygiène alimentaire de Paris.

Farine de banane verte 'Gros Michel'

(M. P. WRANCKX, Laboratoire de Chimie, Léopoldville).

Eau	8,50 %
Hydrates de carbone	82,20 %
Graisses	1,05 %
Cendres	2,00 %
Cellulose	1,69 %
Protéines non dosées et pertes	4,26 %
Protéines probables	2,00 %
Valeur calorigène (pour 100 g)	346,25 calories

Farine de banane verte.

Laboratoire de l'Institut d'Hygiène alimentaire Paris (HODGMAN, ATWATER et BRYANT).

Eau	5 %
Hydrates de carbone	79,9 %
Graisses	2,3 %
Cendres	3,06 %
Cellulose	3,8 %
Protéines	4,98 %
Valeur calorigène (pour 100 g)	283 calories

Comme le font apparaître les différents chiffres, la farine de banane est en grande partie constituée par de l'amidon qui lui confère sa valeur énergétique. Très digestible et facilement assimilable, elle est plus particulièrement utilisée en mélange dans la préparation de spécialités alimentaires pour enfants, vieillards et surtout régimes, ses propriétés curatives dans le cas d'affection entéro-gastrique étant connues depuis longtemps.

D. FLOCONS OU FLAKES

Cette transformation correspond, comme dans le cas précédent, à une déshydratation de la pulpe du fruit ; toutefois, il s'agit dans ce cas de bananes mûres séchées par le procédé du « séchoir-tambour ».

La technique, connue pour la déshydratation du lait depuis plusieurs décades, consiste à répartir sur les parois d'un cylindre chauffant rotatif une couche mince du produit qui est détachée et récupérée après séchage. Le principe de la transformation était connu ; toutefois, le matériel utilisé pour le lait ne put être directement utilisé pour la banane et le premier stade des travaux porta sur la mise au point d'une machine adaptée au traitement de la pulpe de banane.

Le prototype réalisé en collaboration avec un constructeur français a permis, après mise au point, de définir les techniques de fabrication à appliquer et les caractéristiques du matériel.

Ces caractéristiques ont pu servir de base pour la construction d'appareils de capacité de production plus forte, susceptibles d'être utilisés industriellement.

Des séries de fabrication réalisées à l'issue des essais ont fourni les échantillons nécessaires à une assez large prospection commerciale auprès des principaux utilisateurs éventuels.

Les différentes données acquises au cours de ces études ont permis de rassembler tous les éléments nécessaires à l'élaboration de projets pour la création d'une industrie de transformation de la banane en flocons.

Les détails concernant la technique d'obtention des flakes sont donnés dans la deuxième partie de cette communication. Les chiffres d'analyse relatifs à la composition du produit sont donnés au chapitre suivant, comparativement à ceux obtenus pour l'analyse de poudre de banane.

E. POUDRE

Comme pour les « flakes », la transformation consiste en une déshydratation de la pulpe de banane mûre, la technique utilisée étant dans ce cas « l'atomisation », qui consiste à pulvériser un brouillard plus ou moins fin dans un courant d'air chaud. Cette méthode, utilisée depuis quelques années pour certains produits, a donné dans plusieurs cas des résultats intéressants. Son application pour le traitement de la pulpe de banane demandait toutefois une adaptation du matériel et une mise au point des techniques de fabrication.

Adaptation du matériel et étude de la transformation furent réalisées en collaboration avec plusieurs firmes françaises et étrangères spécialisées dans la fabrication d'atomiseurs. Ces travaux ont abouti à la possibilité de préparer une poudre fine, de couleur et de présentation agréables dont le goût est voisin de celui de la banane fraîche. Ce produit, susceptible d'intéresser différents secteurs de l'industrie alimentaire, a rencontré dans l'ensemble un accueil favorable. On lui reproche cependant dans plusieurs cas son hygroscopicité, gênante dans certaines fabrications comme celles des farines alimentaires pour enfants ou pour régimes. La suppression de cet inconvénient par la modification de la technique de fabrication n'a jusqu'alors pas paru possible. Il semble que la production de poudre, non plus pure mais en mélange avec divers produits tels que le lait, le cacao, le lactose, etc., puisse être un moyen de réduire l'hygroscopicité et de permettre l'incorporation à certaines compositions alimentaires. Une industrie pour la transformation devrait être capable de produire non seulement de la poudre pure mais également une gamme de mélanges destinés à servir de base dans diverses industries alimentaires.

Les chiffres d'analyse relatifs à la composition sont donnés dans le tableau III, comparativement aux chiffres de l'analyse des flakes.

L'ensemble des chiffres concernant les produits obtenus par dessiccation poussée de la pulpe de banane mûre indiquent que la valeur du produit, surtout énergétique, est constituée par des sucres facilement assimilables.

TABLEAU III

Composition de la poudre et des flocons de bananes mûres (g p. cent).

	Poudre de banane mûre				Flocons de banane mûre	
	Analyse VON LOESEKE	Analyse I. F. A. C.	Analyse Laborat. de Contrôle Afr. Sud	Poudre améric. Analyse I. F. A. C.	Analyse Elesca-Maille	Analyse I. F. A. C.
	1	2	3	4	5	6
Extrait sec total à 70° C.....				89,6		
Extrait insoluble.....				18,4		
Pertes à 100/110°.....					4,10	
Humidité sous vide sulfurique.....	2,59	2,65	4,0	10,4	0,66	1,00
Matières minérales.....					2,47	
Cendres.....	3,05	3,08	3,0			2,3
Sucres réducteurs.....	15,62	25,92	27,6	15,25	19,90	39,5
Saccharose.....	33,25	44,90	46,2	8,45	50,10	40,5
Amidon.....	29,87	3,71		8,1	14,95	5
Sucres totaux.....	48,87	70,82	73,8	23,7	70,00	80,0
Cellulose.....		1,01		1	1,52	1,0
Matières pectiques.....		2,14		11,6	1,0	1,0
Azote.....					0,98	
Matières protéiques (N × 6,25).....	4,09	6,62	5,6		6,12	4,69
Hydrates de carbone.....					88,15	
Matières grasses.....	1,91				traces	
Acide ascorbique (mg pour 100 g).....			33			
Calcium (mg pour 100 g).....					67	
Phosphore (mg pour 100 g).....					12	
Rapport Ca/P.....					5,58	
Calories pour 100 g.....					388	342

Dans les analyses de poudre, les analyses 2 et 3, assez semblables, correspondent à des poudres naturelles de banane mûre. Dans l'analyse de la poudre n° 1, le pourcentage d'amidon indique que le produit a été obtenu avec des fruits insuffisamment mûrs. Dans la poudre n° 4, le pourcentage des sucres et le taux de pectine semblent montrer que le produit n'est pas pur et qu'un mélange a été effectué en vue de réduire l'hygroscopicité.

Dans le cas des flocons, le pourcentage d'amidon et la proportion relative des sucres réducteurs et du saccharose indiquent que la poudre n° 5 a été réalisée avec des fruits moins mûrs que ceux utilisés pour la poudre n° 6. En calculant les moyennes entre les poudres 3 et 4 et les poudres 5 et 6, on constate que les compositions sont très voisines et qu'il existe à ce point de vue peu de différence entre les flocons et la poudre de banane.

CONCLUSION

L'orientation générale du marché de la banane, l'évolution des diverses techniques de production, amènent à penser que les quantités de fruits non commercialisées seront, dans les pays producteurs, de plus en plus importantes et que la nécessité de valoriser cette production inexportée se fera de plus en plus impérieuse.

On a vu dans cette communication et ses annexes que, pour les possibilités de transformation les plus importantes, les techniques de fabrication ont été étudiées et mises au point et qu'il est possible de transformer la banane et de la conserver sous diverses formes, dans de bonnes conditions. Les produits obtenus, qui possèdent un goût agréable, ont pour la plupart une valeur alimentaire certaine et doivent pouvoir être vendus. Les efforts doivent maintenant porter sur la commercialisation. L'étude et la prospection des marchés, la recherche de nouveaux débouchés, doivent devenir la préoccupation majeure des milieux professionnels intéressés.

LES TECHNIQUES DE PRÉPARATION

BANANES SÉCHÉES OU BANANES FIGUES

Matière première.

Bien que la fabrication de ce produit soit envisagée pour l'utilisation des fruits non exportables, le choix de la matière première utilisée est important et de ce choix dépendra en partie la qualité du produit. Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler brièvement les teneurs respectives en amidon et en sucre des fruits, selon la coloration externe de la peau, ces fruits ayant été récoltés au point de coupe normal pour l'expédition.

n'est pas toujours facile, surtout en partant de régimes « refusés » dont les points de coupe ont de fortes chances d'être hétérogènes. Pour des unités de traitement supérieures à 1 000 t, il y aura toujours lieu de prévoir une mûrisserie dont les conditions de température et d'hygrométrie seront réglables. Même pour des petites installations, on devra prévoir des chambres de maturation aménagées spécialement avec possibilité de ventilation et d'élévation du degré hygrométrique.

0,35 m entre les crochets supportant deux régimes permet une circulation facile pour exercer le contrôle et la surveillance (régimes anormaux, pourriture, etc.). Dans le cas d'unités importantes, on aura avantage à faire correspondre la capacité des chambres à la capacité journalière de traitement et le nombre de chambres au nombre de jours nécessaires au mûrissement.

Ce problème de l'alimentation de l'usine en fruits de maturité homogène, de façon régulière et constante, est fort important et demande à être étudié avec soin dans les conditions particulières de chaque exploitation.

	Amidon (%)	Sucre (%)
1. Fruit vert	21,5 à 19,5	0,1 à 2
2. Fruit vert, traces jaunes.....	19,5 à 16,5	2 à 5
3. Fruit plus vert que jaune.....	18 à 14,5	3,5 à 7
4. Fruit plus jaune que vert.....	15 à 9	6 à 12
5. Fruit jaune, extrémité verte.....	10,5 à 2,5	10 à 18
6. Fruit entièrement jaune.....	4 à 1	16,5 à 19,5
7. Fruit jaune avec petites taches brunes.....	2,5 à 1	17,5 à 19
8. Fruit jaune avec plaques brunes.....	1,5 à 1	18,5 à 19

Épluchage.

Le choix et le degré de maturité étant bien définis, l'approvisionnement en fruits pourra être fait par « cueillette » en détachant les bananes des régimes pour les petites installations, et fait par régime dans le cas de grosses installations, avec dispositif d'amenée des régimes et système de découpage des fruits. Il n'existe à notre connaissance pas de machines susceptibles de peler le fruit mécaniquement; ce travail doit être effectué manuellement et avec précaution sans que les fruits soient blessés ou écrasés. On veillera tout particulièrement à ce qu'il ne reste pas de fragments de la peau adhérent à la pulpe: ces fragments, au séchage, prennent une teinte différente de l'ensemble et nuisent à la présentation; de plus leur goût, après séchage, n'est pas agréable. Le fruit étant épluché, on peut envisager de le couper soit en deux dans le sens de la longueur, soit en rondelles. Durant le séchage, l'évaporation libre s'effectue à la surface et se poursuit par l'élimination de l'eau du centre vers la périphérie: une épaisseur moindre favorise donc la migration et raccourcit le temps de séchage. Toutefois, la main-d'œuvre

Ces chiffres représentent les variations extrêmes.

Pour des fruits normaux dans des conditions favorables, on peut considérer les moyennes comme valables.

L'optimum pour le traitement de la banane séchée se situe à la maturité 7, au stade « tigré », au moment où le fruit renferme un minimum d'amidon et arrive au maximum de sa teneur en sucre. Au stade 8, maturité complète, on observe souvent sur la pulpe des fruits épluchés des zones translucides correspondant aux plages brunes; ces zones caramélisent au séchage et donnent un aspect « taché » au fruit séché.

L'obtention de lots de fruits de maturité homogène pour une fabrication

À la réception, le poids et la qualité des régimes seront contrôlés et les régimes seront classés en tenant compte de leur aspect extérieur et de leurs dimensions; les fruits livrés seront classés en différentes catégories présentant à peu près les mêmes caractéristiques afin de pouvoir appliquer ultérieurement la technique de maturation la plus appropriée. Cette précaution est indispensable pour obtenir des lots homogènes car les irrégularités subsistent après le passage dans les chambres de maturation, même lorsque celles-ci sont correctement conduites.

L'aménagement de la mûrisserie ne comporte pas de dispositifs particuliers. Une distance de 0,20 m sur

nécessité par ce découpage est importante et l'opération risque d'être onéreuse. En outre, l'aspect du fruit une fois coupé est modifié et la présentation moins flatteuse que dans le cas de fruits entiers.

Industriellement le découpage du fruit ne semble pas nécessaire ; le fruit après épluchage peut être séché entier.

Après épluchage, le fruit est placé sur des claies dont les mailles ont intérêt à être aussi grandes que possible tout en assurant un support suffisant. Une charge de 8 à 10 kg au mètre carré représente environ le poids de fruits que l'on peut placer en une seule couche en serrant au maximum dans le sens de la courbure sans que les fruits se touchent.

Les matériaux entrant en contact avec la pulpe devant être séchée, aussi bien à l'épluchage qu'au séchage, devront être inoxydables afin d'éviter que la pulpe ne prenne une coloration noire dépréciant la présentation et communiquant un goût désagréable.

L'acier inoxydable et le bois peuvent être utilisés sans risques ainsi que les matières plastiques courantes. Des essais d'utilisation de nylon pour la confection des claies ont donné de bons résultats, toutefois, le nylon « jouant » avec la température, les claies sont, selon les conditions de température, plus ou moins tendues, ce qui rend les manipulations moins aisées.

Prétraitement des fruits.

Épluché, le fruit pourrait être séché tel quel et c'est la méthode qui a été utilisée pour les fabrications durant la dernière guerre. On a pu en constater les résultats : les fruits, d'un goût et d'un parfum médiocres, étaient le plus souvent brun foncé ou noirs, d'un aspect peu engageant.

Dans presque tous les cas, la pulpe des fruits au contact de l'air s'oxyde par le jeu souvent fort complexe des enzymes. Cette oxydation qui entraîne, en même temps qu'une altération du goût et du parfum, un brunissement du produit, est particulièrement sensible pour la banane. Aussi

est-il indispensable pour l'obtention d'un produit de qualité d'empêcher l'action de ces enzymes ou tout au moins de la limiter au maximum. Plusieurs techniques ont été utilisées ou essayées.

Moyens physiques.

Le blanchiment par l'eau chaude, utilisé dans d'autres cas, ne peut l'être pour la banane, l'eau de blanchiment entraînant la dissolution d'une certaine quantité des principes nutritifs.

L'utilisation de vapeur n'a pas donné non plus de résultats satisfaisants car le fruit, rendu déliquescents en surface, ne peut plus être manipulé ou, si l'on traite directement sur les claies, s'écrase en donnant une purée. D'autre part, ce traitement ne limite que faiblement le brunissement.

Moyens chimiques.

En modifiant les conditions de milieu dans lesquelles agissent les oxydases, on peut penser changer les processus d'oxydo-réduction et, par suite, dans des conditions déterminées, limiter leur action. Dans ce but, on a expérimenté divers produits dont certaines solutions salines utilisant :

- le chlorure de sodium,
- le chlorure de calcium à 2 et 4 % suivi d'un rinçage à l'acide citrique,
- le carbonate de sodium à 5 %,
- les phosphates de sodium.

Dans tous ces cas, l'action a été à peu près nulle et les fruits traités étaient sensiblement de la même couleur que les témoins aussi bien à la sortie du four qu'après quelque temps de conservation.

Le jus de citron, préconisé pour le traitement des poissons, n'a pas donné plus de satisfaction bien que les fruits ainsi traités soient d'un goût très agréable.

Des composés tels que la Thiourée et l'Allylthiourée ont donné des résultats intéressants. Toutefois, l'emploi de ces produits n'est pas autorisé par la législation française et les recherches dans cette voie n'ont pas été poursuivies.

L'utilisation de SO_2 est la technique qui semble la plus efficace. Notamment,

l'emploi de solution de SO_2 à 8 g par litre avec 3 g d'acide citrique donne de bons résultats, l'immersion devant durer 2 à 3 mn. Ces solutions peuvent être obtenues soit par addition à l'eau de sulfite (21 g/l) ou de métabisulfite (41 g/l) ou par dégagement direct de gaz comprimé en bouteille. Ces traitements nous ont permis d'obtenir un produit de belle coloration (jaune paille) à la sortie du four, cette coloration étant susceptible de se maintenir à la conservation. Toutefois, ce procédé ne saurait être recommandé que dans certains cas, car l'immersion des fruits dans les solutions de SO_2 n'est pas autorisée par tous les pays. Cette pratique n'est en particulier pas autorisée par la législation française. En France, seule est permise l'utilisation de SO_2 sous forme gazeuse et à la condition que le produit fini ne renferme pas plus de 100 mg de SO_2 pour 100 g de produit (Arrêté 28 juin 1912, tolérance à 200 mg, circulaire n° 20 31/8/34).

Le sulfitage par SO_2 gazeux donne des résultats satisfaisants mais est d'un emploi plus délicat et plus onéreux. Il nécessite des chambres de soufrage étanches où devront être prises toutes les précautions contre les risques d'incendie ou d'intoxication du personnel. Pour que le traitement donne de bons résultats, la concentration de l'atmosphère en SO_2 gazeux doit être de 4 p. cent environ, cette concentration étant obtenue soit par combustion directe du soufre sur un réchaud (4 kg par tonne de fruit + 3 % de nitrate de sodium pour faciliter la combustion), soit par insufflation de SO_2 comprimé en bouteille. La durée du sulfitage varie selon les conditions (disposition des fruits, capacité de la chambre, disposition des claies). Elle sera en général d'une vingtaine de minutes. Il y aura lieu de veiller à ce qu'il n'y ait pas d'excès de sulfitage qui risquerait de communiquer aux fruits séchés un goût désagréable.

Le sulfitage, en dehors du fait qu'il fixe et stabilise la coloration du fruit par inactivation des oxydases, présente plusieurs avantages : il assure une protection du fruit contre les insectes et empêche le développement des moisissures et de certaines fermentations

(alcoolique en particulier). D'autre part, il provoque dans une certaine mesure la rupture des cellules périphériques qui se plasmolysent, ce qui se traduit par une évaporation plus rapide au séchage. Il a également été prouvé que l'utilisation de SO_2 avant séchage favorise la conservation de la vitamine C (presque 50 % par rapport au témoin sur un produit qui en renfermait 8,4 mg pour 100 g).

Le sulfitage bien conduit ne présente donc que des avantages et il est indispensable si l'on veut obtenir un produit de goût et de présentation agréables, conditions nécessaires pour une bonne commercialisation.

En dehors de ces essais effectués avec des produits dits chimiques, l'utilisation du sucre et de l'acide ascorbique a été tentée. Les résultats ont été assez décevants et l'emploi de SO_2 reste actuellement le seul présentant un intérêt pratique.

Séchage.

Après sulfitage, les fruits demandent à être traités le plus rapidement possible. Le mode de séchage le plus approprié et le moins onéreux est le séchage par air chaud dans des fours types « tunnel ». Les types en sont nombreux et doivent être adaptés à chaque cas particulier. Toutefois, les études faites ont permis de dégager les caractéristiques principales des conditions de séchage.

La température.

Compte tenu des impératifs divers : qualité, couleur du produit, rapidité du temps de séchage, conditions atmosphériques ambiantes, la température ayant donné les meilleurs résultats est 70° C.

La vitesse de l'air.

La vitesse de l'air au-dessus des claies, dans le cas de circulation tangentielle, doit être d'environ 3 m/s pour assurer une évacuation de vapeur d'eau sans condensation et en restant dans la zone des possibilités industrielles classiques.

Le temps de séchage.

L'humidité relative extérieure, ayant dans l'ensemble été comprise entre 70 p. cent et 90 p. cent, le temps de séchage a été de l'ordre de 12 h.

On peut considérer que le séchage peut être arrêté lorsque le fruit renferme 20 p. cent d'eau (au lieu de 75 à 78 p. cent). La détermination de la consistance convenable est empirique ; certains critères, toutefois, permettent d'apprécier la qualité de la pulpe et son degré de siccité.

La couleur.

À l'œil, elle doit être blond clair car, bien qu'elle ne corresponde pas à un degré de séchage, elle est fort importante pour la présentation. Elle peut s'apprécier de façon plus précise en utilisant un comparateur optique à synthèse additive.

La perte de poids, d'utilisation relativement simple, permet une appréciation plus précise qui pourra être très utile, notamment au moment de la mise en route des fabrications, pour acquérir la connaissance du four. On peut facilement, en cours de séchage, peser de temps en temps quelques bananes ou des claies préalablement choisies et suivre ainsi la marche du séchage. La courbe de perte de poids en fonction du temps étant très régulière, on déterminera ainsi très rapidement le temps nécessaire pour arriver à la perte de poids choisie (70 à 75 p. cent du poids primitif de la pulpe). On peut en effet admettre que la perte de poids subie est due à une évaporation de l'eau et non à une décomposition des sucres, ce phénomène n'apparaissant qu'à des températures plus élevées.

La dureté.

Des essais réalisés au pénétromètre (poinçon de 50 mm²) ont montré que l'on pouvait suivre le séchage par ce moyen avec précision suffisante pour des lots homogènes. La fermeté réelle (sur les fruits refroidis) commence par décroître régulièrement pendant les deux premières heures, puis s'élève régulièrement jusqu'à la fin du séchage. Tant que celui-ci n'est pas ter-

miné, le poinçon s'enfonce brusquement lorsque la pression est suffisante. À partir d'une pression correspondant à 5 ou 6 kg, la pulpe devient pâteuse et le poinçon s'enfonce peu à peu, ce qui empêche toute lecture valable. À ce moment, on peut considérer que la banane est sèche commercialement.

Ces différents moyens et l'habitude permettront assez rapidement d'apprécier la qualité des produits séchés et de suivre sur le plan pratique la marche du four.

Emballage.

Il constitue une préoccupation majeure, devant jouer son rôle de protection mécanique, être attrayant, léger et économique. L'emballage traditionnel des fruits comprimés en pains, la cellophane, n'assure qu'une protection mécanique faible et d'un attrait moyen. Il est sans effet sur le ralentissement du brunissement durant la conservation. Ont été essayés successivement : le fer, le verre, le rhodoïd, le polyéthylène, le polyvinyl ; aucun de ces matériaux n'a donné satisfaction et en particulier aucun n'a paru avoir d'influence sur le brunissement durant la conservation ; le meilleur restait la cellophane. L'utilisation d'un nouveau produit, le « Rilsan », permet de penser que le but recherché pourra être atteint. Cette matière plastique imperméable aux gaz peut être utilisée pour un conditionnement sous vide ou sous gaz inerte. Transparente et résistante, elle permet de réaliser des emballages attrayants et efficaces. Des essais, d'autre part, ont montré que ce mode d'emballage était susceptible, sinon d'empêcher le brunissement, tout au moins d'en ralentir fortement le processus et, bien qu'il soit actuellement encore très cher, il semble que ce produit puisse être utilisé de façon heureuse dans l'emballage de la banane-figue en petits paquets de 100 ou 250 g conditionnés sur place et expédiés en caisse ou en carton.

Désinfection.

Si le prétraitement par sulfitage assure une protection certaine contre

les micro-organismes ou les insectes pouvant attaquer la banane sèche qui constitue un milieu éminemment favorable, il peut cependant n'être pas suffisant, notamment dans les conditions des pays tropicaux bien souvent idéales pour le développement des ennemis divers de la conservation. Il peut

donc y avoir lieu de réaliser une véritable désinfection après conditionnement, soit par chauffage (1 h à 80° C), soit par des fumigations de produits toxiques ou vaporisation d'insecticides ou de fongicides particuliers. Les divers cas sont à examiner en fonction des attaques subies par le produit.

Les bananes séchées obtenues en utilisant les diverses techniques préconisées seront de goût et de présentation agréables. Elles devront constituer une véritable semi-confiserie. C'est à cette condition seulement que l'on pourra penser à une éventuelle relance du produit sur le marché.

FARINE DE BANANES OU COSSETTES DE BANANES NON MURES

Choix de la matière première.

La qualité du produit fini dépendra toujours dans de grandes proportions de la qualité de la matière première utilisée. Les fruits des variétés ' Poyo ' ou ' Petite Naine ' peuvent être utilisés et donnent de bons produits s'ils sont traités à maturité convenable dans de bonnes conditions. Le stade optimum pour le traitement est le stade 3/4 plein, encore appelé « tournant ». Il est à noter que plus la teneur en amidon sera forte, plus le produit sera facile et économique à déshydrater.

Le traitement doit intervenir avant le début de l'hydrolyse de l'amidon. En utilisant des fruits dans lesquels la diastase saccharifiante aurait commencé la transformation, on risquerait d'obtenir des produits non constants où les pourcentages de sucre et d'amidon pourraient être extrêmement variables ; ceci obligerait l'utilisateur à modifier constamment ses formules de mélange, chose irréalisable dans les fabrications industrielles.

Le fruit traité devra être sain, la pulpe indemne de taches dues aux attaques cryptogamiques ou autres ; bien qu'il doive être lavé avant traitement, il aura tout avantage à être au départ le plus propre possible, ceci facilitant les opérations ultérieures.

La grosseur du fruit n'a pas une grande influence sur la qualité du produit. Elle peut cependant avoir une incidence sur l'homogénéité du séchage et, par suite, sur le taux de déshydratation des cossettes ; on aura donc avantage, pour avoir un produit de siccité homogène, à choisir pour une même « journée » des fruits ne présentant pas de trop grandes différences de taille.

Usinage.

Lavage.

Dans la préparation des cossettes, on doit s'attacher à faire disparaître toutes les causes d'impuretés qui, fatalement, occasionnent des détériorations de la matière première.

Le lavage élimine la boue, la terre, la poussière, les débris végétaux, les éventuelles traces de produits anti-cryptogamiques, dont peuvent être maculés les fruits ayant traîné sur le sol, notamment lorsqu'ils ont été récoltés par temps de pluie. En prévenant le développement des micro-organismes, le lavage augmente la pureté de la pulpe à sécher et concourt à l'obtention d'un produit final de qualité.

Le lavage peut être effectué de différentes façons. La technique suivante donne de bons résultats : après un lavage préliminaire à l'eau froide, puis à l'eau tiède (40-45° C), les fruits sont plongés dans un troisième bain à 70-75° C. Cette température facilite la séparation de la pelure adhérente à la périphérie du mésocarpe. Ces trois opérations peuvent être effectuées en 5 à 6 mn.

Extraction de la pulpe.

Après lavage, les fruits enlevés du régime sont prêts pour la fabrication. Afin d'éviter les pertes de poids et d'obtenir un produit de qualité optimum, il y a avantage à travailler les fruits le plus rapidement possible, au moins dans les 24 h à partir du moment où on les a détachés du régime.

L'extraction de la pulpe peut être

effectuée manuellement ou mécaniquement (dépulpeur).

L'épluchage manuel réclame une main-d'œuvre importante, il permet cependant une bonne répartition de la matière première et est seul à pouvoir être utilisé lorsqu'on effectue le séchage des fruits coupés en deux longitudinalement. L'épluchage mécanique, supprimant en grande partie la main-d'œuvre, peut être économiquement intéressant. Il ne donne toutefois qu'une « pâte », le plus souvent mélangée à des fragments de pelure, fragments qui se retrouvent dans le produit et nuisent à sa présentation. L'adoption du mode d'épulpage est à déterminer selon les conditions d'exploitation. Dans tous les cas, il y a lieu d'éviter le contact du fer avec la pulpe ; l'aluminium, le duralumin ou mieux l'acier inoxydable sont à recommander ; le bois peut être employé mais il nécessite un entretien plus soigné.

La présentation de la pulpe « verte » destinée au séchage peut être effectuée de différentes manières. Le fruit est coupé longitudinalement en deux ou quatre morceaux ou tranché transversalement en rondelles ou demi-rondelles avec des « emporte-pièces ». Ces formes n'ont sur le produit fini qu'une influence très relative puisque la banane séchée est livrée à l'utilisateur sous forme de poudre. Le but est d'obtenir un produit de bonne qualité dont les caractéristiques seront examinées plus loin. La présentation de la pulpe « verte » sera choisie au mieux, en fonction du matériel utilisé et des conditions de séchage. Les importateurs que nous avons eu l'occasion de consulter à ce sujet n'attachent pas d'importance à la présentation si la qualité est satisfaisante.

Modifications que peut subir la pulpe crue.

La pulpe, immédiatement après son extraction, est d'un blanc crémeux qui s'altère très rapidement au contact de l'air. Des phénomènes enzymatiques ou diastatiques, en présence d'oxygène, produisent rapidement une altération des tissus déterminant une modification de l'aspect, du goût, de la teneur en vitamines et de la couleur. En vue d'empêcher ou de limiter ces altérations, il est nécessaire d'appliquer un traitement à ce stade de la transformation. Pour ce traitement, plusieurs produits ont été étudiés et notamment les carbonates, les chlorures, et les phosphates de sodium. Des résultats plus ou moins satisfaisants ont été obtenus. L'emploi de sulfite de sodium a donné de bons résultats mais son utilisation n'est pas autorisée par la législation française et c'est finalement le soufre, sous forme d'anhydride sulfureux, qui est le plus généralement utilisé. Le traitement à l'eau chaude ou à la vapeur, qui est une technique classique de blanchiment, n'est pas utilisé en raison des pertes sérieuses en matières nutritives qu'il entraîne.

Le traitement au SO_2 est effectué dans des chambres spécialement aménagées à cet usage, par combustion de soufre se présentant le plus souvent sous forme de « fleur de soufre sublimé ». Le soufre utilisé doit être pur et en particulier ne contenir aucune trace d'arsenic. On pourra ajouter un peu de nitrate de soude ou de potasse pour assurer une combustion plus complète.

Les doses de soufre préconisées varient, selon les conditions d'application, de 16 à 20 g par mètre cube d'atmosphère de chambre de fumigation pour une durée d'exposition de 15 à 30 mn. Les quantités de produit à appliquer ne sont pas précisées par la législation ; toutefois, les fruits secs ne doivent pas présenter une teneur en SO_2 supérieure à 200 mg de SO_2 total pour 1000 g. Le goût, l'aspect et la présentation du produit ainsi que la teneur en SO_2 résiduel devront guider le technicien dans la conduite des opérations. La recherche de l'efficacité

et de l'économie dans le soufrage devra tenir compte des points essentiels suivants :

1. Construction étanche pour empêcher les fuites de fumées de soufre.
2. Choix de matériaux de construction qui permettent l'échauffement de l'intérieur de la chambre par pénétration de la chaleur solaire.
3. Disposition adéquate et espaces suffisants réservés pour la combustion du soufre, pour réduire au minimum les dangers d'incendie.

Il est à noter que les constructions en béton, en brique ou en brique creuse satisfont mal à la deuxième condition. Les constructions réalisées en tôles plates d'acier peintes intérieurement et extérieurement avec de la peinture noire à l'asphalte ont donné de bons résultats.

Chargement des claies.

Le chargement des claies est effectué avant le sulfitage, les claies, à la sortie de la chambre de sulfitage, étant directement chargées dans le four. La charge des claies est de 8 à 9 kg au mètre carré. Il ne faut jamais surcharger les claies de façon à ne pas empêcher l'absorption des calories et à ne pas freiner leur transmission à la masse. L'épaisseur obtenue varie légèrement selon la préparation ; elle est en général de 2 à 3 cm.

Séchage.

Les modes de séchage peuvent être extrêmement variés, depuis le séchage naturel au soleil jusqu'à la dessiccation sous vide poussé. Dans le cas de la banane, le procédé le plus couramment employé est le séchage par air chaud, la chaleur étant dans ce cas transmise au produit par l'air chaud qui circule au-dessus et au travers de celui-ci. L'air, dans ce cas, joue deux rôles : il transporte la chaleur au produit à sécher pour provoquer l'évaporation de l'eau contenue dans ce dernier, et il entraîne à l'extérieur la vapeur d'eau formée. Les types de séchoirs sont nombreux et un appareil ne peut être défini qu'en fonction des données d'exploitation, ressources locales en combustible, approvisionnement,

conditions du marché, rentabilité, etc.

La température de l'air et son débit sont à régler de façon à ne pas détruire la blancheur de la pulpe et, bien entendu, à ne pas griller cette dernière. La température initiale devra être suffisante pour arrêter la transformation de l'amidon. La température du four doit être uniforme, l'action de la chaleur ou sa durée ayant une influence sur la coloration des tissus ; un manque d'uniformité indiquerait une défectuosité de l'appareil.

Les moisissures ne sont pas détruites dans une ambiance à température basse et à longue exposition. Pour une température initiale excessive, la partie périphérique de la cossette sèche trop rapidement et ne laisse pas échapper l'humidité intérieure. Dans le cas extrême, on a un phénomène de « croûtage » rendant le séchage plus délicat et plus long. Les produits ainsi traités sont difficilement moulus et les rendements sont inférieurs. Plus la température monte lentement, meilleur est le résultat obtenu.

L'action de la chaleur augmente la teneur en sucre au détriment de l'amidon, cette transformation dépend de la nature de la pulpe et de l'optimum de température favorable à l'invertase transformant l'amidon.

L'évacuation de l'air humide se fait au maximum de la saturation ; cette condition est indispensable à l'obtention d'une matière sèche homogène.

Les temps et températures de séchage dépendent, comme il l'a précédemment été signalé, du matériel utilisé ; les données ci-dessous, qui ont permis d'obtenir de bons résultats, ne peuvent toutefois constituer qu'un exemple qui sera à adapter selon les conditions.

La ventilation est maintenue pendant toute la durée du séchage. Le tunnel est tout d'abord chauffé à une température de 45° C. Cette base de température est maintenue pendant 3/4 d'heure. On chauffe ensuite jusqu'à 55° C, cette température étant maintenue pendant 4 heures environ, jusqu'à ce que les cossettes partiellement séchées ne possèdent plus qu'une

teneur de 25 à 30 p. cent d'humidité.

On augmente enfin l'intensité de la température et on la porte graduellement de 55 à 65° C. Après quelques heures d'arrêt (pour homogénéiser le produit), on règle la température finale à 70-75° C et on la maintient pendant tout le restant du séchage.

La température est conduite de façon à obtenir une cossette à 6-8 p. cent d'humidité. Il y a avantage à ne monter que graduellement la température de façon à ménager le produit et à respecter les possibilités de diffusion de l'eau dans le fruit. La durée du séchage peut varier beaucoup avec l'état hygrométrique de l'atmosphère.

La perte en humidité de la pulpe fraîche est d'environ 70 p. cent, elle peut varier selon l'état des fruits.

Aspect de la cossette séchée.

Le contrôle et l'aspect des cossettes après séchage peut indiquer si le stade de maturité du fruit à traiter a été bien choisi.

Les bananes cueillies très tôt (vertes) donnent des cossettes de couleur grise, à goût astringent, légèrement amer ; les rendements sont faibles.

Les bananes cueillies trop tard donnent des cossettes moelleuses, de couleur blanchâtre ou légèrement jaune, dont le goût et l'aspect sont agréables et l'odeur franche.

De façon empirique, on peut vérifier la qualité de la cossette de la façon suivante à la sortie du séchoir : si, en écrasant la cossette entre le pouce et l'index, elle se réduit facilement

en farine, c'est l'indice d'une bonne friabilité et d'un séchage bien conduit. Si la cossette est non friable ou dure, si elle se laisse difficilement désagréger par pression entre le pouce et l'index, c'est l'indice d'un mauvais choix de maturité, le séchage étant dans tous les cas supposé convenablement conduit. On voit donc tout l'intérêt de choisir des fruits arrivés exactement au stade 3/4 plein, qui donneront après séchage un produit sans goûts étrangers, d'une composition régulière et stable.

Définition d'une bonne cossette.

La cossette est le produit de la déshydratation de la pulpe de banane arrivée à son complet développement, de couleur vert clair, stade 3/4 plein. La pulpe a une teneur de 19 à 21 p. cent d'amidon, de 1,5 p. cent de sucre. La cossette, elle, renferme 75 à 80 p. cent d'hydrates de carbone, sa teneur en humidité ne doit pas dépasser 6 à 8 p. cent.

La saveur est assez faible mais elle ne doit jamais être amère ou astringente. La couleur est naturellement blanche ou légèrement jaunâtre. La cossette doit être absolument exempte de fibres, de débris de pelure (péricarpe), de particules noirâtres (débris de rachis ou de pédoncules, etc.). Elle ne peut contenir aucune moisissure ou autre cryptogame ou insecte à n'importe quel stade du cycle biologique (œuf, larves, etc.). L'odeur doit être franche, le produit en aucun cas ne devant sentir le moisi, indice d'un excès d'humidité.

FLAKES OU FLOCONS

Les fruits utilisés sont des « écarts de triage », fruits non exportés pour différentes raisons, insuffisance de poids, mains frottées, grattées, attaques de chenilles, malformations, fruits trop pleins ou trop maigres, impossibilité d'expédier, période excédentaire à des cours non rémunérateurs.

Quelle qu'en soit l'origine, les fruits traités demandent à être mûris correctement et doivent avoir un degré

de maturité à peu près homogène à leur arrivée à l'usine. Le stade de maturité optimum pour le traitement est le stade dit « jaune » qui correspond à la coloration n° 6 de l'échelle donnée dans le « Bananas Ripening Manual ». L'utilisation de fruits plus mûrs rend la fabrication plus difficile et donne un produit caramélisé où la saveur du fruit frais est déformée. En pratique, on pourra utiliser des fruits

Rendements.

Peuvent être assez variables d'une espèce à l'autre et selon les techniques utilisées ; dans l'ensemble, et comme chiffre de base, on peut admettre que 100 kg de bananes en régime à la coupe donneront :

50 kg de déchets (rachis et peaux)
50 kg de pulpe utilisable.

Ces 50 kg séchés donneront 10 à 11 kg de cossettes à 6 à 8 p. cent d'humidité ; un pourcentage d'humidité plus élevé risquerait de ne pas permettre une bonne conservation du produit. Ces chiffres ne constituent qu'une indication et sont des minima.

Emballage.

Les expéditions de bananes séchées des lieux de production sont presque toujours effectuées en cossettes. Les importateurs préfèrent acheter le produit sous cette forme et réaliser eux-mêmes le broyage. Il sera bon de se rappeler dans le choix de l'emballage que la farine de banane est un produit hygroscopique, particulièrement apprécié par de nombreux insectes et constituant un excellent milieu de culture pour les moisissures. Le plus souvent, l'emballage est réalisé dans des caisses ou des barils en bois doublés de papier imperméable, hermétiquement clos. L'emploi de sacs revêtus intérieurement de matière plastique peut être envisagé. Le choix d'un bon emballage sera à faire selon les conditions économiques locales.

un peu plus mûrs à condition d'équilibrer les apports de façon à ce que la pâte arrivant au tambour ait la composition de la pulpe du fruit « jaune », soit environ 18 p. cent de sucres et 2,5 p. cent d'amidon.

L'épluchage est réalisé à la main et la pulpe broyée est envoyée à un affineur ou homogénéiseur d'où elle ressort intimement mélangée sous forme de purée très finement divisée, exempte

de « graines » nuisibles à une bonne présentation du produit.

Un blanchiment à la vapeur peut être appliqué aux fruits pelés avant broyage. Il ne paraît cependant pas indispensable si les fruits sont traités rapidement, et n'est à envisager que s'ils risquent une oxydation entre l'épluchage et le broyage.

La purée obtenue est acheminée sur de petits cylindres non chauffants qui jouent, par rapport au cylindre chauffant qui est la pièce maîtresse de l'appareil, le rôle de « cylindres-encreurs » en déposant de façon uniforme et continue un film très fin de pâte (de 4 à 5/10 de millimètre d'épaisseur) sur les parois du cylindre principal chauffé entre 150/155° C par une arrivée de vapeur intérieure. Après avoir

séjourné une quinzaine de secondes sur le tambour chauffant, le film de pâte séchée est décollé par un couteau racleur et recueilli sous forme de film sec, véritable crêpe fine, mince et friable, qui peut être soit concassée grossièrement soit réduite en poudre plus fine. Les utilisateurs préfèrent le plus souvent la première présentation.

L'emballage sera à déterminer en fonction des besoins, il devra dans tous les cas être conçu de façon à éviter la réhumidification du produit. Ceci peut être obtenu en utilisant des emballages métalliques type « boîte à sous », des matériaux plastiques ou des complexes plastiques. Pour éviter toute possibilité de réhumidification, l'emballage devra être réalisé le plus rapidement possible après la fabrication.

Les rendements obtenus avec l'appareil expérimental ont été d'environ 12 p. cent, ce chiffre étant établi en partant des fruits en régime. La production horaire de flocons était dans ce cas de 2 kg. Avec l'appareil type « industriel », le rendement est un peu plus faible, 9 à 10 p. cent pour une production horaire d'environ 17 kg de poudre.

Dans le cas où l'incorporation d'autres produits serait jugée nécessaire, elle peut être faite au moment du broyage ou au cours de l'homogénéisation selon les cas.

L'étude et la mise au point des appareils a été faite en liaison avec la Société centrale de Brevets et Construction mécanique à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), France.

POUDRE DE BANANES MURES

La technique de déshydratation employée dans ce cas a été l'atomisation. L'appareil utilisé est un « atomiseur ». La partie principale du séchoir est constituée par une chambre cylindrique dont les dimensions varient avec les quantités à traiter. Au sommet de la chambre et à l'intérieur est placé le dispositif d'atomisation proprement dit, constitué dans la plupart des appareils par un disque tournant à grande vitesse au centre duquel on envoie la pâte de banane homogénéisée et affinée. Sous l'effet de la force centrifuge, celle-ci est projetée dans la chambre à une vitesse considérable sous forme de gouttelettes très fines constituant un véritable brouillard. La finesse de ce brouillard est directement liée à la vitesse de rotation de l'atomiseur et à la finesse des orifices ménagés pour l'évacuation de la pâte.

La chambre de séchage est parcourue par un courant d'air sec et chaud. La surface de contact entre le produit initial et l'air chaud étant considé-

nable, l'humidité des gouttelettes de pâte est évaporée instantanément. En une seconde les principes solides dissous ou en suspension sont libérés et tombent sous une forme pulvérulente au fond de la chambre d'où ils sont évacués de façon continue. L'air chargé de vapeur d'eau est également évacué de façon régulière après avoir été débarrassé des particules de poudre entraînées mécaniquement.

Différents essais réalisés avec des constructeurs français ou étrangers ont permis de tester le matériel et d'y apporter les modifications nécessaires, notamment en ce qui concerne la finesse de pulvérisation, la circulation de l'air chaud, le dispositif de récupération de la poudre à la partie supérieure ou inférieure de la tour, le séchage ou l'épuration de l'air. La technique de fabrication a pu ainsi être précisée et en particulier la maturité des fruits, la température de séchage et le gradient de finesse des poudres dans la tour de séchage.

Les meilleurs résultats ont été obtenus en traitant les fruits « jaune » (coloration n° 6 de l'échelle du Bananas Ripening Manual) avec une température de l'air à l'entrée de 120° C. La saveur et la finesse de la poudre varient selon les modalités de récupération et les emplacements de prélèvement. Il existe des différences sensibles selon les appareillages.

Ces différentes mises au point ont permis la fabrication d'une poudre de belle présentation et d'un goût agréable rappelant parfaitement la banane fraîche. Toutefois, le produit obtenu reste assez hygroscopique. Comme dans le cas des flakes, il est possible d'ajouter, avant séchage, à la pâte de banane, certains produits qui diminuent l'hygroscopicité et peuvent constituer des bases intéressantes pour diverses industries alimentaires. Les techniques de séchage varient quelque peu mais peuvent être assez facilement adaptées en fonction du produit à traiter.