

ÉTUDE DE L'UTILISATION DE LA BANANE EN BISCUITERIE (*)

par **P. DUPAIGNE** et **J.-P. RICHARD**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

ÉTUDE DE L'UTILISATION DE LA BANANE EN BISCUITERIE

par P. DUPAIGNE et J. P. RICHARD (I. F. A. C.)

Fruits, vol. 20, n° 9, oct. 1965, p. 475 à 482.

RÉSUMÉ. — La banane est le fruit qui fait l'objet du commerce international le plus important ; cependant malgré une énorme production et des pertes considérables entre la récolte et la vente au détail, la facilité relative d'une production planifiée pour l'usine, l'industrialisation de la banane est à peu près inexistante.

L'I. F. A. C. et sa division de chimie-industrie ont étudié ce problème depuis longtemps ; poudre et farine de banane, flocons, bananes-figues ont fait l'objet de travaux de mise au point et de publication.

Dans ce rapport nous envisageons des produits nouveaux qui pourraient montrer la voie à suivre pour élargir le débouché actuellement trop étroit de la banane vers l'industrie.

Le but de notre étude est l'utilisation de la banane. Or, l'analyse chimique d'une banane mûre nous montre que ses principaux constituants sont de nature glucidique : saccharose, fructose, glucose.

Nous avons pensé alors qu'il pourrait être intéressant d'utiliser ces sucres pour remplacer le sucre ordinaire dans la fabrication de biscuits et de produits voisins. Mais, puisqu'une telle utilisation de la banane suppose que celle-ci ne soit pas exportable, nous avons poussé plus loin notre idée en essayant de remplacer la farine de blé par de la farine de manioc, originaire des mêmes régions que la banane.

N'ayant à notre disposition qu'un matériel et des méthodes habituellement réservés à la détermination des caractéristiques des farines de blé, nous comparerons toujours et tout au long de notre travail, nos résultats à une farine de blé de référence. Puis, devant les résultats obtenus, nous serons amenés à nous poser un certain nombre de questions.

D'où les trois parties de cet exposé :

- Définition de nos matériaux.
- Réalisation de biscuits.
- Problèmes théoriques concernant l'utilisation « boulangère » de banane et de manioc.

I. DÉFINITION DES MATÉRIAUX EMPLOYÉS

Les résultats donnés par les appareils généralement utilisés par les spécialistes du blé ne sont pas nécessairement transposables directement à nos produits. C'est pourquoi, après avoir défini la composition de nos matériaux, nous rechercherons en les comparant à une farine de blé de référence, leurs caractéristiques rhéologiques et fermentaires.

* Communication présentée au premier Congrès International des Industries Agricoles et Alimentaires des Zones tropicales et subtropicales Abidjan, 14-19 déc. 1964.

DONNÉES DE BASE

1. Compositions chimiques.

a) *La banane*. — Nous prenons des bananes mûres du commerce. Bien que variant quelque peu selon la maturité, nous considérerons que la composition en sucres est suffisamment constante pour nos essais.

Nous donnons ci-dessous les résultats de nos analyses et ceux cités par Kiger (1) dus à Corenwinder pour de la pulpe de banane mûre.

	I. F. A. C. (%)	(1) (%)
Sucres réducteurs.....	6,5	5,9
Saccharose.....	12,2	15,9
Sucre total.....	18,7	21,8
Extrait sec.....	24,44	27,4
Humidité.....	75,56	72,45

soit, exprimés en % de matière sèche :

	I. F. A. C. (%)	(1) (%)
Sucres réducteurs.....	26,5	21,4
Saccharose.....	49,9	57,7
Sucre total.....	76,4	79,1

b) *Le manioc*. — Le manioc utilisé provient du Dahomey. Le manioc présente de grandes différences dans la composition (2) (3) dues à la fois à son origine, aux conditions de culture et au travail subi. L'acide cyanhydrique ne présentera pas pour nous d'inconvénient puisque d'une part nous utiliserons des sucres en grande quantité et que d'autre part nous porterons notre pâte au four.

L'analyse sommaire du lot considéré a donné :

Acidité grasse.....	0,26 %	(de la matière sèche)
Humidité.....	13,60 %	
Cendres.....	1,20 %	
Protéines.....	1,03 %	

c) *La farine de blé*. — Il s'agit d'une farine PS-3 Ruban jaune, dont l'analyse a donné les résultats suivants :

Acidité grasse.....	0,05 %
Humidité.....	13,16 %
Cendres.....	0,45 %
Protéines.....	10,00 %

2. Préparation des produits.

a) *Le manioc*. — La farine qui nous a été livrée était grossière. Nous l'avons moulue en deux étapes de façon à recueillir une farine passant presque entièrement au tamis 10-XX. La perte est d'environ 7,8 % du manioc introduit dans le moulin.

b) *La banane*. — Afin d'avoir des résultats reproductibles, la poudre de banane mûre est lyophilisée et réduite en poudre fine ; cette poudre, conservée à l'abri de l'humidité, sera mélangée intimement à la farine de blé (et) (ou) de manioc.

3. Les appareils.

- Farinographe Brabender (pétrin de 50 g).
- Zymotachygraphe Chopin.
- Pétrin thermostaté (50 g).

CARACTÉRISTIQUES RHÉOLOGIQUES ET FERMENTAIRES

1. Choix de l'hydratation.

Le taux d'hydratation recommandé pour notre farine de blé est 51,5 %. Dans ces conditions, le farinogramme obtenu nous indique un développement de 720-750 unités Brabender (UB).

Désormais, nous nous imposerons dans tous nos essais un développement de 700-750 UB, ce qui nous définira par conséquent l'hydratation et nous permettra de travailler toujours à consistance à peu près constante de la pâte.

Cette hydratation déterminée, nous ferons les essais de fermentation que nous suivrons au zymotachygraphe Chopin, thermostaté à 27° C. Le pétrissage sera effectué à 22° C.

D'autre part, comme nous devons ajouter de la banane dans nos préparations, nous avons pensé qu'il serait bon d'en éviter l'oxydation par de l'acide ascorbique. C'est pourquoi nous recherchons au préalable l'action de la vitamine C sur la farine de blé. Ajoutons que les quantités d'acide ascorbique utilisées sont supérieures aux quantités généralement employées par les boulangers (4).

Résumons les résultats obtenus :

Hydratation (%)	Acide ascorbique (%)	Développement		Stabilité	Affaiblissement après 12 mn (UB)	Volume après 6 h (l)	Rétention (%)
		(UB)	(mn)				
51,5	0	750	1,5	1,5		1,8	72,5
	0,1	690	1,5	0,5	220	—	—
	1,5	710	0,5	0,5	420	—	—
	2	700	1	0,5	410	1,3	83,8

2. Caractéristiques rhéologiques du manioc.

L'importance de la provenance et du traitement subi est primordiale en ce qui concerne les qualités rhéologiques du manioc, ainsi que nous avons pu le constater. Tous les essais ont été effectués sur le même lot en provenance du Dahomey. Cette farine présentait beaucoup de corps et nécessitait une quantité d'eau plus de trois fois supérieure à celle nécessaire pour la farine de blé.

Par contre, l'acide ascorbique est pratiquement sans action sur la pâte de manioc, contrairement à ce que nous avons observé sur la pâte de blé. Il faut signaler toutefois que la pâte de manioc pétrie avec de l'acide ascorbique est plus claire.

Les essais au zymotachygraphe Chopin montrent que la fermentation est très réduite, l'acide ascorbique semblant par surcroît jouer le rôle inhibiteur et diminuer la rétention. Rappelons que ce rôle d'inhibiteur pouvait s'observer également avec la farine de blé.

Manioc : 100 %.

Hydratation (%)	Acide ascorbique (%)	Développement		Stabilité (mn)	Affaiblissement après 12 mn (UB)	Volume après 6 h (CO ₂)	Rétention (%)
		(UB)	(mn)				
150	0	840	2	0,5	470	—	—
160	0	820	1,5	0,5	480	—	—
160	1,5	800	1,5	1	450	—	—
165	0	780	1	0,5	480	—	—
165	0,1	800	1	0,5	480	—	—
170	0	720	2,5	0,5	270	0,225	100
170	2	—	—	—	—	0,141	80,8

3. Interactions des produits.

Avant d'en arriver au mélange ternaire : Blé-manioc-banane, nous allons étudier successivement les mélanges binaires :

- blé-manioc
- blé-banane
- manioc-banane

en effectuant les mêmes essais que précédemment.

a) *Mélange blé-manioc.* — Les essais donnent les résultats suivants :

Hydratation (%)	Manioc (%)	Acide ascorbique (%)	Développement		Stabilité (mn)	Affaiblissement après 12 mn (UB)	Volume après 6 h (CO ₂)	Rétention (%)
			(UB)	(mn)				
70	25	0	820	1.5	0	600	—	—
75	25	0	650	1.5	0	480	—	—
81	25	0	500	1.5	0.5	360	1.978	69.2
80	35	0	—	—	—	—	1.312	75.7
95	50	0	720	1.5	0	580	—	—
95	50	0.1	730	1.5	0	590	—	—
100	50	0	640	1.5	0.5	510	—	—
110.8	50	0	570	1	0	540	—	—
116	50	0	—	—	—	—	1.17	87.7
140	75	0	750	1.5	0	570	0.612	91.7
140	75	0.1	750	1.5	0	570	—	—

Nous constatons, comme avec le manioc pur, un début de fermentation, suivi d'un dégagement très faible et reprise de la fermentation entre 20 minutes et 2 heures.

b) *Mélange blé-banane.* — Dans tous les essais avec de la banane lyophilisée, nous avons pris, pour 100 g de farine, 31,6 g de poudre de banane.

Le tableau ci-dessous, récapitulatif, montre que le temps de développement est accru, tandis que la quantité d'eau diminue. Il faut toutefois signaler que la quantité d'eau ramenée à 100 g de farine est la même qu'avec ou sans adjonction de banane.

Acide ascorbique (%)	Hydratation (%)	Développement		Stabilité (mn)	Affaiblissement	Volume après 6 h	Rétention (%)
		(UB)	(mn)				
0	39.2	730	2.5	1	210	1.500	74.8
0	44	500	3.5	1.5	150	—	—
0	50	350	5	2	120	—	—

c) *Mélange manioc-banane.* — La banane a sur le manioc une influence un peu plus importante quant à la viscosité, mais très forte quant à la fermentation comme le montrent les résultats suivants. De plus, l'acide ascorbique qui, jusqu'à présent, semblait ralentir la fermentation, semble au contraire la favoriser.

Acide ascorbique (%)	Hydratation (%)	Développement		Stabilité (mn)	Affaiblissement	Volume après 6 h	Rétention (%)
		(UB)	(mn)				
0,1	130	—	—	—	—	3,53	41,4
0	130	810	2,5	1	330	3,48	41,4
0	135	730	3,5	1	220 (?)	—	—
0,1	135	740	3	0,5	360	—	—
0	140	630	4	1	290	—	—

d) *Mélange blé-manioc-banane*. — Les résultats ci-dessous récapitulent les essais. Remarquons spécialement la grande influence de la banane, particulièrement en ce qui concerne la fermentation.

Hydratation (%)	Manioc (%)	Développement		Stabilité (mn)	Affaiblissement après 12 mn (UB)	Volume après 6 h (CO ₂)	Rétention (%)
		(UB)	(mn)				
55,5	25	750	2,5	1	520	1,596	73,1
60,8	35	—	—	—	—	1,942	68,8
72,2	50	760	3,5	0,5	570	2,720	50,9
84,2	50	530	2,5	0,5	390	—	—
100	75	700	3,5	0,5	460	2,780	48,4
102,6	75	640	4	0	420	—	—
106,4	75	620	3,5	0,5	390	—	—

CHOIX D'UNE FORMULE D'ESSAI

A dessein nous avons voulu choisir une formule économique. La plus simple nous a paru être la suivante, s'apparentant à celle dite de biscuit de troupe (5) :

Farine.....	100
Poudre de banane.....	31,6
Levure biologique.....	5
Sel.....	2
Acide ascorbique.....	0,1
Matière grasse végétale.....	8
Eau.....	d'après hydratation définie plus haut.

II. LA FABRICATION

Nous avons essayé, là encore, de comparer nos essais à ce qui avait été fait dans le domaine du blé.

PÉTRISSAGE ET CUISSON

La cuisson du manioc doit se faire, selon la littérature (6), à une température d'environ 100° C inférieure à la température de cuisson du blé, sous peine d'un brunissement trop important. D'autre part, nos premiers essais ont montré qu'il se formait rapidement une croûte et que l'intérieur du biscuit restait humide. En prolongeant le temps de cuisson ou en élevant la température, on n'obtenait pas de cuisson, mais la dessiccation du produit, ce qui le rendait absolument impropre à toute consommation.

Tableau récapitulatif.

Hydratation (%) (1)	Hydratation (%) (2)	Manioc (%) (2)	Blé (%) (2)	Banane lyophilisée (%) (2)	Développement		Stabilité (mn)	Affaiblissement après 12 mn (UB) (2)	Acide ascorbique (2) (%)	Volume (CO ₂)				
					(UB)	temps (mn)				après 6 h (litres)	Rétention %	Volume 1/100 g (1)	Volume 1/100 g (2)	Volume 1/100 g (1)
51.5	—	0	100	0	750	1.5	0.5	250	0	1.79	72.5	1.19	1.19	0.864
51.5	—	0	100	0	690	1.5	0.5	220	0.1	—	—	—	—	—
51.5	—	0	100	0	710	0.5	0.5	420	1.5	—	—	—	—	—
51.5	—	0	100	0	700	1	0.5	410	2	1.33	83.8	—	0.880	0.742
65	—	25	75	0	—	—	—	—	—	1.960	70.5	—	1.307	0.922
70	—	25	75	0	820	1.5	0.5	600	0	—	—	—	—	—
73.2	—	25	75	0	—	—	—	—	—	2.304	64.9	—	1.536	0.997
75	—	25	75	0	650	1.5	0	480	0	—	—	—	—	—
81	—	25	75	0	500	5.5	0.5	360	0	1.978	69.2	—	1.319	10.913
100	—	25	75	0	—	—	—	—	—	2.369	60.4	—	1.586	0.957
80	—	35	65	0	—	—	—	—	—	2.379	60.4	—	1.586	0.957
95	—	50	50	0	720	1.5	0	—	0	1.312	75.7	—	0.875	0.662
95	—	50	50	0	730	1.5	0	580	0	0.646	91.8	—	0.430	0.396
100	—	50	50	0	640	1.5	0.5	590	0.1	—	—	—	—	—
110.8	—	50	50	0	570	1	0	510	0	—	—	—	—	—
116	—	50	50	0	—	—	—	440	0	—	—	—	—	—
140	—	75	25	0	750	1.5	0	—	0	1.17	87.7	—	0.780	0.784
140	—	75	25	0	750	1.5	0	570	0	0.612	9.17	—	0.408	0.374
150	—	100	0	0	840	2	0.5	570	0.1	—	—	—	—	—
160	—	100	0	0	820	1.5	0.5	470	0	—	—	—	—	—
160	—	100	0	0	800	1.5	1	480	0	—	—	—	—	—
165	—	100	0	0	780	1	0.5	450	1.5	—	—	—	—	—
165	—	100	0	0	800	1	0.5	480	0	—	—	—	—	—
170	—	100	0	0	720	2.5	0.5	270	0	0.255	100	—	0.150	0.150
170	—	100	0	0	—	—	—	—	2	0.141	80.0	—	0.094	0.076
39.2	51.5	0	100	31.6	730	2.5	1	210	0	1.500	74.8	1.010	1.333	0.756
44	—	0	100	31.6	500	3.5	1.5	150	0	—	—	—	—	—
50	—	0	100	31.6	350	—	2.5	120	0	—	—	—	—	—
55.6	73.2	25	75	31.6	750	2.5	1	520	0	1.596	73.12	1.064	1.400	1.024
60.8	80	35	65	31.6	—	—	—	—	0	1.942	68.8	1.293	1.704	0.891
72.2	94.0	50	50	31.6	760	3.5	0.5	570	0	2.720	50.9	1.810	2.380	0.922
84.2	—	50	50	31.6	530	2.5	0.5	390	0	—	—	—	—	—
100	131.6	75	25	31.6	700	3.5	0.5	460	0	2.780	48.4	1.850	2.440	0.898
102.6	—	75	25	31.6	640	4	0	420	0	—	—	—	—	—
106.4	—	75	25	31.6	620	3.5	0.5	390	0	—	—	—	—	—
130	171.1	100	0	31.6	—	—	—	—	0.1	3.530	41.4	2.350	3.111	—
130	171.1	100	0	31.6	810	2.5	1	330	0	3.480	41.4	2.310	3.050	0.970
135	177.7	100	0	31.6	730	3.5	1	220(?)	0	—	—	—	—	—
135	177.7	100	0	31.6	740	3	0.5	360	0.1	—	—	—	—	—
140	184.2	100	0	31.6	630	4	1	290	0	—	—	—	—	—
95	—	25	75	0	75	—	—	—	—	2.355	56.6	—	1.568	0.888

(1) % blé + manioc + banane

(2) % blé + manioc

Ayant un fort dégagement de CO_2 en présence de banane, nous avons choisi de faire des pâtons très minces de manière à obtenir un produit très gonflé, formé uniquement d'une croûte.

Le pétrissage était réalisé au micropétrin de 50 g. La température, comprise entre 22° C et 27° C, ne variait pas plus d'un degré au cours du pétrissage.

En nous référant à des données récentes (7), nous avons adopté les conditions de pétrissage suivantes :

Travail : 3 minutes. Travail effectif : 6 minutes.

La fermentation a été menée à 27° C pendant un temps compris entre 45 et 90 minutes selon les données du zymotachygraphe.

La température de cuisson s'est avérée optimale à 170° C pendant environ 20-25 minutes.

Les biscuits sont plus ou moins gonflés selon l'épaisseur des pâtons. L'épaisseur optimale nous a paru se situer entre 2 et 5 mm.

Entre 22° C et 55° C, la température de pétrissage n'a pas d'action sur le produit fini, bien que la viscosité de la pâte diminue rapidement avec l'accroissement de température.

Les biscuits obtenus sont généralement gonflés, dorés, vides intérieurement, croustillants, avec un arrière-goût de banane.

FORMULE PRATIQUE

De tous nos essais, il ressort que l'addition de farine de blé n'apporte pas d'amélioration sensible, dès lors qu'il est ajouté de la banane.

Par ailleurs, il peut paraître étrange de parler d'un produit bon marché lorsqu'on y incorpore de la banane lyophilisée et de l'acide ascorbique de synthèse.

C'est pourquoi nous avons remplacé l'acide ascorbique par du jus de citron ou d'orange et la poudre de banane par de la banane entière. Le jus d'agrumes a une action blanchissante très intéressante et donne au biscuit un goût plus ou moins acide qui peut ne pas déplaire.

On peut prévoir très aisément la consistance de la pâte en tenant compte de la quantité d'eau apportée par la banane fraîche d'une part, le jus d'autre part. Les farinogrammes sont de ce point de vue, très satisfaisants.

La formule qu'en définitive nous adoptons est donc la suivante :

Manioc.....	100	g
Pulpe de banane mûre.....	119	g
Levure biologique.....	5	g
Sel.....	2	g
Matière grasse végétale.....	8	g
Jus de citron ou d'orange.....	93,5	ml

III. QUELQUES CONSÉQUENCES THÉORIQUES DE CETTE ÉTUDE

Le tableau ci-contre récapitule l'ensemble des courbes qui ont été établies au cours de cette étude.

Du point de vue rhéologique tout d'abord, nous avons construit la courbe donnant l'hydratation nécessaire pour obtenir un développement de 750 UB en fonction du pourcentage de manioc. On constate que la banane n'a pratiquement aucune influence sur la viscosité de la pâte (si on ramène l'hydratation au pourcentage de farine).

L'affaiblissement en fonction également du pourcentage de manioc montre que le manioc pur se comporte à cet égard comme le blé pur, tandis que le mélange manioc-blé donne un affaiblissement beaucoup plus important.

Du point de vue de la fermentation, la forme des courbes donnant le volume de CO_2 en fonction de la concentration en manioc appelle quelques remarques. Tout d'abord, si nous considérons le volume total dégagé pour 100 g de farine, nous constatons que jusqu'à 25 % de manioc environ, la fermentation est très légèrement augmentée, tandis qu'elle diminue jusqu'à une valeur très faible en augmentant la quantité de manioc.

Le manioc semble agir comme un inhibiteur. Si, au contraire, nous ajoutons 31,6 % de banane, nous constatons une augmentation de la fermentation et c'est la fermentation qui semble alors jouer le rôle d'inhibiteur à partir également de 25 % de manioc.

Comme toute activité enzymatique, la fermentation est liée à la quantité d'eau libre du milieu (8) (9) et nous constatons en effet que la fermentation augmente si l'on augmente la quantité d'eau pour les différentes concentrations en manioc pour atteindre un palier : c'est une courbe type de réaction enzymatique. Pour 25 % de manioc, le palier est obtenu à partir de 73,2 % d'eau, hydratation correspondant au développement fixé. Pour des quantités de manioc supérieures, le palier est atteint pour une quantité d'eau supérieure à l'hydratation impliquée par la viscosité désirée de la pâte.

Dans les conditions d'hydratation où nous opérons, au contraire, l'addition de banane favorise d'autant plus la fermentation qu'il y a plus de manioc. La rétention diminue avec l'addition de banane, mais la quantité de CO₂ retenu pour 100 g de matière sèche, au contraire, augmente pour être maximum à 100 % de manioc.

Ces phénomènes nécessiteraient des études plus poussées qui sortent du cadre de ce travail. Mais il serait intéressant d'envisager à la fois le point de vue enzymatique, les courbes de sorption des différents mélanges et de faire une étude rhéologique plus théorique de ces pâtes.

Enfin, nous avons remarqué que la banane, en poudre ou entière, donnait avec le manioc pur, pour une hydratation légèrement supérieure à l'hydratation choisie, un phénomène de relaxation de la pâte après 10 à 12 mn de pétrissage. L'acide ascorbique semble faire disparaître ce phénomène.

CONCLUSION

Cette étude appellerait un certain nombre de questions sur lesquelles nous ne nous sommes pas encore appesantis : questions théoriques concernant les problèmes rhéologiques et fermentaires, mais aussi questions pratiques si l'on peut envisager cette fabrication comme possible.

En effet à dessein nous n'avons utilisé que des produits bon marché, simplifiant encore la fermentation des biscuits de troupe puisque nous n'avons pas incorporé le lait en poudre recommandé.

Mais la qualité et le pouvoir nutritionnel pourraient être améliorés à bon compte. A titre d'exemple, on peut citer le phosphate tricalcique agissant à la fois comme apport de phosphore et de calcium dans le rapport optimal et comme améliorant possible des farines (on sait en effet qu'il coupe le corps des farines de blé (10)) ; l'addition des levures pourrait être également envisagée apportant des protéines d'une part, des vitamines B d'autre part. Les essais effectués sur la destruction des vitamines B par la cuisson du pain montrent que moins de 20 % de cette vitamine sont détruits (11).

En tenant compte du goût et des besoins des consommateurs, il semble donc possible d'utiliser sur place des denrées bon marché dont l'exportation ne peut être envisagée.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] KIGER, J. : *La biscuiterie*, p. 169, Paris 1951.
- [2] CERIGHELLI, R. : *Cultures tropicales*, Tome I : *Plantes vivrières*, Paris 1955.
- [3] REGNAUDIN, A. : *Le Manioc*, Paris 1932.
- [4] BURÉ, J. : *Améliorants chimiques de la farine*. Conférence 1953.
- [5] KIGER, J. : *La biscuiterie*, p. 494, Paris 1951.
- [6] KIGER, J. : *La biscuiterie*, p. 105, Paris 1951.
- [7] CALVEL, R. : *Bull. de l'École française de Meunerie*, n° 199, pp. 15-20, janv.-fév. 1964.
- [8] DRAPON, R. : Contribution à l'étude des réactions enzymatiques dans les milieux biologiques purs hydratés : la dégradation de l'amidon par les amylases en fonction de l'activité de l'eau et de la température. Thèse CNAM, 1961.
- [9] GUILBOT, A. et LINDENBERG, B. : Eau non solvante et eau de sorption de la culture de levure, *Biochim. Biophys. Acta*, 39, 1960, 389-397.
- [10] KIGER, J. : *La biscuiterie*, p. 369, Paris 1951.
- [11] PETIT L. : Contribution à l'étude du dosage et de la répartition de l'aneurine dans le blé, la farine et le pain. Thèse Dunod, 1950.
- [12] KIGER, J. : *La biscuiterie*, pp. 105-106, Paris 1951.
- [13] TRATCHENKO, B. : *Rapport Mission Études*, ORSTOM 1959.