

## **Ligne mécanisée de production de chikwangue au Congo**

*Mechanized chikwangue production  
line in the Congo*

**O. LEGROS\***, **B. MALONGA\*\***, **E. AVOUAMPO\*\***,  
**R. MABOUNDA\*\***

*\* Agrisud, Frontenac (France), \*\* Agricongo, Brazzaville (Congo)*

### **- Résumé -**

Face au recul de la consommation de chikwangue devant les produits modernes, Agrisud, en collaboration avec l'Orstom, a entrepris d'améliorer les méthodes traditionnelles de fabrication de la chikwangue à partir des racines de manioc en mettant au point des appareils simples qui permettent de réduire la pénibilité du travail de préparation, principaux facteurs limitants. Après que plusieurs prototypes aient été conçus localement avec des matériaux disponibles sur place, 3 appareils simples ont été retenus : un défibreux, un pétrisseur et un cuiseur-malaxeur ou "machine à chikwangue", le tout formant une ligne de production mécanisée. La description, les caractéristiques techniques et le fonctionnement des trois appareils sont présentés dans le document. Une évaluation de la ligne de fabrication installée auprès d'un groupement d'agriculteurs a permis de conclure à une bonne performance technique des machines par rapport aux objectifs de départ. L'évaluation économique montre que de petites modifications techniques sur les machines et une optimisation dans le niveau d'activité et l'organisation du travail restent à accomplir pour placer la ligne dans une rentabilité assurée et durable. Après quoi, la ligne de fabrication mécanisée de chikwangue sera un puissant outil de développement pour la consommation et la production du manioc en Afrique Centrale.

**- Abstract -**

Faced with the decline in chikwangue consumption in favour of modern products, Agrisud in collaboration with Orstom, undertook a study to improve the traditional methods of chikwangue production from cassava roots by designing simple machines that will reduce the working time and the difficulty in the major limiting factor, preparation work. After several prototypes had been constructed on site from locally available materials, three simple machines were retained: a fibre remover, a kneader and a parboiler-mixer or "chikwangue machine", the total forming a mechanized production line.

The description, technical characteristics and the functioning of these three machines are presented in this document. An evaluation of the production line installed in a group of farmers has permitted to conclude a good technical efficiency with respect to the initial objectives. Economic evaluation showed that small technical modifications on the machines and optimization at the level of activities and work organization were necessary in order for the line to be profitable and durable. After this, the mechanized chikwangue production line will be a powerful development tool for consumption and cassava production in Central Africa.

## Introduction

Le manioc est la culture vivrière la plus répandue en Afrique Centrale. Au Congo, la forme de consommation la plus appréciée est la chikwangué, sorte de pâte cuite. Cependant, la consommation de chikwangué, notamment dans les villes qui rassemblent près de 60% de la population, a tendance à diminuer au profit du fofou (farine de manioc) et d'autres aliments comme le pain ou le riz (Massamba et Trèche, 1995). La cause principale de cette régression est le mode de préparation, long et fastidieux, de la chikwangué essentiellement fabriquée à la main par les femmes.

Pour tenter de maintenir la consommation de chikwangué et soulager le travail de préparation, AGRISUD International, au travers de son Institut de Pays Agricongo, a entrepris en 1989, en collaboration avec le laboratoire d'Études sur la Nutrition et l'Alimentation du centre DGRST-ORSTOM de Brazzaville, de concevoir et mettre au point une ligne mécanisée de fabrication de chikwangué. Après la fabrication et l'essai de nombreux prototypes, la présente communication se propose de présenter les 3 équipements qui ont finalement été retenus et qui composent la ligne de fabrication mise au point : le défibreux, le pétrisseur et le précuiseur-malaxeur.

La démarche de mécanisation s'est orientée sur deux axes : tout d'abord l'observation et la compréhension du procédé traditionnel et ensuite la conception locale d'appareils faits de matériaux et de techniques disponibles sur place.

C'est ainsi que des observations et des discussions ont été réalisées dans les ateliers de fabrication, qu'ils soient situés en ville ou dans les zones rurales, pour bien décrire la méthode utilisée depuis des siècles. Parallèlement à cela, des expérimentations ont été menées pour comprendre comment la racine de manioc est transformée progressivement pour devenir chikwangué. C'est ainsi que les pertes pondérales ont pu être mesurées et que les transformations physiques de l'amidon au cours des étapes de la fabrication ont pu être caractérisées.

Après l'identification des techniques utilisées, des appareils simples ont été réalisés et testés pour reproduire de façon mécanique les opérations traditionnelles. Trois types de machines ont été mises au point : les défibreux, les pétrisseurs et les machines à chikwangué ou précuiseurs-malaxeurs. Chaque type de machine est passé par une succession de prototypes qui ont permis petit à petit d'arriver à des appareils simples et fonctionnels.

Compte tenu des faibles moyens techniques, notamment en ce qui concerne les appareils de mesure, la performance technique des appareils a été mesurée par leur capacité à produire une chikwangué de bonne qualité. Pour cela, les chikwangués produites étaient testées en unité d'évaluation sensorielle par un panel de consommateurs avertis (Trèche *et al.*, 1995). La performance économique a été évaluée par le débit, le rendement et le coût de chaque appareil. Enfin, l'ergonomie des machines a été mise à l'épreuve par des transferts en zones rurales.

## 1. Présentation des appareils

### 1.1. Le défibreur en continu

Les racines de manioc contiennent, en leur centre et dans la pulpe, une quantité variable de fibres cellulosiques et ligneuses qu'il convient de supprimer pour recueillir l'amidon. Traditionnellement, cette opération se fait avec un panier baignant dans une bassine d'eau et dans lequel sont brassées les racines rouies à la main. En version mécanisée, le panier est remplacé par un tambour en tôle perforée en inox (perméabilité de 1mm), la bassine par une cuve en tôle d'aluminium et la main par des pales tournantes (figure 1).

#### 1.1.1. Caractéristiques techniques

Matériaux : Tout aluminium sauf grille en inox.

Vitesse de rotation : 80 tours / minute

Débit moyen : 280 kg / h

Entraînement : Moteur électrique 1,5 kW, 26 t/mn.

Poids à vide : 99 Kg.

Encombrement : Longueur : 1800 mm

Largeur : 1450 mm

Hauteur : 1310 mm

#### 1.1.2. Fonctionnement

Le défibrage se fait en deux temps :

- un premier défibrage grossier est effectué à la main pour enlever la grosse fibre centrale.

- les fibres plus petites sont séparées au cours d'une étape de filtration-décantation : les racines rouies sont brassées dans un tambour-filtre plongé dans une cuve d'eau ; au cours de ce brassage, les grains d'amidon se libèrent des fibres auxquelles ils sont liés et se mettent en suspension dans l'eau. Les fibres quant à elles, restent dans le tambour retenues par la grille de filtration (maille de 0,8 mm) et sont poussées vers l'extrémité du tambour. L'amidon se dépose par décantation au fond du bac de décantation (capacité de 140 litres) ; ce dépôt, encore très aqueux, est évacué par vanne dans des sacs en polyéthylène tissé qui sont ensuite posés sur le sol pour l'égouttage. Pendant l'égouttage, qui dure 2 à 3 jours, l'eau filtre à travers les parois du sac et les grains d'amidon se concentrent pour former une pâte de couleur blanche. Il est possible d'accélérer l'égouttage en concentrant la pâte obtenue après un jour dans un même sac pour augmenter la pression.

L'appareil fonctionne de façon continue : l'opérateur introduit progressivement la pâte rouie dans la machine en fonctionnement (cuve pleine). Au fur et à mesure, l'amidon se dépose au fond du bac et les fibres sont éliminées par le cône d'évacuation. Quand le niveau de l'amidon atteint le tambour, la

machine est arrêtée pour laisser l'amidon décanter, il est ensuite évacué par le bas (vanne) dans un sac et l'opérateur rajoute de l'eau pour remettre le bac au niveau de fonctionnement de telle sorte que le bas du tambour baigne dans l'eau.

La pâte égouttée a une teneur en matière sèche variable en fonction des modalités d'égouttage (40-41 %) comparable à celle des racines rouies.

Le défibrage et l'égouttage provoquent des pertes correspondant aux fibres et aux matières qui se solubilisent dans l'eau, ce qui fait que le rendement matière de l'opération défibrage-égouttage est compris entre 70 et 80 % selon l'âge et la fraîcheur des racines.

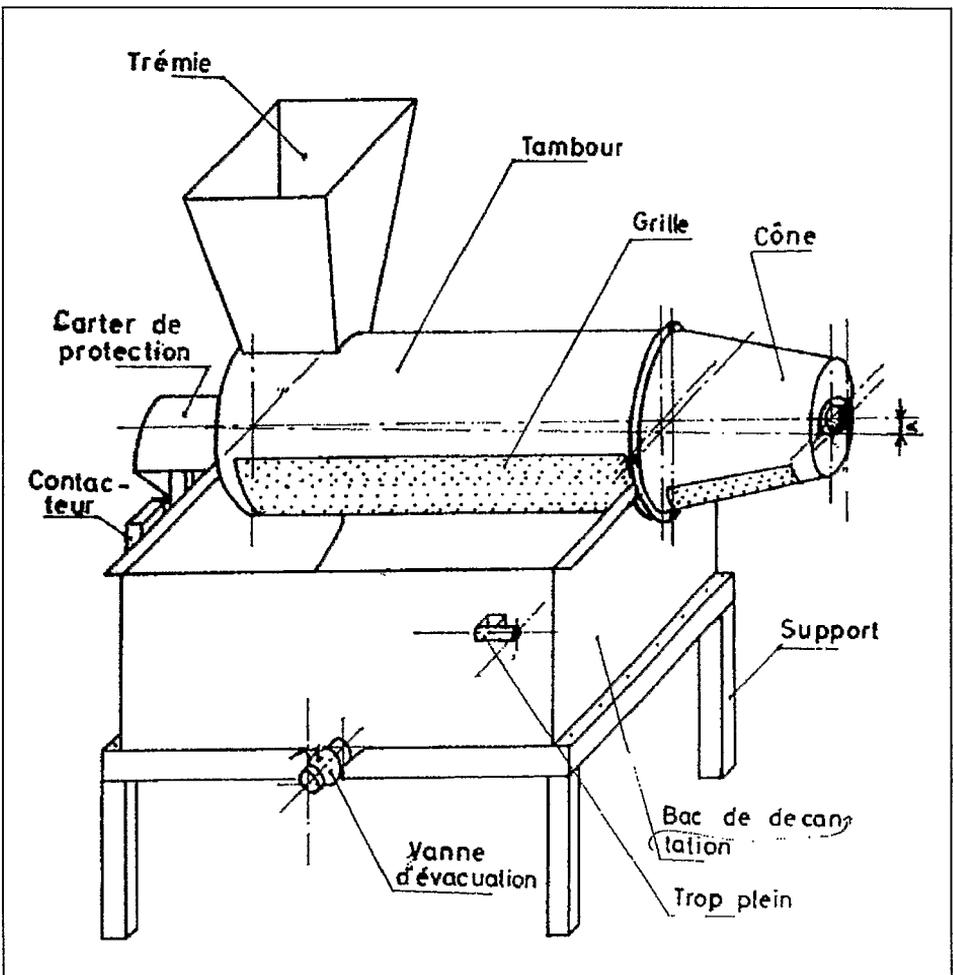


Figure 1  
Défibreux en continu

## **1.2. Le pétrisseur**

Le pétrissage consiste à écraser la pâte défibrée pour la rendre plus élastique et plus homogène. Traditionnellement, cette opération se fait sur un plateau creux en bois sur lequel la pâte est écrasée et laminée par un cylindre du même bois.

Dans la version mécanisée, le plateau et le cylindre ont été remplacés par deux rouleaux cannelés tournant en sens inverse (figure 2). On fait passer la pâte entre les rouleaux pour faire éclater les grains d'amidon et donner une certaine cohésion à la pâte.

### 1.2.1. Caractéristiques techniques

Matériaux : Support et châssis en fer, le reste en aluminium.

Vitesse de rotation des rouleaux : 900 tours / minute

Débit moyen : 200 kg / h

Entraînement : Moteur électrique 0,75 KW, 140 t/mn.

Poids à vide : 49 kg.

Encombrement : Longueur : 700 mm

Largeur : 660 mm

Hauteur : 1260 mm

### 1.2.3. Fonctionnement

Dans la pratique, l'opérateur verse progressivement la pâte égouttée avec un godet dans la trémie et la pâte pétrie s'écoule par la goulotte de sortie dans une marmite placée sous l'appareil. Les pertes de matière sont quasiment nulles.

## **1.3. Le pré-cuiseur-malaxeur**

La cuisson de la pâte de manioc est une opération délicate du fait de ses propriétés physiques. En effet, une boule de pâte plongée dans l'eau bouillante va cuire à l'extérieur, sur une épaisseur de 2 à 3 cm, alors que le coeur va rester cru. La partie cuite se comporte comme un isolant thermique car l'amidon gonfle en cuisant et la couche externe empêche la partie centrale de la pâte de cuire. Traditionnellement, la pâte pétrie est cuite en boule qui est ensuite écrasée et malaxée pour mélanger la partie gélatinisée à la partie "cru".

Ces deux opérations (pré-cuisson et malaxage) ont été regroupées dans une même machine sur la chaîne Agricongo (figure 3).

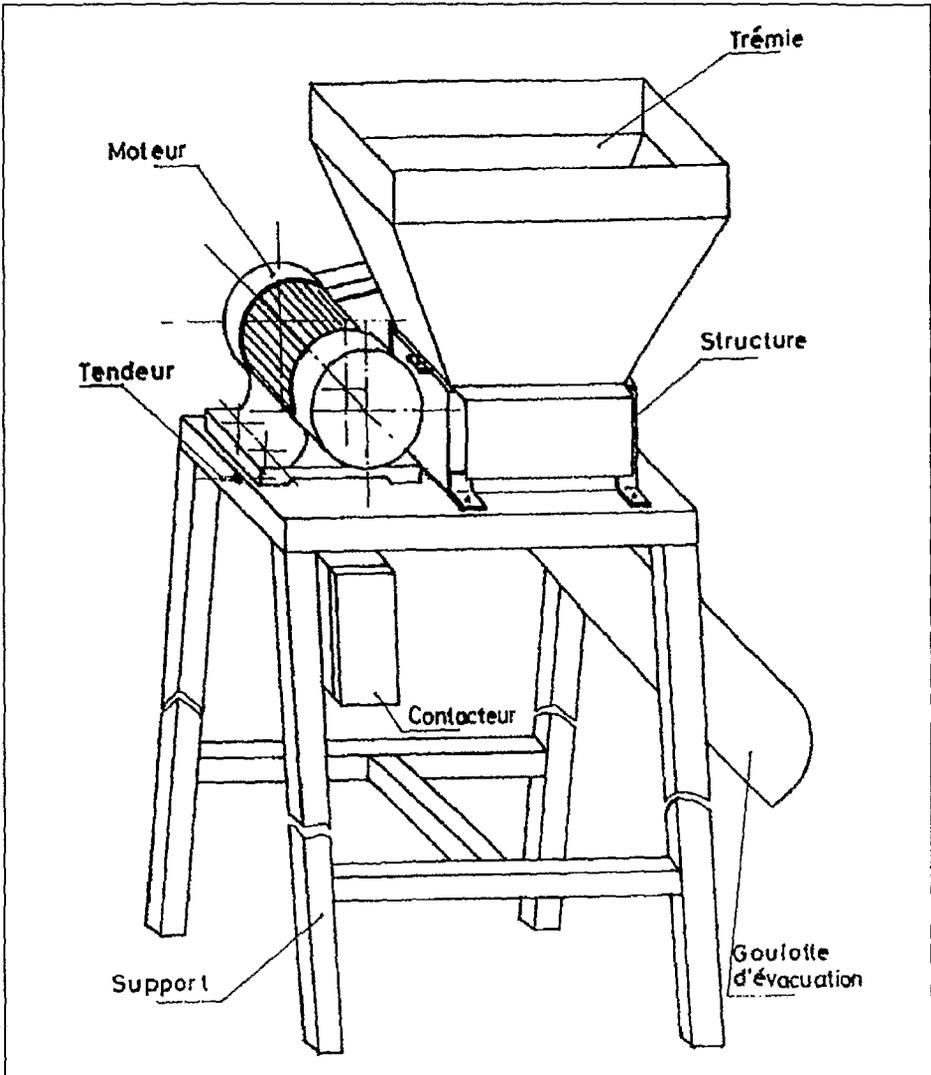
### 1.3.1. Caractéristiques techniques

Matériaux : Trémie, tube et vis en inox, le reste en fer.

Vitesse de rotation : 12 à 20 tours / minute

Débit moyen : 80 kg/h.

Capacité du bain marie : 34 litres



**figure 2**  
*Le pétrisseur*

Consommation en gaz : 2 kg/h  
Consommation en pétrole : 1,75 litre/h  
Moteur électrique : puissance 1,5 kW, 10 à 80 t/mn  
Poids à vide : 108 Kg  
Encombrement : Longueur : 2100 mm  
                  Largeur : 570 mm  
                  Hauteur : 1440 mm

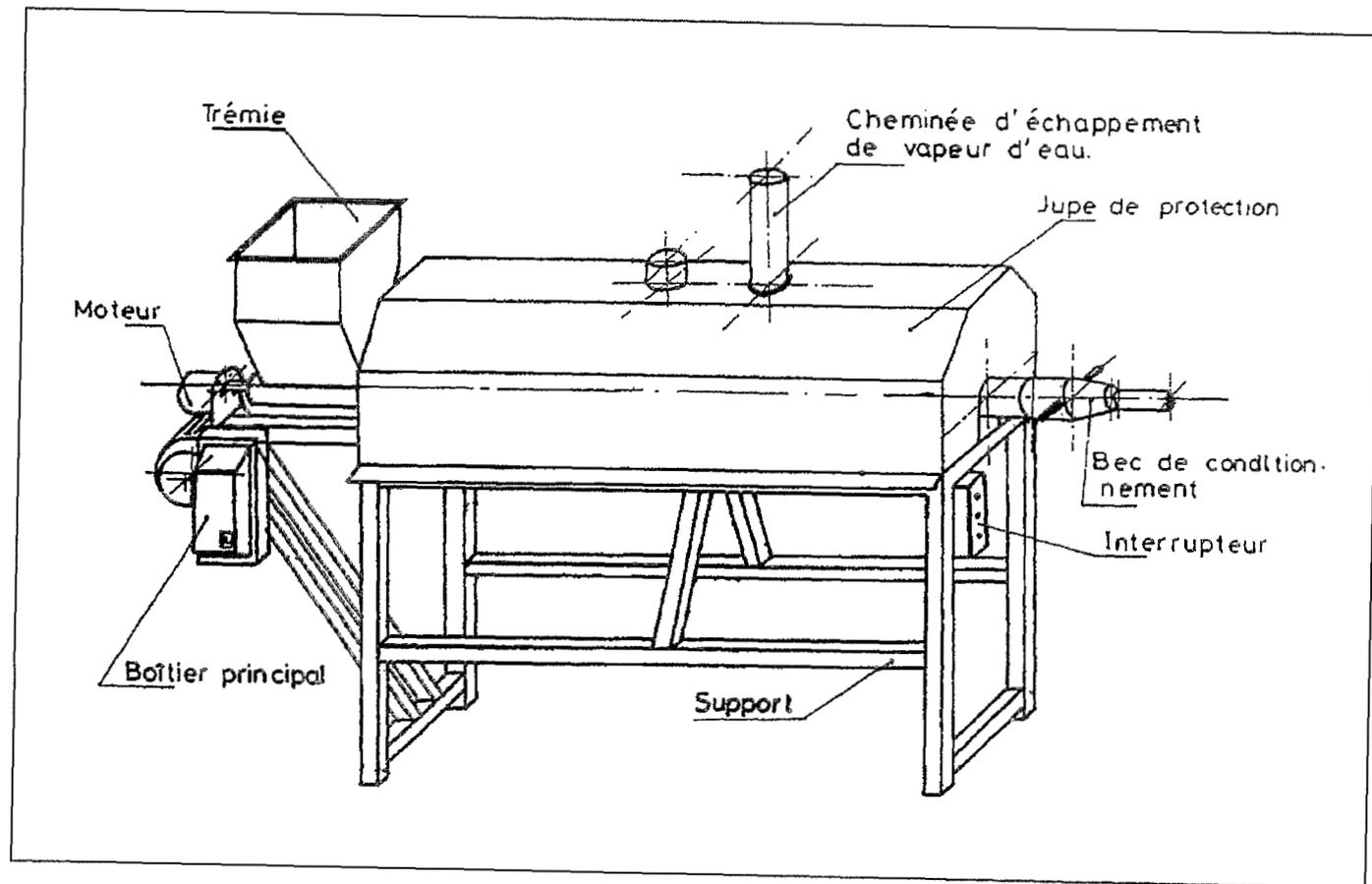


figure 3  
Le précuiseur-malaxeur

### 1.3.2. Fonctionnement

La pâte égouttée transite le long d'un tube inox ou aluminium plongé dans un bain marie à 95°C. Une partie de la pâte se gélatinise au contact du tube et est immédiatement mélangée au reste par le travail de malaxage de la vis d'Archimède qui fait avancer le produit. On obtient à la sortie de la machine une pâte précuite homogène de couleur blanchâtre.

Le débit de la machine est de 80 kg/h et le rendement matière de l'opération est légèrement supérieur à 100 du fait des ajouts d'eau avant l'introduction dans la trémie. Le chauffage se fait soit au gaz, soit au pétrole.

La pâte précuite issue de l'opération précédente doit être modelée et emballée avant de cuire à l'étouffée. Deux solutions peuvent être choisies : soit un modelage manuel avec un emballage en feuilles de forêt, soit un modelage à la machine avec emballage en gaine plastique. La solution la plus productive est l'emballage en gaine plastique qui permet de conditionner au débit de 75 à 100 kg/h. En outre, le conditionnement en gaine permet une conservation du produit beaucoup plus longue (jusqu'à un mois). A noter que le conditionnement en gaine se fait directement à la sortie de la machine à la pré-cuisson. Dans les deux cas, les pains de manioc conditionnés sont cuits 30 à 45 minutes dans l'eau bouillante. A la suite de cela, les pains de manioc sont prêts à être consommés.

## **2. Evaluation des équipements**

L'évaluation d'un outil industriel ne peut se faire que si cet outil est en fonctionnement réel dans le milieu pour lequel il est conçu. C'est ainsi que les appareils de la ligne chikwangue ont été placés dans l'atelier de transformation des produits agricoles d'un groupement d'agriculteurs au nord de Brazzaville dans la région du PK 45. Ces exploitants font partie d'un projet pilote de développement mis en place par Agricongo en 1989. La part la plus importante de leur production est constituée par le manioc. La mise en place de la ligne de transformation a été l'occasion pour eux d'apporter une valeur ajoutée supplémentaire au manioc grâce à la fabrication de chikwangues. Par ailleurs, cette expérience a permis d'observer les modes d'appropriation des machines par les agriculteurs et leurs femmes. Les exploitants, au nombre de 13, ont planifié leurs récoltes de telle sorte que chacun puisse disposer de la ligne deux fois par mois pour transformer à chaque fois 500 kg de racines, soit environ 10 sacs, pour une production totale de 3 tonnes par semaine. L'activité de l'atelier est sous le contrôle d'un gérant qui met les équipements à la disposition des membres du groupement et facture les services en fonction de la quantité transformée.

## 2.1. Evaluation technique

Les mesures de débits et rendements ont été effectuées dans l'atelier de transformation du groupement de producteurs, les résultats figurent dans le tableau 1. De manière générale, les rendements matières des machines sont comparables à ceux du procédé traditionnel. Par contre, les débits sont deux fois supérieurs pour le défibrage, cinq fois supérieurs pour le laminage et deux fois supérieurs pour la précuisson-malaxage à ceux observés lors de l'utilisation de méthodes manuelles (Trèche *et al.*, 1993).

Après 6 mois de fonctionnement de la ligne de fabrication au groupement de producteurs du PK 45, des tests organoleptiques en unité d'évaluation sensorielle ont été réalisés pour comparer les chikwanges du PK 45 à des chikwanges produites en ateliers urbains traditionnels. Les résultats montrent que, quelles que soient les caractéristiques organoleptiques considérées, les chikwanges du PK 45 se sont révélées supérieures ou égales aux meilleures chikwanges traditionnelles Trèche *et al.*, 1995).

## 2.2. Evaluation économique

### 2.2.1. Performance des machines

#### 2.2.1.1. Méthode :

La performance des machines est mesurée, dans les conditions réelles de fonctionnement, selon trois critères :

- Le coût structurel de la machine, c'est à dire le prix d'achat assorti des frais financiers (on considère qu'il faut emprunter pour investir) ramené à l'heure de fonctionnement. Le coût est réparti sur la durée totale prévue de fonctionnement en heures.

Coût structurel = (Prix d'achat + Frais financiers)/nombre d'heures de fonctionnement

- Le coût de fonctionnement qui représente le coût des éléments consommables inhérents à la machine tels que l'électricité ou les combustibles.

Fonctionnement = (Quantité traitée/débit horaire) x (Consommation horaire x prix)

- Le coût de la main d'oeuvre qui est mesuré pour le temps qu'il faut passer pour faire fonctionner la machine, évalué au prix d'un travail d'ouvrier.

Main d'oeuvre = (Quantité traitée/débit horaire) x Coût horaire de la main d'oeuvre

Le tableau 2 présente l'évaluation économique des trois machines de la ligne plus le clippeur qui est l'appareil servant à fermer les gaines plastiques par des clips aluminium. Les chiffres présentés datent de 1993 (avant dévaluation du franc CFA).

**tableau 1**  
*Débits horaires et rendements matière*

	ECORCAGE	ROUISSAGE	DEFIBRAGE	PETRISSAGE	PRECUSSION	CLIPPAGE	CUISSON
Rendement pondéral	80%	85%	75%	99%	99%	99%	95%
Débit entrée (kg/h)	30		280	300	80	150	48
Consommation horaire			1,5	0,75	1,5		3
Prix consommation			55	55	55		0
Quantité entrée (Kg)	0	0	0	0	0	0	0
Quantité sortie (Kg)	0	0	0	0	0	0	0
Temps de fonction.	0		0	0	0	0	0
Coût de fonction.			0	0	0	0	0
Rendement global	47%				Coût en gaz		0
Temps total en h	8786				Coût en énergie		0
Temps total en homme/j	1464				Coût en bois de chauffe		0

**tableau 2**  
*Évaluation économique des machines*

**DEFIBREUR MECANIQUE**

COUT MACHINE	815000	Fcfa
FRAIS FINANCIERS	213640	Fcfa
DUREE D'AMORTISSEMENT	5	Ans
DEBIT	280	KG/H
QUANTITE A TRAITER PAR AN	102000	Kg
CONSUMMATION / HEURE	83	Fcfa
DUREE DE FONCTIONNEMENT	1821	Heures
COUT POUR 100 KILOS		
COUT STRUCTUREL	565	Fcfa
COUT FONCTIONNEMENT	29	Fcfa
COUT MAIN D'OEUVRE	71	Fcfa
TOTAL	666	Fcfa

COUT AU KILO TRAITE	7	Fcfa/Kg
---------------------	---	---------

**PRECISEUR**

COUT MACHINE	1100000	Fcfa
FRAIS FINANCIERS	288348	Fcfa
DUREE D'AMORTISSEMENT	5	Ans
DEBIT	80	KG/H
QUANTITE A TRAITER PAR AN	76500	Kg
CONSUMMATION / HEURE	763	Fcfa
DUREE DE FONCTIONNEMENT	4781	Heures
COUT POUR 100 KILOS		
COUT STRUCTUREL	290	Fcfa
COUT FONCTIONNEMENT	953	Fcfa
COUT MAIN D'OEUVRE	375	Fcfa
TOTAL	1618	Fcfa

COUT AU KILO TRAITE	16	Fcfa/Kg
---------------------	----	---------

**PETRISSEUR**

COUT MACHINE	720000	Fcfa
FRAIS FINANCIERS	188737	Fcfa
DUREE D'AMORTISSEMENT	5	Ans
DEBIT	300	KG/H
QUANTITE A TRAITER PAR AN	76500	Kg
CONSUMMATION / HEURE	41	Fcfa
DUREE DE FONCTIONNEMENT	1275	Heures
COUT POUR 100 KILOS		
COUT STRUCTUREL	713	Fcfa
COUT FONCTIONNEMENT	14	Fcfa
COUT MAIN D'OEUVRE	67	Fcfa
TOTAL	793	Fcfa

COUT AU KILO TRAITE	8	Fcfa/Kg
---------------------	---	---------

**CLIPPEUR**

COUT MACHINE	280000	Fcfa
FRAIS FINANCIERS	73398	Fcfa
DUREE D'AMORTISSEMENT	5	Ans
DEBIT	150	KG/H
QUANTITE A TRAITER PAR AN	74978	Kg
CONSUMMATION / HEURE	0	Fcfa
DUREE DE FONCTIONNEMENT	2499	Heures
COUT POUR 100 KILOS		
COUT STRUCTUREL	141	Fcfa
COUT FONCTIONNEMENT	0	Fcfa
COUT MAIN D'OEUVRE	133	Fcfa
TOTAL	275	Fcfa

COUT AU KILO TRAITE	3	Fcfa/Kg
---------------------	---	---------

**PANIER A DEFIBRER**

COUT OUTIL	3000	Fcfa
FRAIS FINANCIERS	308	Fcfa
DUREE D'AMORTISSEMENT	2	Ans
DEBIT	30	KG/H
QUANTITE A TRAITER PAR AN	3500	Kg
CONSUMMATION / HEURE	0	Fcfa
DUREE DE FONCTIONNEMENT	233	Heures
COUT POUR 100 KILOS		
COUT STRUCTUREL	14	Fcfa
COUT FONCTIONNEMENT	0	Fcfa
COUT MAIN D'OEUVRE	667	Fcfa
TOTAL	681	Fcfa

COUT AU KILO TRAITE	7	Fcfa/Kg
---------------------	---	---------

**PLANCHE A PETRIR**

COUT OUTIL	12000	Fcfa
FRAIS FINANCIERS	3146	Fcfa
DUREE D'AMORTISSEMENT	5	Ans
DEBIT	50	KG/H
QUANTITE A TRAITER PAR AN	3000	Kg
CONSUMMATION / HEURE	0	Fcfa
DUREE DE FONCTIONNEMENT	300	Heures
COUT POUR 100 KILOS		
COUT STRUCTUREL	50	Fcfa
COUT FONCTIONNEMENT	0	Fcfa
COUT MAIN D'OEUVRE	400	Fcfa
TOTAL	450	Fcfa

COUT AU KILO TRAITE	5	Fcfa/Kg
---------------------	---	---------

### 2.2.1.2. Analyse :

L'évaluation faite ici se fait sur la base d'une utilisation normale de la chaîne de fabrication en sachant que les machines ne sont pas utilisées à leur plein potentiel. Le niveau d'activité retenu est celui établi par les exploitants ; il est limité par leur capacité de production de manioc et leur capacité de travail. Ce niveau d'activité pourra être doublé dans l'avenir quand les acteurs du système auront acquis l'expérience et le comportement nécessaires. Par ailleurs, d'autres facteurs limitants tels que les approvisionnements, le temps de cuisson, l'organisation du travail sont pris en compte dans l'évaluation. De plus, compte tenu des pertes de matières qui se produisent tout au long du processus de transformation, toutes les machines n'ont pas la même quantité à traiter.

Le défibreur, du fait de sa position en début de ligne, traite une grosse quantité ce qui lui donne le coût au kilo le plus faible. Paradoxalement, son débit élevé nuit à sa performance économique dans le contexte de sous production dans lequel il est placé : une diminution de débit de moitié entraînerait une baisse de coût du kilo traité car les charges de structures seraient amorties sur un plus grand nombre d'heures de fonctionnement. En considérant un travail normal de 6 heures par jour 300 jours par an, le défibreur au PK 45 fonctionne à 20% de sa capacité. Ainsi, en doublant la quantité traitée et en diminuant le débit de 50%, le coût au kilo passerait de 7 Fcfa à 3 Fcfa. On peut considérer que dans le contexte d'un atelier semi-industriel, et compte tenu des autres machines, le débit optimal serait de 150 kg/h.

A titre de comparaison, la même analyse pratiquée sur le matériel traditionnel (panier en osier et cuvette) dans un atelier traitant 70 kg de pâte par semaine donne sensiblement la même performance économique : 7 Fcfa (si l'on tient compte de la main d'oeuvre). Sur cette constatation, on peut affirmer que le défibreur est efficace techniquement et socialement, dans la mesure où il facilite la tâche, mais doit encore être amélioré sur le critère économique.

Le pétrisseur, du fait de son débit élevé, fonctionne nettement en dessous de sa capacité (14%). Son débit est comparable à celui du défibreur mais il traite une quantité plus faible du fait des pertes importantes au cours du défibrage. Par rapport à la méthode traditionnelle, le pétrisseur est moins performant économiquement. La présence permanente d'un opérateur pour remplir la trémie grève sa performance mais, comme dans le cas précédent, celle-ci serait largement augmentée si le niveau d'activité était plus important. Cependant, un débit inférieur de 60% lui donnerait encore un score supérieur. Son coût, essentiellement constitué par les rouleaux (en Téflon ou en aluminium) pourrait être diminué par l'utilisation de rouleaux en bois grâce à une forte diminution de la vitesse de rotation.

Avec un taux d'utilisation de 53%, le Précuseur-malaxeur est le facteur limitant de la ligne. Par rapport au pétrisseur qui traite une quantité égale de produit, il a une performance deux fois moins bonne. Cela s'explique tout d'abord par son coût élevé, principalement dû à la vis et au tube, ensuite par ses consommations coûteuses (énergie motrice et combustible de chauffage) et enfin par son faible débit. Bien que le Précuseur-malaxeur effectue une des opérations les plus délicates de la fabrication et réalise une bonne performance technique, on peut considérer que sa performance économique est insuffisante dans le contexte étudié. Le coût du kilo traité passerait de 16 à 10 Fcfa dans le cas d'une augmentation du débit de 50% (120 kg/h) et d'une consommation énergétique diminuée de moitié.

### *2.2.1.3. Améliorations possibles*

Telles qu'elles ont été décrites, les machines de la ligne chikwangue pourraient être améliorées à plusieurs niveaux.

La performance du pétrisseur serait fortement augmentée s'il était placé au dessus du Précuseur-malaxeur en utilisant la même force motrice, il faudrait pour cela régler son débit au même niveau. Cela supprimerait la tâche qui consiste à porter la pâte depuis le pétrisseur jusqu'au précuseur-malaxeur et donc, un poste de travail.

Le Pétrisseur-malaxeur proprement dite pourrait être plus performant si son débit était augmenté (des essais ont montré que le conditionnement direct peut se faire jusqu'à un débit de 125 kg/h). Par ailleurs, une meilleure isolation et une meilleure maîtrise du chauffage permettraient de réduire les coûts de fonctionnement.

## 2.2.2. Performance de la ligne

### *2.2.2.1. Résultats*

Après avoir étudié les machines individuellement, il faut analyser la performance de la ligne de fabrication dans son ensemble. Là encore, les données datent de 1993.

En plus des trois machines considérées précédemment, un ensemble d'infrastructures, de petits outils et de matériel entre en jeu dans l'activité de l'atelier. Ces éléments sont rassemblés dans le tableau 3 et représentaient un montant total de 6.300.000 Fcfa. Les trois machines principales représentent 40% de cet investissement.

Au niveau global, le tableau 1 fait ressortir un rendement matière global de 48%, soit 48 Kg de chikwangues pour 100 kg de racines brutes.

**tableau 3**  
Amortissement de l'outil de production

DESIGNATION	QTE *	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL	DUREE AMORT.**	AMORTIS.**
BATIMENTS :		2 350 000			
Batiment d'exploitation	1	2 000 000	2 000 000	10	200 000
Installation électrique	1	200 000	200 000	7	28 571
Installation d'eau	1	150 000	150 000	7	21 429
GROS MATERIEL :		3 415 000			
Bacs de rouissage	4	50 000	200 000	5	40 000
Défibreur+moteur	1	815 000	815 000	5	163 000
Pétrisseur+moteur	1	720 000	720 000	5	144 000
Malaxeur + moteur	1	1 100 000	1 100 000	5	220 000
Clippeur	1	280 000	280 000	5	56 000
Four de cuisson	1	300 000	300 000	5	60 000
MOBILIER :		97 500			
Table	1	10 000	10 000	5	2 000
Chaise	3	3 500	10 500	4	2 625
Armoire	1	75 000	75 000	6	12 500
Tablette	1	2 000	2 000	4	500
OUTILLAGE :		447 950			
Marmite aluminium	10	13 800	138 000	5	27 600
Cuvette aluminium	5	8 625	43 125	5	8 625
Couteau à éplucher	5	750	3 750	2	1 875
Seau plastique	2	1 400	2 800	2	1 400
Brouette plate	1	17 000	17 000	5	3 400
Bouteille de gaz	3	51 750	155 250	5	31 050
Tuyau 15 mètres	1	15 000	15 000	3	5 000
Balai brosse	1	2 725	2 725	3	908
Balai coco	1	1 500	1 500	3	500
Panier à défibrer	2	1 500	3 000	2	1 500
Tenue de travail	4	5 000	20 000	2	10 000
Paire de gants	4	3 450	13 800	2	6 900
Paire de bottes	4	6 500	26 000	2	13 000
Clé de 19	1	2 500	2 500	5	500
Calculette	1	3 500	3 500	3	1 167
			6 310 450		1 064 050

\* QTÉ : QUANTITÉ

\*\* AMORT : AMORTISSEMENT

Pour fonctionner correctement, l'atelier traite 3 tonnes de racines par semaine, soit 6 exploitants qui amènent chacun 500 kg (250 m<sup>2</sup> de surface récoltée). Dans l'état actuel du nombre d'exploitants, de surface en culture et de capacité d'organisation, ce chiffre ne peut guère augmenter, même si les machines le permettent. Dans ce type de système, ce ne sont pas les machines qui sont les facteurs limitants mais les problèmes de gestion et d'organisation aussi bien en transformation qu'en commercialisation.

C'est sur cette base de 3 tonnes par semaine que le compte de résultat prévisionnel a été établi dans le tableau 4. Pour respecter la logique économique, les racines ont été évaluées au prix de vente " bord champ ", prix auquel elles auraient été valorisées si elles n'avaient pas été transformées. Par ailleurs, les frais

**tableau 4**  
*Compte de résultat prévisionnel*

CHARGES					PRODUITS							
CHARGES VARIABLES					QTE	P.U.	P.T.					
	UNIT	QTE	P.U.	P.T.								
Manioc racine	Sac	3000	1500	4 500 000	VENTES DE CHIKWANGUES	117 527	100	11 752 747				
Manioc roui	Sac	0	12000	0								
Gaine plastique	Kg	726,3	1500	1 089 480								
Clips	nb	235055	3	799 187								
Fagots de bois	nb	4639	50	231 962								
Gaz naturel	Kg	1893	340	643 748								
Produits d'entretien	nb	100	75	7 500								
Sacsd'égouttage	nb	125	250	31 250								
Torchons	nb	25	300	7 500								
Electricité	kWh	2157,7	55	118 674								
Main d'oeuvre temp.	Hj	5000	200	1 000 000								
		Sous total		8 429 300								
CHARGES FIXES												
Frais de personnel				1 200 000								
Frais financiers LT				351 110								
Dotation amortis.				1 064 050								
		Sous total		2 615 160								
<b>TOTAL DES CHARGES</b>					<b>11 044 460</b>	<b>TOTAL DES PRODUITS</b>		<b>11 752 747</b>				
<b>BENEFICE DE L'EXERCICE</b>					<b>708 286</b>	<b>PERTE DE L'EXERCICE</b>		<b>0</b>				

Seuil de rentabilité (Nb de chik./per) 92 480  
 Seuil de rentabilité (Nb de sacs/sem) 47  
 Seuil de rémunération 100KF (Chik) 134 882  
 Seuil de rémunération 100KF (S/sem) 69  
 Rappel du rendement matière global 47%

**HYPOTHESES ET VARIABLES DE BASE**

POIDS D'UN SAC DE RACINES 50 Kg  
 PERIODE DE REFERENCE 50 SEMAINES  
 QUANTITE TRAITEE / SEMAINE 60 SACS  
 FRAIS DE GERANCE / MOIS 100000 Fcfa/mois

Poids d'une chikwangué 0,600 Kg  
 Coût total par Kg de racines 74  
 Produit par Kg de racines 78  
 Marge nette par Kg de racines 5  
 Charges variables par chik. 72  
 Charges totales par chik. 94  
 Marge brute par chikwangué 28 28% du C.A.  
 Marge nette par chikwangué 6 6% du C.A.

d'écorçage, travail souvent confié à de la main d'oeuvre temporaire, ont été évalués au coût réel ainsi que le salaire du gérant de l'atelier. Le tableau indique donc la valeur ajoutée nette du travail de transformation pour les exploitants, c'est à dire le bénéfice qu'ils tirent du travail de transformation du manioc en chikwangué.

Pour des chikwangués de 600 grammes vendues à 100 Fcfa, comme les chikwangués traditionnelles, le tableau 4 montre que les exploitants arrivent à couvrir les charges de l'atelier mais ne retirent que 6% de bénéfice sur la vente de leur production de manioc par rapport à la vente de racines brutes. Si l'on considère le temps passé à la transformation, cette rémunération est insuffisante : les exploitants gagnent moins que les temporaires qu'ils ont payé à écorcer leurs racines.

Le seuil de rentabilité, c'est à dire la quantité minimum de racines à transformer pour couvrir les charges, est de 47 sacs de racines par semaine, soit 2,35 tonnes (pour une production normale de 60 sacs, soit 3 tonnes). Ce seuil, qui signifie que l'activité peut supporter une baisse de 20% sans risque de faillite, est trop élevé dans un contexte agricole soumis aux aléas du climat et du marché. Il devrait être au maximum de 35 sacs (soit une sécurité de 40%) et s'approcher le plus possible de 30 sacs (sécurité de 50%).

#### 2.2.2.2. Analyse et améliorations possibles

Une étude menée auprès des ateliers de fabrication de chikwangués à Brazzaville a montré que la majorité des femmes exerçant cette activité ne gagnaient pratiquement rien, certaines perdant même de l'argent (Ikama *et al.*, 1995). Cependant, elles continuent car en fait, une partie de la production sert à la consommation familiale et permet donc de faire des économies sur le budget du ménage. Le problème s'explique par le prix élevé payé pour la pâte rouie en ville. Sur le lieu de production, le rapport entre le prix des racines et le prix de la chikwangué est supérieur à celui de la transformation de l'arachide en pâte (pour un rendement matière comparable). Pour 1 kg de racines valant 30 Fcfa, avec un rendement de 48%, le producteur obtient un chiffre d'affaires en chikwangué de 75 Fcfa soit un multiplicateur de 2,5. Pour la pâte d'arachide, le multiplicateur est de 2. La fabrication de chikwangué est donc rentable en elle-même, et c'est plus une baisse des coûts qui doit apporter la rentabilité plutôt qu'une augmentation de prix.

La marge brute de l'atelier (hors charges fixes) est de 28% alors qu'elle devrait être de 35 à 40%. Trois postes pèsent anormalement sur les charges de l'activité : tout d'abord le poste " emballage " qui est un peu élevé mais qui ne peut guère être diminué, sauf en utilisant les feuilles traditionnelles. Ensuite, les exploitants pourraient récupérer une partie de la valeur ajoutée en faisant eux-mêmes l'écorçage avec leur famille dans la limite du temps laissé libre par les travaux champêtres. La mise au point d'un écorceur ou épilucheur de racines serait à envisager, vu le temps et l'argent consommés par cette activité (10% des charges)

ou bien, une suppression de l'étape avec élimination de l'écorce au cours du défilage (cette solution entraînerait une forte baisse de la qualité). Enfin, les consommables ont un niveau élevé qui devrait être réduit par une utilisation plus rationnelle des machines et des combustibles (surtout le gaz). Une baisse des consommables de 25% combinée à une diminution de moitié des frais d'écorçage suffiraient à rétablir l'équilibre dans les charges variables. Une augmentation concomitante du niveau d'activité accompagnée des améliorations citées sur les machines placeraient définitivement la ligne de fabrication de chikwangue dans une rentabilité confortable.

Ces solutions amèneraient la marge brute à 35% du chiffre d'affaires et le résultat (donc la rémunération du travail) à 15% du chiffre d'affaires. Le seuil de rentabilité serait alors de 35 sacs, ce qui est acceptable comme expliqué plus haut.

Dans l'avenir, l'expérience acquise par les exploitants associée à l'augmentation de l'effectif du groupement permettra certainement d'augmenter les quantités traitées, ce qui aura pour effet d'améliorer le niveau de rentabilité de l'atelier. Une élévation de 50% du niveau d'activité, tout à fait compatible avec les capacités des machines, augmenterait la marge des agriculteurs de 60% en révélant le potentiel de performance de la ligne. Par ailleurs, les progrès réalisés dans la production agricole pourront aussi faire baisser le prix de revient de la matière première pour creuser encore plus l'écart de prix entre la racine et la chikwangue.

## Conclusion

Grâce à une collaboration multidisciplinaire associant les nutritionnistes et microbiologistes du centre DGRST-ORSTOM de Brazzaville, et les ingénieurs d'Agrisud/Agricongo, la fabrication de chikwangue au Congo a pu être mécanisée avec une technologie locale et des résultats globalement satisfaisants. Les appareils mis au point sur le centre de ressources d'Agricongo ont prouvé leur efficacité technique et leur appropriabilité dans l'atelier de transformation du groupement agricole du PK45 au nord de Brazzaville. La chikwangue produite dépasse en qualité la moyenne des produits traditionnels et bénéficie d'une bonne notoriété dans la capitale (Trèche *et al.*, 1995). Des progrès restent à accomplir dans le domaine économique pour que la ligne de fabrication mécanisée apporte une réelle valeur ajoutée aux utilisateurs. Ces progrès sont de trois ordres : Tout d'abord une rationalisation de la ligne avec optimisation des appareils, harmonisation des débits et amélioration du mode d'écorçage des racines. Ensuite économies de carburant, de combustibles et, si possible, d'emballage. Enfin, une augmentation des quantités traitées qui se fera naturellement au fur et à mesure de l'apprentissage de la gestion et de l'organisation par les utilisateurs.

Agrisud, en accord avec ses partenaires, a pour ambition de développer ce modèle d'atelier au Congo et en Afrique Centrale pour que la chikwangue reste pour longtemps un aliment apprécié et consommé par tous. La ligne de fabrication de chikwangue fait d'ores et déjà partie des programmes de développement agricole d'Agrisud au Gabon.

## Bibliographie

TRECHE (S.), AVOUAMPO (E.), ADOUA-OYILA (G.), 1995 - «Notoriété et acceptabilité de la *chikwangue Agricongo* à Brazzaville». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Orstom, Coll. colloques et séminaires : sous presse.

IKAMA (R.), TRECHE (S.), 1995 - «Inventaire et modes de fonctionnement des ateliers de fabrication de chikwangue à Brazzaville». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Orstom, Coll. colloques et séminaires : sous presse.

MASSAMBA (J.), TRECHE (S.), 1995 - «la consommation du manioc au Congo». In Agbor Egbe (T.), Brauman (A.), Griffon (D.), Trèche (S.), éd. : *Transformation alimentaire du manioc*, Paris, Orstom, Coll. colloques et séminaires : sous presse.

TRECHE (S.), LEGROS (O.), AVOUAMPO (E.), MUCHNIK (J.), MASSAMBA (J.), 1993 - *fabrication de chikwangue au Congo*. Rapport de fin d'études d'une recherche soutenue financièrement par le ministère de la coopération et du développement dans le cadre de la procédure de financement "Réseau TPA", 98 p.