

Des machines pour  
nourrir les Hommes



**CODEART**

asbl

CODEART asbl

15, Chevémont

B-4852 HOMBOURG

Tél.: 0032(0)87 78 59 59

Fax: 0032(0)87 78 79 17

info@codeart.org

[www.codeart.org](http://www.codeart.org)

Ce document est mis gratuitement à disposition en ligne sur le site internet de [www.codeart.org](http://www.codeart.org).

Il est destiné à être diffusé et reproduit largement.

**CODEART** développe des projets visant à résoudre des problèmes techniques récurrents dans les pays du Sud et en lien direct avec la production et la transformation des productions vivrières par les producteurs locaux eux-mêmes et les artisans locaux qui offrent leur service aux paysans.

**CODEART** complète son appui technique par l'offre de toute information susceptible d'aider les partenaires dans la maîtrise de technologies nécessaires au développement du pays.

Les productions, plans et savoir-faire développés sont mis à la disposition de l'ensemble des acteurs du secteur du développement tant au Nord qu'au Sud.

Dans les cas justifiés, une version papier peut vous être envoyée sur simple demande à [info@codeart.org](mailto:info@codeart.org).

Si vous avez des questions, si vous constatez des imperfections ou si vous avez des expériences similaires à partager, nous vous remercions de nous contacter.

## **LE PROBLEME DU BOIS EN HAITI – LA CUISSON DES CASSAVES** **FASCICULE 2**

Classification : **document de réflexion**

Nom de l'auteur du document : **Francis Van Massenhove (MISEREOR)**

Date de conception : **Mars 1997**

Date de mise en ligne : **2010**

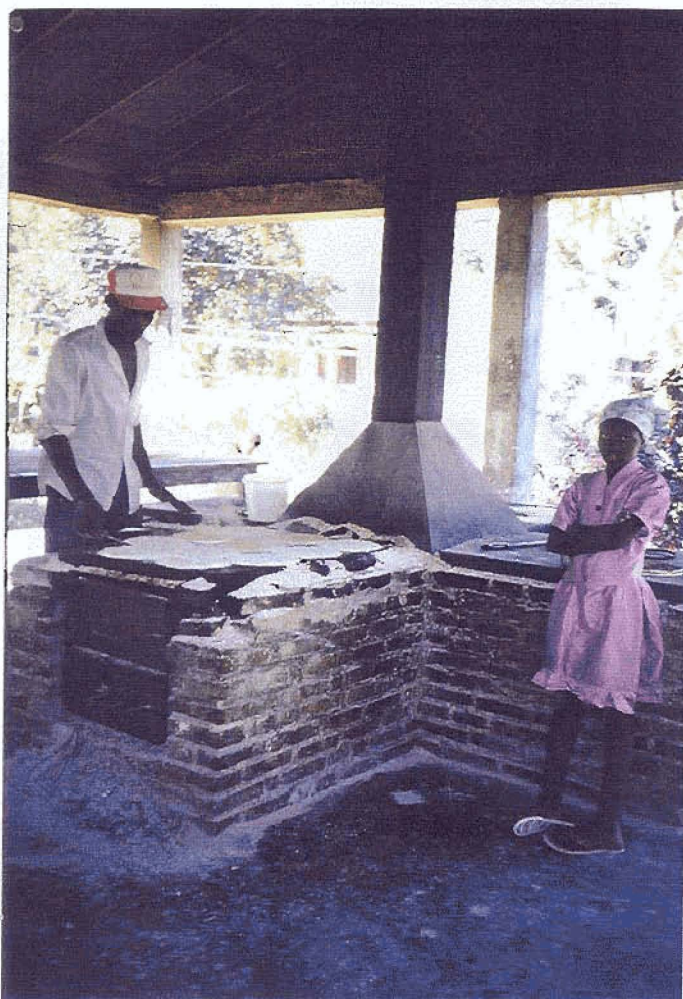
Référence interne : **B2625**

# LE PROBLEME DU BOIS EN HAITI

ETUDE SUR LE DEVELOPPEMENT DES TECHNIQUES  
PROTECTRICES DES RESSOURCES NATURELLES EN HAITI

fascicule n° 2

## LA CUISSON DES CASSAVES



Francis Van Massenhove

A la demande du Département de Développement Rural  
MISEREOR (Aachen)

Mars 1997

**CODEART asbl**

15 Chevémont  
B-4852 Hombourg  
Tél.: 087 / 78 59 59  
Fax: 087 / 78 79 17  
T.V.A.: BE 434.417.468

# **LE PROBLEME DU BOIS EN HAITI**

**ETUDE SUR LE DEVELOPPEMENT DES TECHNIQUES  
PROTECTRICES DES RESSOURCES NATURELLES EN HAITI**

**fascicule n°2**

**LA CUISSON DES CASSAVES**

**Francis Van Massenhove**

**A la demande du Département de Développement Rural  
MISEREOR (Aachen)**

**Mars 1997**

Le travail qui suit a été réalisé, à la demande de :

**MISEREOR**

Département de Développement Rural

Postfach 1450

Mozartstrasse, 9

D-52064 Aachen ALLEMAGNE

tel. : 49 241 44 20

fax. : 49 24 144 21 88

en collaboration avec :

**le GADRU**

Groupe D'Appui au Développement Rural

Delmas 65

Impasse Basilic n° 10

Port-au-Prince HAITI (WI)

tel. + fax. : 509 460 599

(responsable : M. Jean-Marie LOUIS )

avec la collaboration particulière de : M. Marc LOUIS

M. Jérôme CHARLES

**les AECP**

les Ateliers-Ecoles de CAMP PERRIN

B.P. 14 Les Cayes HAITI (WI)

tel. + fax. : 509 860 152

(responsable : M. Jean SPRUMONT)

avec la collaboration particulière de : M. Pierre BEGHIN

**CODEART**

COopération au Développement de l'ARTisanat

Chevémont 15

4852 Hombourg BELGIQUE

tel. : 32 87 78 59

fax. : 32 87 78 79 17

(responsable : M. Roger LOOZEN)

Francis VAN MASSENHOVE

Cornet d'en haut, 30

7781 Houthem BELGIQUE

tel. + fax. : 32 56 55 69 83

Le présent travail est le second fascicule d'une série qui a comme thème commun le problème du déboisement en Haïti.

Après l'aperçu général, chaque fascicule traite d'un sujet particulier.

En voici la liste :

- fascicule n° 1 : Aperçu général
- fascicule n° 2 : La cuisson des cassaves
- fascicule n° 3 : Les restaurants populaires
- fascicule n° 4 : La fabrication du rapadou
- fascicule n° 5 : Les boulangeries
- fascicule n° 6 : Le riz étuvé
- fascicule n° 7 : Les guildiveries
- fascicule n° 8 : Les confitureries

Le présent fascicule est la suite des différents travaux réalisés sur le sujet par Misereor, en particulier : « Les cassaveries, des outils pour l'auto suffisance alimentaire » par Philippe Teller.



## GLOSSAIRE

- CASSAVE** : galette de manioc cuite traditionnellement, consommée en Haïti
- CASSAVERIE** : atelier de préparation de la farine de manioc qui sera utilisée pour la cuisson des cassaves
- RIVIERE FROIDE** : quartier de la banlieue de Port-au-Prince où se trouve une cassaverie à faible consommation de bois
- RAPADOU** : mot créole pour désigner le sucre artisanal  
le rapadou n'est pas du sucre blanc. Il contient du sucre et de nombreux oligo-éléments .
- GUILDIVERIE** : atelier de fabrication d'alcool .
- \$H** : « dollar haïtien », 1 \$H = 5 gourdes  $\cong$  10 FB  $\cong$  1 / 3 US \$

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) « Les cassaveries, des outils pour l'autosuffisance alimentaire » par Philippe Teller
- (2) Comptabilité de la ferme Massena/Papaye (Petits Frères et Soeurs de Ste Thérèse)

## SOMMAIRE

I. Atelier de la ferme Massena à Papaye (près de Hinche/Plateau Central)	page 8
1. Propriétaire	
2. Atelier-poste de travail	
3. Constatations et conclusions d'ordre général	page 9
4. Cuisson des grandes cassaves	page 11
4.1. Note préliminaire	
4.2. Date de la prise de mesure	
4.3. Méthode-mode opératoire	page 12
4.4. Mesures	
4.5. Résultats des mesures	page 14
4.6. Propositions	
5. Cuisson des petites cassaves	
5.1. Date de la prise de mesure	
5.2. Méthode-mode opératoire	page 15
5.3. Mesures	page 16
5.3.1. Préliminaire	
5.3.2. Mesures diverses communes aux deux platines	
5.3.3. Mesures spécifiques à chaque type de platine	page 17
5.3.4. Production-travail réalisé en fonction du temps	
5.4. Résultats	page 19
5.4.1. Chiffres utiles	
5.4.2. Bilan thermique / puissance utile	
6. Données économiques (aide à la décision d'investissement)	page 20
7. Conclusions	page 21
8. Propositions	page 22
II. Une cassaverie au charbon de bois à Cap Haïtien	page 23
1. Propriétaire	
2. Atelier-poste de travail	
3. Constatations	page 24
3.1. Cuisson au charbon de bois	
3.2. Aucun souci d'ergonomie	

<b>4. Cuisson des grandes cassaves</b>	
4.1. Date des mesures	
4.2. Méthode-mode opératoire	
4.2.1. Préparation du feu	
4.2.2. Cuisson des grandes cassaves	page 25
4.3. Mesures et résultats	page 26
4.3.1. Nombre de cassaves observées	
4.3.2. Résultats des mesures	
4.3.3. Productivité	page 27
4.3.4. Bilan thermique - puissance utile	

<b>5. Données économiques</b>	page 28
5.1. Remarques préliminaires	
5.2. Prix	
5.3. Part relative du prix de combustible dans le prix de vente	
5.4. Potentialité d'investissement	

<b>6. Conclusions</b>	page 29
-----------------------	---------

<b>7. Propositions</b>	
7.1. A court terme	
7.2. A plus long terme	page 30

<b>III. Atelier de Rivière Froide</b>	page 31
---------------------------------------	---------

**1. Propriétaire**

**2. Atelier-poste de travail**

<b>3. Constatations</b>	page 33
-------------------------	---------

<b>4. Cuisson des petites cassaves</b>	page 34
--	---------

4.1. Date des mesures	
4.2. Méthode-mode opératoire	
4.3. Mesures et résultats	page 35
4.3.1. Nombre de cassaves observées	
4.3.2. Résultats des mesures	page 36
4.3.3. Productivité	
4.3.4. Bilan thermique - puissance utile	page 37

<b>5. Données économiques</b>	page 38
-------------------------------	---------

**6. Conclusions**

**7. Propositions**

<b>Annexe : Essai : fourneau à cassaves équipé d'un brûleur au kérosène à flamme bleue ou d'un foyer au bois à préchauffage d'air.</b>	page 40
--	---------



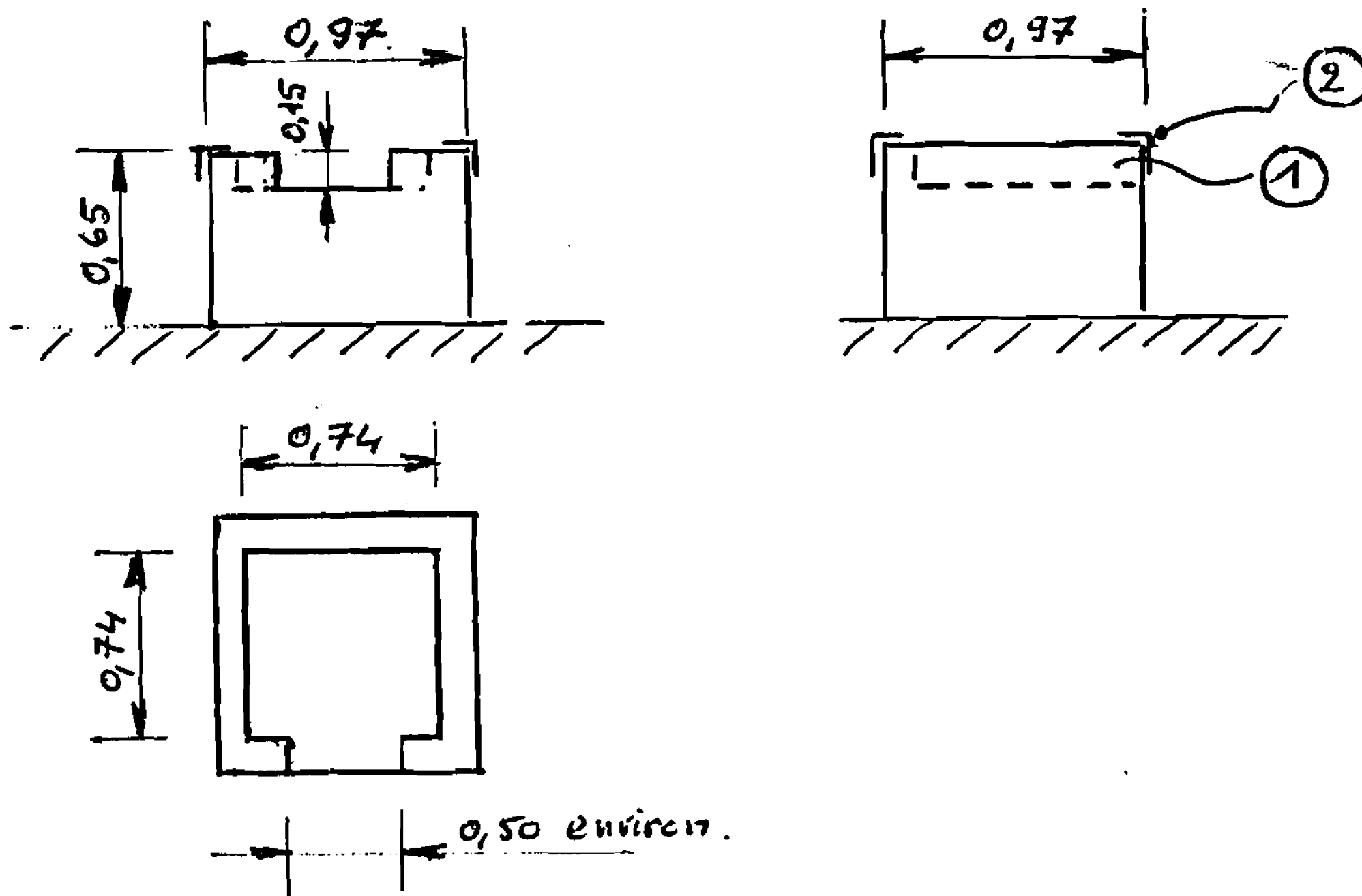
# I. ATELIER DE LA FERME MASSENA A PAPAYE (près de Hinche/Plateau Central)

## 1. Propriétaire

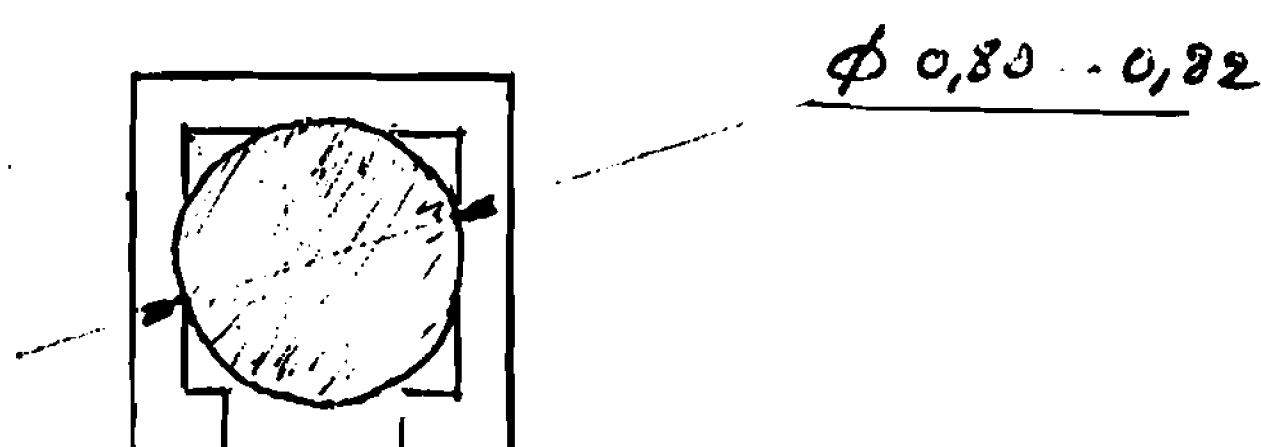
Les Petits Frères et les Petites Soeurs de Sainte Thérèse.

## 2. Atelier-poste de travail

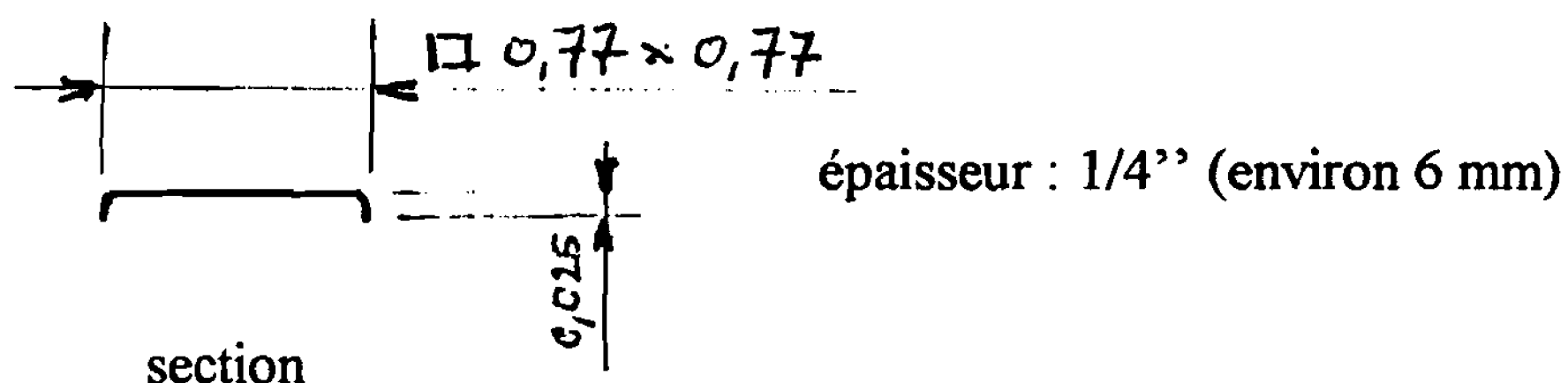
L'atelier de cuisson est un hangar avec toit en tôle et murs avec claustra dans sa partie supérieure (entre le plafond et une hauteur de 1.5 m environ) (voir photo page 14). S'y trouvent une dizaine de fourneaux à cassaves (voir dessin ci après).



- le fourneau est en maçonnerie (briques dans la partie supérieure, parpaings en ciment en dessous)
- la chambre foyère ((1) sur dessin) a une hauteur de 15 cm
- le « combustible » utilisé est constitué de braises préparées à l'avance
- une cornière en acier((2) sur dessin) et des fers à béton extérieurs constituent une ceinture d'acier pour protéger les fourneaux contre les coups de charrette
- les platines de cuisson utilisées sont de deux types :
  - a) modèle rond : une simple tôle ronde de diamètre 0.80-0.82 m (épaisseur 5-6 mm)  
le modèle rond ne permet pas de couvrir complètement l'ouverture de 0.74 x 0.74 m (voir dessin ci-dessous)



b) modèle carré : le modèle carré couvre complètement l'ouverture



**note :**

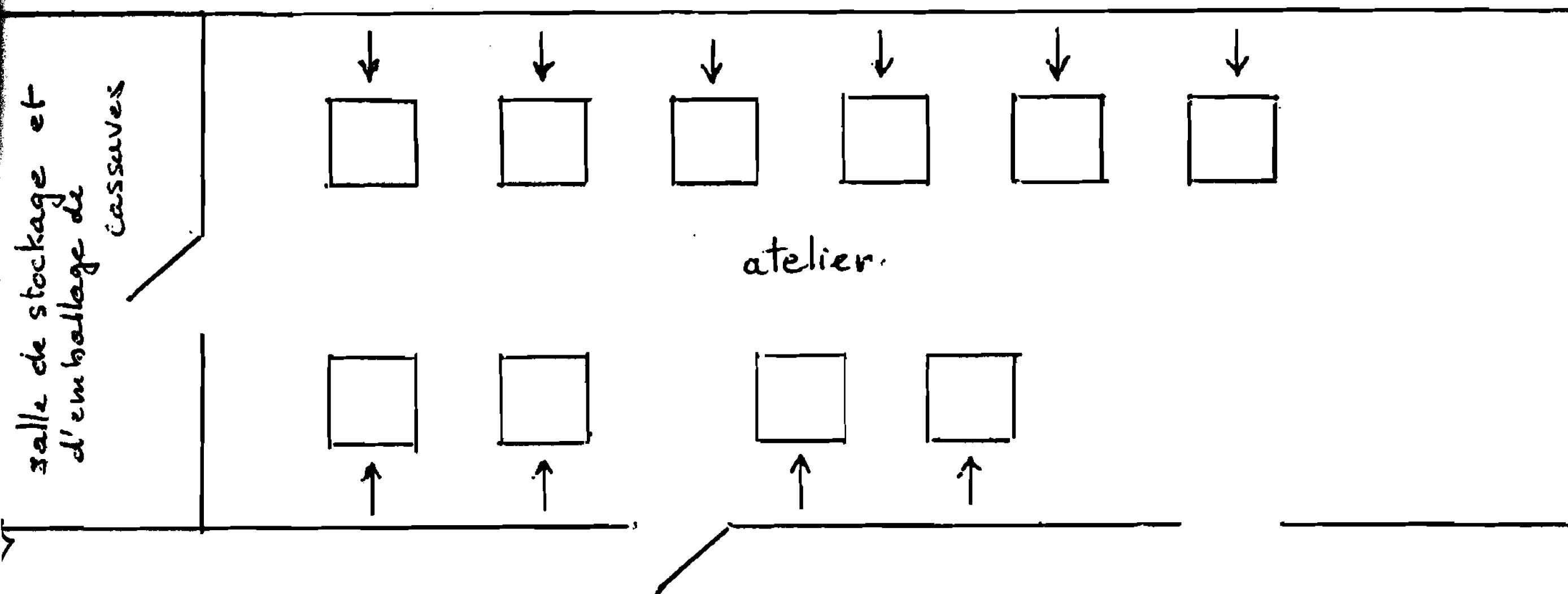
Les tôles ont été découpées, avec très peu de matière perdue, dans une tôle de 2.44 x 1.22 m.

Les arrondis ont été réalisés pour une bonne tenue au voilement.

Les poste de travail sont disposés sur deux rangs dans l'atelier de telle manière que des allées suffisamment larges existent entre chaque poste de travail pour pouvoir passer avec des charrettes, des plateaux, etc...

Le sol est bétonné et permet donc la circulation aisée des charrettes.

Les entrées des fourneaux se trouvent « côté mur » (voir flèches sur le dessin ci-après) et ont une section de 0.15 x 0.50 m environ.



### 3. Constatations et conclusions d'ordre général

a) Le bois et le charbon de bois sont brûlés à l'extérieur du bâtiment de manière à fabriquer des braises rougeoyantes.

Ces braises sont ensuite transportées par petites pelletées dans les fourneaux à fur et à mesure des cuissons.

Il est évident que cette manière de faire est **catastrophique** au point de vue énergétique. Les rendements énergétiques sont calculés plus loin, ils sont de l'ordre de **2.5 %!**

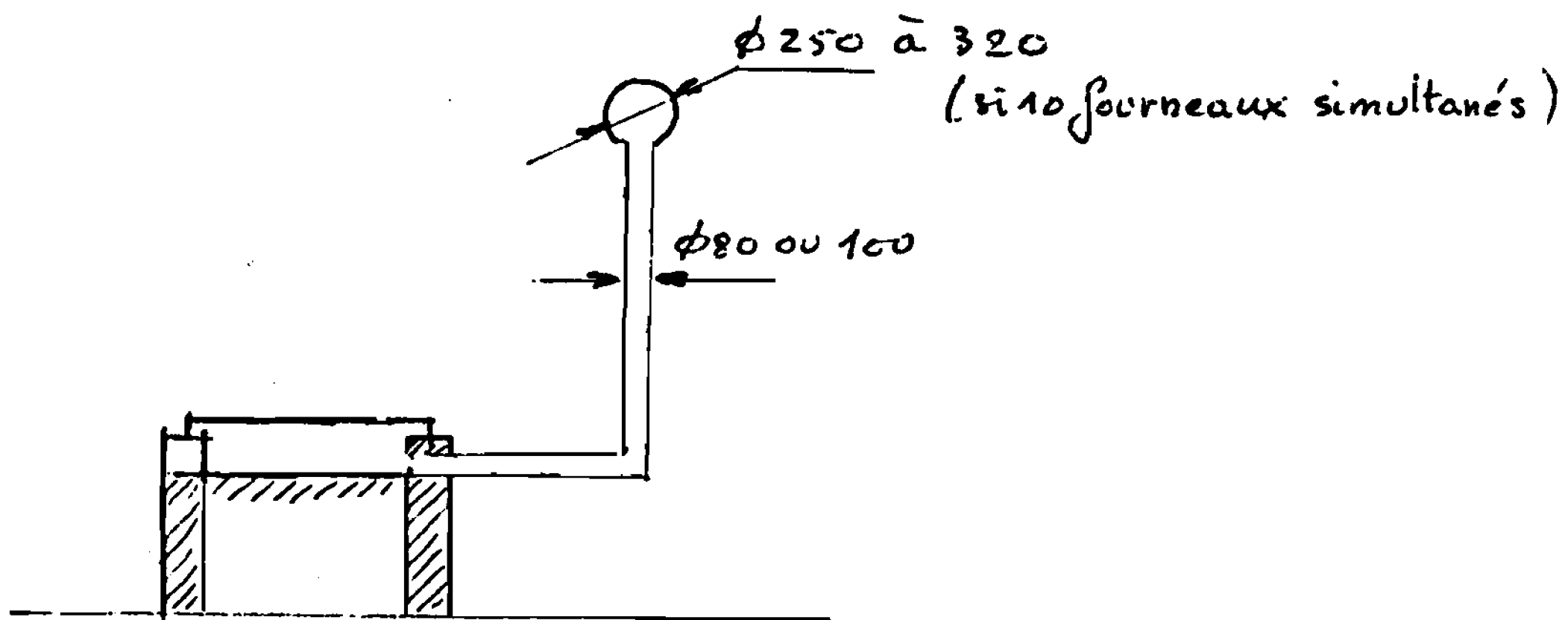
b) Les fumées de combustion sont perceptibles et **gênantes** malgré le fait que l'atelier soit bien ventilé.

Cela explique sans doute, en partie du moins, le fait que **les opérateurs allument leur feu à l'extérieur** avec comme conséquence les rendements énergétiques désastreux déjà signalés.

□ **REMEDES** : dès maintenant

proposition : Placer sur chaque fourneau une cheminée (voir dessin ci-après) d'une hauteur suffisante munie d'une clef de tirage.

**Idéalement**, toutes les cheminées sont reliées à un collecteur général permettant l'évacuation des fumées vers l'**extérieur**.



*note :*

**PUISQU'IL FAUT MONTER UNE CHEMINEE**, autant revoir immédiatement la conception d'ENSEMBLE DU FOURNEAU SUR LE MODELE DE RIVIERE FROIDE / (avec des petites améliorations en ce qui concerne la cheminée et le fourneau à bois)

c) A remarquer le **soucis d'ergonomie** dans cette installation :

- plan de travail à bonne hauteur
- sol plan
- espaces suffisants entre les postes de travail
- salle de stockage et d'emballage à proximité

## 4. Cuisson des grandes cassaves

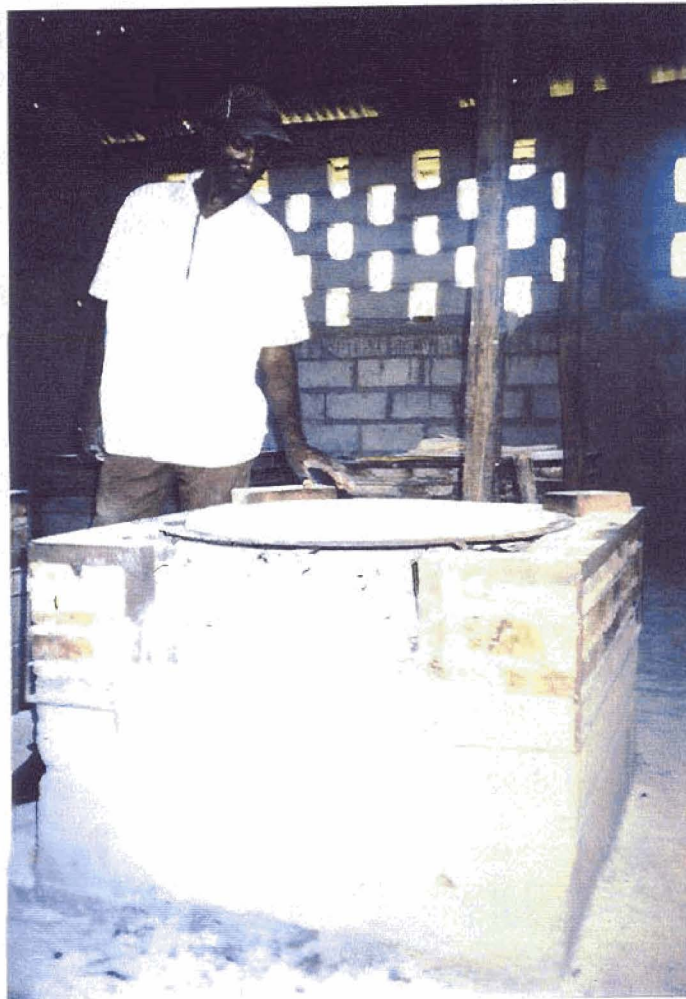
### 4.1. Note préliminaire

Le bilan thermique complet n'a pas pu être fait dans le cas de la cuisson des grandes cassaves : l'atelier était en pleine activité « de croisière » lors de la prise des mesures et il n'a pas été possible de mesurer le poids de bois consommé.

Néanmoins, le rendement énergétique peut-être qualifié de catastrophique pour les raisons déjà signalées (voir paragraphe 3. a)).

### 4.2. Date de la prise de mesure

le 11 janvier 1997



### 4.3. Méthode-mode opératoire

#### a) Fabrication des braises

Les braises fabriquées à l'extérieur sont ensuite transportées à l'intérieur par petites pelletées (voir paragraphe 3. a)

#### b) Cuisson de la cassave

La farine de manioc est prélevée au moyen d'une assiette creuse remplie à déborder.

L'opérateur étale la moitié du contenu de l'assiette sur la platine (ronde lors de l'observation).

Il replie ensuite les bords de la « galette » ainsi constituée pour lui donner un aspect régulier (un bord net).

Cuisson de la première face.

L'opérateur empêche la « galette » de coller en la tournant d'un petit angle sur la platine (opération réalisée une ou deux fois).

Il rajoute petit à petit la fin de l'assiette.

Il retourne la « galette » sur la platine.

Cuisson de la deuxième face.

### 4.4. Mesures

#### a) Nombre de cuissons observées : 6 cassaves

#### b) Poids

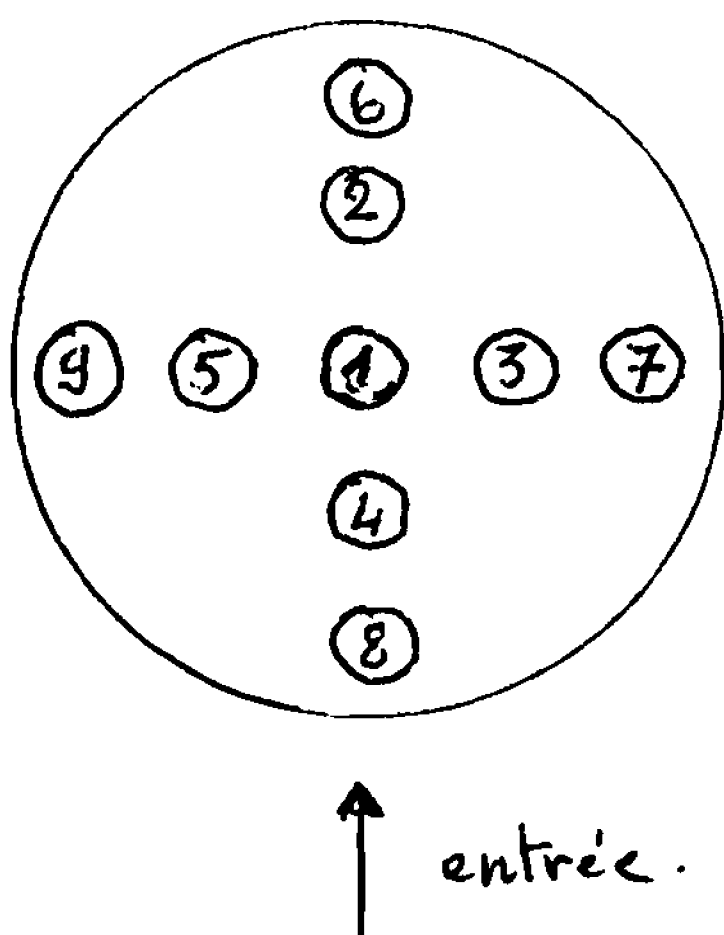
farine avant cuisson	: 1.83 Kg/grande cassave
cassave cuite	: 1.14 Kg/grande cassave
donc la perte en eau est de	: 0.69 Kg/grande cassave

SOIT 38 % de la farine de manioc

braises : Le poids des braises n'offre aucun intérêt pour le bilan thermique.  
Seuls le poids du bois et du charbon de bois d'origine est utile pour le bilan thermique.

#### c) Température de la platine

Deux relevés de température ont été effectués à des moments différents, aux endroits de la platine mentionnés sur le dessin ci après.



Les températures sont prises par un thermomètre électronique à sonde de contact avec protection isolante réfractaire au point de contact; par conséquent une erreur systématique est commise. Elle peut être estimée à 15 % au moins de l'écart de température ( $t^\circ$  mesurée -  $t^\circ$  ambiante).

**tableau des résultats :**

zone	point de relevé	1er relevé [°C]	2d relevé [°C]	moyenne des relevés [°C]
centre	1	180	237	209
médiane	2	172	204	188
médiane	3	176	229	203
médiane (*)	4	196	240	218
médiane	5	186	250	218
bord	6	128	143	136
bord	7	137	145	141
bord (*)	8	196	240	218
bord	9	186	250	218
	<b>moyenne par relevé [°C]</b>	<b>173</b>	<b>215</b>	<b>194</b>

En tenant compte de l'erreur systématique de 15 % :  $t^\circ$  estimée à 202°

(\*) ces points de relevé se trouvent près de l'entrée du fourneau

**note :**

Ces mesures ne présentent pas d'intérêt pour le bilan thermique, elles ont été prises dans un but d'information pour d'éventuelles mises au point ultérieures.



#### 4.5. Résultats des mesures

On retiendra comme chiffres utiles :

- le poids d'une grande cassave cuite à Massena : de l'ordre de 1.1...1.2 Kg
- la perte en eau de la farine de la cuisson : de l'ordre de 40 %
- la température de surface de la platine : de l'ordre de 200° C

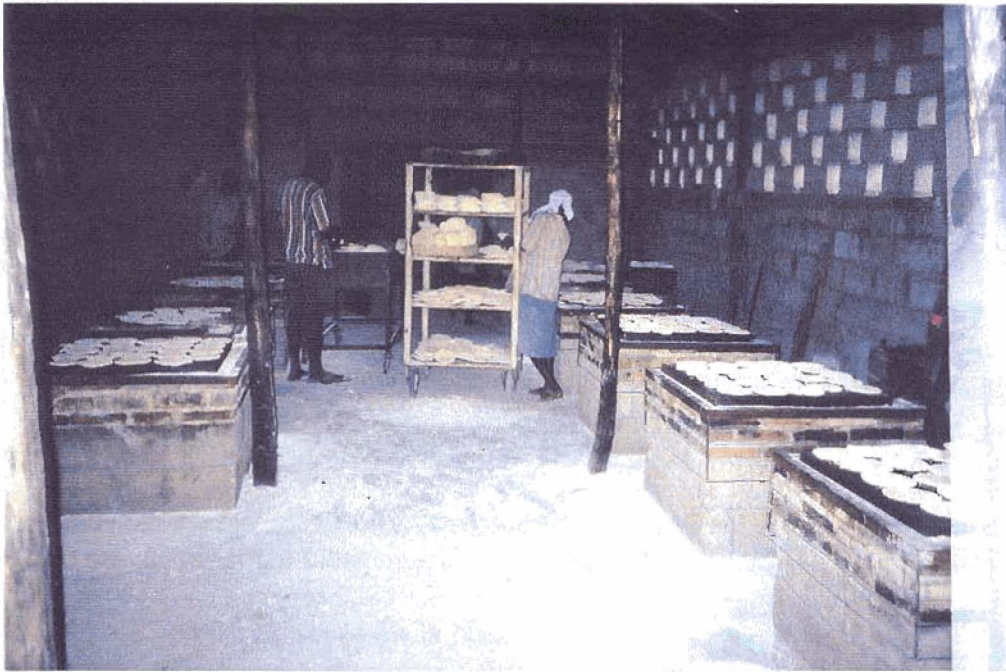
#### 4.6. Propositions

Voir « petites cassaves » paragraphe 5.8.

### 5. Cuisson des petites cassaves

#### 5.1. Date de la prise de mesures et des observations

Le 14 janvier 1997



*séchage des petites cassaves*

## 5.2. Méthode-mode opératoire

### a) Fabrication des braises

Comme pour les grandes cassaves, le bois et le charbon de bois sont brûlés au préalable à l'extérieur pour produire des braises.

### b) Cuisson des cassaves

Après avoir amené des braises dans son fourneau et attendu qu'il soit à bonne température (l'opérateur le constate en laissant griller un peu de farine sur la platine), l'opérateur remplit de farine de manioc un récipient qu'il appelle « cwi » (en fait une demi-calebasse).

Il dispose 7 ou 8 « moules » de cassaves sur la platine qu'il remplit de farine.

#### *note :*

Un « moule » est un simple cercle, de diamètre 15 cm environ, en feuillard d'acier, de hauteur 1,5 cm (par conséquent, les petites cassaves fabriquées à Massena sont rondes).

Cuisson de la première face.

Lors de la cuisson de la première face, l'opérateur rajoute, en l'étalant, un peu de farine sur la cassave en cuisson. Il époussette le surplus avec un pinceau. Un peu de farine se perd ainsi.

**Il faut remarquer qu'à ce moment, il n'y a que 7 ou 8 cassaves en cuisson sur la platine. Le reste de la platine est inoccupé et la chaleur de la platine se dégage à perte dans l'air ambiant à cet endroit inoccupé.**

L'opérateur « démoule » ses cassaves et les retourne sur l'endroit laissé libre de la platine. C'est donc sans doute la raison pour laquelle il ne charge la platine qu'en partie au début.

Il remplit à nouveau de farine ses moules laissés libres.

La cuisson de la deuxième face des cassaves retournées a donc lieu pendant la cuisson de la première face des cassaves qui viennent d'être moulées.

A ce moment, il y a 15 ou 16 cassaves sur la platine.

La capacité totale d'une platine ronde est de 21 cassaves  
d'une platine carrée est de 25 cassaves.

LE TAUX DE REMPLISSAGE DE LA PLATINE N'EST DONC QUE DE 60 à 70 %

#### *note :*

Pourtant, à Rivière Froide, l'opérateur remplit complètement la platine en permanence (voir plus loin : Rivière Froide)



## 5.4. Résultats

### 5.4.1. Chiffres utiles

On retiendra comme chiffres utiles :

- le poids d'une petite cassave cuite à Massena : de l'ordre de 45 g
- la perte en eau de la farine brute à la cuisson : 15 %  
au séchage : 25 %  
total : 40 %
- la température de la surface de la platine : de l'ordre de 200° C
- une productivité un peu meilleure de la platine carrée sur la platine ronde (de l'ordre de 4 % pour la même durée de travail) mais cette affirmation ne peut pas être considérée comme certaine car cette meilleure productivité peut aussi être attribuée à l'habileté de l'opérateur

### 5.4.2. Bilan thermique / puissance utile

a) énergie utile ( $Q_{ut}$ ) (cuisson + séchage)

$$Q_{ut} = M_c \times c_e \times [(t_{f1} - t_i) + (t_{f2} - t_i)] + L \times (M_1 + M_2) + M_1 \times c_e \times (t_{f1} - t_i) + M_2 \times c_e \times (t_{f2} - t_i)$$

- où
- $M_c$  : masse de la cassave sèche
  - $c_e$  : chaleur massique de la cassave sèche
  - $t_{f1}$  : température finale de la cassave à la cuisson
  - $t_{f2}$  : température finale de la cassave après séchage
  - $t_i$  : température initiale de la cassave
  - $L$  : chaleur latente de l'eau
  - $M_1$  : masse d'eau évaporée à la cuisson
  - $M_2$  : masse d'eau évaporée au séchage
  - $c_e$  : chaleur massique de l'eau

résultat de ce calcul :

pour une plaque carrée,  $Q_{ut}$  carrée = 8.838 Kcal pour la durée de l'observation

$$\begin{aligned} \text{justification : } Q_{ut} \text{ carrée} &= 486 \times 0.043 \times (1,1 / 4,18) \times [(72 - 27) + (60 - 27)] + 539 \times 486 \times 0,03 \\ &\quad + 486 \times 0,012 \times (72 - 27) + 486 \times 0,018 \times (60 - 27) \\ &= 428 + 7859 + 262 + 289 = 8838 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

pour une plaque ronde,  $Q_{ut}$  ronde = 8.529 Kcal pour la durée de l'observation

$$\begin{aligned} \text{justification : } Q_{ut} \text{ ronde} &= 469 \times 0.043 \times (1,1 / 4,18) \times [(72 - 27) + (60 - 27)] + 537 \times 469 \times 0,03 \\ &\quad + 469 \times 0,012 \times (72 - 27) + 469 \times 0,018 \times (60 - 27) \\ &= 8529 \text{ Kcal} \end{aligned}$$

b) énergie consommée ( $Q_{\text{consom}}$ )

$$Q_{\text{consom}} = (\text{PCI}_{\text{bois}}) \times M_b + (\text{PCI}_{\text{ch.bois}}) \times M_{\text{ch}}$$

où  $M_b$  : masse de bois  
 $M_{\text{ch}}$  : masse de charbon de bois

résultat de ce calcul :

pour une plaque carrée,  $Q_{\text{consom}}$  carrée = 343.865 Kcal pour la durée  
d'observation

$$\text{justification : } Q_{\text{consom}} \text{ carrée} = [(3000 \times 92,5) + (7700 \times 10)] \times 0,97 = 343.865 \text{ Kcal}$$

pour une plaque ronde,  $Q_{\text{consom}}$  ronde = 341.530 Kcal pour la durée  
d'observation

$$\text{justification : } Q_{\text{consom}} \text{ carrée} = [(3000 \times 90,5) + (7700 \times 10)] \times 0,98 = 341.530 \text{ Kcal}$$

c) rendement global énergétique ( $\eta_{\text{gl}}$ )

$$\eta_{\text{gl}} = \frac{Q_{\text{ut}}}{Q_{\text{consom}}} \times 100$$

on trouve :  $\eta_{\text{gl}} = 2.5 \%$

d) la « puissance moyenne utile » de la platine ( $P_{\text{ut}}$ )

$$P_{\text{ut}} = \frac{\text{Energie}}{\text{temps}} = \frac{8,650}{7,25} = 1.193 \text{ Kcal / h} = 1.38 \text{ KW}$$

## 6. Données économiques (aide à la décision d'investissement)

[bibliographie (2)]

a) Le détail du prix de revient est le suivant :

(source : comptabilité de la ferme Massena)

- charbon de bois	: 0.10 \$H/sachet de 12 petites cassaves
- bois	: 0.05 \$H/sachet de 12 petites cassaves
- autres (main d'oeuvre, etc. ...)	: 1.05 \$H/sachet de 12 petites cassaves

-----  
TOTAL prix de revient : 1.20 \$H/sachet de 12 petites cassaves

prix de vente : 1.40 \$H/sachet de 12 petites cassaves

b) part relative du combustible dans le prix de revient :

On déduit de a) que la part relative du combustible dans le prix de revient est de **12.5 %**  
(part rapport au prix de vente : 10.7 %)

c) production (et vente) annuelle prévue

(par les responsables de la ferme Massena)

minimum 8.000 sachets par an

soit : - un chiffre d'affaire pour la ferme de 11.200 \$H

- un bénéfice pour la ferme de 1.600 \$H

d) potentialités d'investissement pour diminution de la consommation de bois et de charbon de bois

En se basant sur un temps d'amortissement de **3 ans** et sur la comptabilité de la ferme Massena, les potentialités d'investissement pour la diminution de combustibles (bois, charbon) sont :

si le % du coût de combustible économisé est	montant d'investissement possible
50 %	1.800 \$H
75 %	2.700 \$H
90 %	3.240 \$H

## 7. Conclusions

1) le bilan thermique est **DESASTREUX**

a) La raison essentielle est la préparation des braises à l'extérieur du bâtiment

b) Une autre raison, mais de nettement moins grande importance que la première, est le taux de remplissage de la platine de cuisson (de l'ordre de 60 à 70 %)  
(voir proposition n° 3 ci-après)

c) On constate que la platine carrée donne des résultats énergétiques légèrement meilleurs que la platine ronde.

L'explication en est sans doute que la platine carrée couvre mieux la chambre foyère que la plaque ronde

2) les fumées de combustion sont perceptibles et **gênantes** malgré que l'atelier soit suffisamment ventilé (voir proposition 1)

3) A remarquer le soucis d'ergonomie (voir point 3. c))

4) Pertes de temps

Corollaire de la préparation préalable des braises à l'extérieur du bâtiment : le début du travail effectif de cuisson est retardé d'au moins une heure chaque jour.



## 8. Propositions

### a) Immédiates

- Proposition n° 1 : **utiliser des platines carrées**
- Proposition n° 3 : **s'inspirer des méthodes de travail de Rivière-Froide pour avoir un meilleur taux de remplissage des platines lors de la cuisson des petites cassaves**

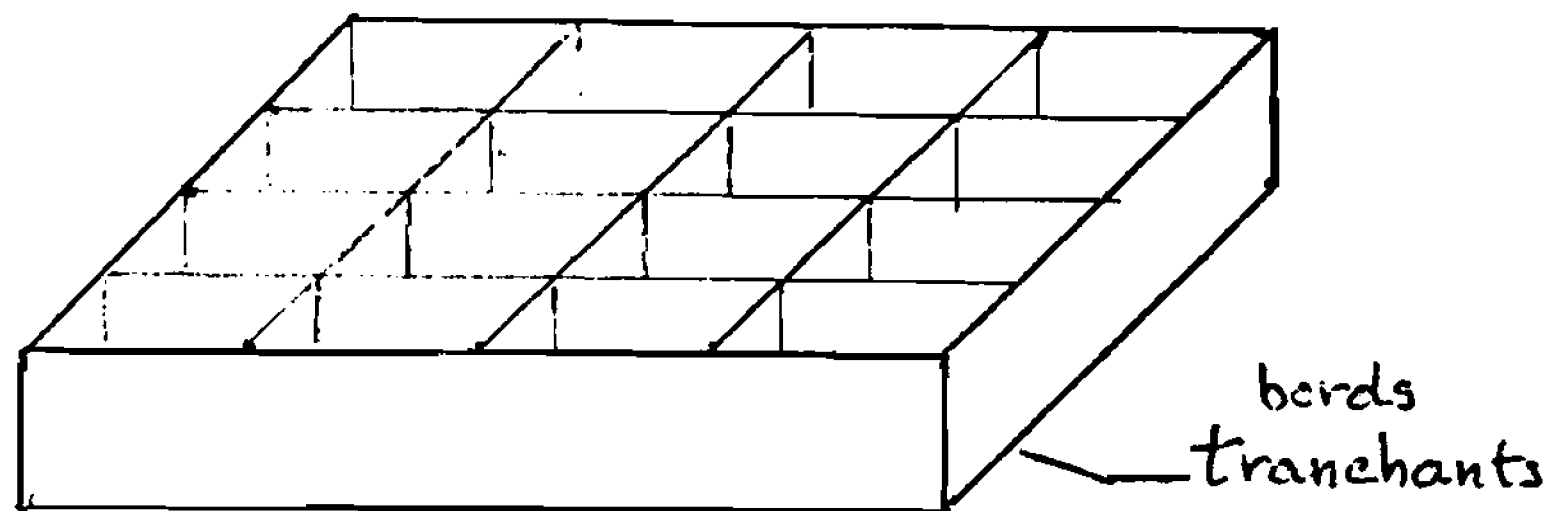
### b) à court terme

- Proposition n° 2 : **revoir la conception des fourneaux sur le modèle de Rivière-Froide en ce qui concerne**
  - l'installation de cheminée
  - l'utilisation du bois directement dans le fourneau

#### *remarques :*

- 1) voir les POTENTIALITES D'INVESTISSEMENT (pour Massena) paragraphe 6.d)
- 2) variante à la proposition 3

**Plutôt que de cuire des petites cassaves, ne serait-il pas possible de cuire une grande cassave carrée (sur platine carrée) avec amorces de découpe (comme certains opérateurs le font d'ailleurs, à Cap Haïtien par exemple, en vue de la vente au détail) (cfr. paragraphe II.4.2.b))**



Au total, le temps de cuisson et de séchage est ainsi divisé par deux (cfr. paragraphe II.4.3.2.). Donc la consommation de combustible est aussi réduite.

Les petites cassaves ne seraient plus ronde mais carrées.

Une grille-couteau pourrait être construite permettant d'obtenir des cassaves de même forme (voir dessin ci-avant). La grille-couteau est enfoncée à moitié dans la grande cassaves après cuisson de la première face et le retournement.

De plus, le séchage n'est peut-être pas nécessaire avec les grandes cassaves car on constate que la perte en eau lors de la cuisson des grandes cassaves (cfr. paragraphe 4.5.) est de 40%, soit l'équivalent de la perte en eau totale, c'est à dire cuisson + séchage.

## II. UNE CASSAVERIE AU CHARBON DE BOIS A CAP HAITIEN

### 1. Propriétaire

M. Jean-Jacques Jean à Cap Haïtien, à la sortie de la ville sur la route vers Port-au-Prince

### 2. Atelier - poste de travail

L'atelier est un hangar sans murs.

Le toit de tôle est posé sur des poteaux de bois.

Le sol est en terre battue.

Les fourneaux sont ronds en roches non taillées, maçonnées à même le sol.



*fourneau au charbon de bois*

La chambre foyer a une hauteur de 25 à 30 centimètres.

Les platines de cuisson sont rondes, de diamètre 1.02 m.

Il n'y a pas de cheminée.

Les fumées s'échappent par les orifices laissés entre la platine et les inégalités des roches non taillées.

Onze fourneaux sont construits dans cet atelier.

### 3. Constatations

#### 3.1. La cuisson se fait au charbon de bois

Cette manière de faire a déjà été analysée et critiquée dans le fascicule n°1 « aperçu général ».

Si le bois était utilisé directement dans ces fourneaux, les fumées seraient gênantes. Il faudrait alors équiper les fourneaux d'une cheminée d'une hauteur suffisante et munie d'une clef de tirage.

Idéalement, toutes les cheminées seraient reliées à un collecteur général permettant l'évacuation des fumées vers l'extérieur.

#### 3.2. L'ergonomie

Aucun souci d'ergonomie dans cet atelier :

- les plans de travail ne sont pas à bonne hauteur
- le sol est inégal
- pas de salle de stockage ni d'emballage à proximité

### 4. Cuisson des cassaves

#### 4.1. Date de la prise des mesures

le 16 janvier 1997

#### 4.2. Méthode - mode opératoire

##### 4.2.1. Préparation du feu

L'opérateur dépose un petit tas de charbon de bois devant le fourneau.

Il allume ce tas hors du fourneau.

Lorsque les braises sont formées, il les répartit sous la platine (voir photo ci-après)

L'opérateur rajoute ensuite du charbon de bois, au fur et à mesure que le tas de charbon diminue.

Il vérifie la température de la platine en y versant un peu de farine. Sa couleur lui indique si la platine est à température suffisante.





#### 4.2.2. Cuisson de la cassaves

Voir le mode opératoire au paragraphe I.4.3.b) : « cuisson des grandes cassaves » à la ferme Massena à Papaye.

##### *notes :*

- 1) L'un ou l'autre opérateur fabrique aussi des petites cassaves à partir d'une grande cassave.

Après la cuisson de la première face et le retournement d'une grande cassave, il trace, à la pointe du couteau, des petites cassaves dans la farine.

Une fois la grande cassave complètement cuite, il est possible de la manipuler pour la laisser refroidir.

Par après, l'opérateur reprend la grande cassave pour la découper facilement en petites cassaves.

- 2) Certains autres opérateurs fabriquent des cassaves fourrées au sucre.

Le principe est le suivant :

- une première couche de farine est placée sur la platine chaude
- ensuite une couche de sucre
- puis une seconde couche de farine

### 4.3. Mesures et résultats des mesures

#### 4.3.1. Nombre de cassaves observées

7 cassaves

#### 4.3.2. Résultats des mesures

- poids moyen d'une cassave avant cuisson	: de l'ordre de 4.4 Kg
après cuisson	: de l'ordre de 2.6 Kg
	-----
différence (poids en eau)	1.8 Kg
- perte en eau de la farine de manioc	: de l'ordre de 41 %
- température moyenne de la platine	: de l'ordre de 185° C
(erreur de mesure systématique : cfr. paragraphe I.4.4.c))	
- température de la farine avant cuisson	: 25° C
- température au coeur d'une cassave en fin de cuisson (la température superficielle côté platine étant proche de la température de la platine)	: de l'ordre de 70° C
- charbon de bois consommé (au total pour 7 cassaves)	: 8.71 Kg
- durée du travail :	
1) allumage et préchauffage de la platine	: 0.5 heure
2) cuisson des 7 cassaves	: 3.5 heures
	-----
temps total	: 4 heures
soit	
0.5 heure de cuisson / grande cassave (de 2.6 kg)	
ou encore	
0.19 heure de cuisson / Kg de cassave cuite (sèche)	

#### 4.3.3. Productivité

Comparaison à Massena / Papaye

En comparant à la cassaverie de Massena / Papaye, il est à remarquer que :

- 1) Les grandes cassaves pèsent plus lourd, dans le rapport  $\frac{2.6}{1.14} = 2.3$   
Le diamètre plus grand des platines, donc la surface plus grande,  
(rapport :  $\left[\frac{1.02}{0.8}\right]^2 = 1.6$ ) n'explique que partiellement cette différence.

2) A Cap haïtien, le temps mis par Kg de cassave cuite est inférieur à celui de Massena Papaye : près de la moitié

$$\text{le rapport est : } \frac{0.19}{\frac{7.5}{35} \times 0.6} = 0.53$$

où : 7.5 = temps de cuisson et de séchage à Massena

35 = poids de la farine à Massena

0.6 = ratio (cassave sèche/farine) à Massena

#### 4.3.4. Bilan thermique - puissance utile

(voir formule au paragraphe I.5.4.2.)

a) énergie utile ( $Q_{ut}$ )

$$Q_{ut} = 7.574 \text{ Kcal}$$

$$\text{justification : } Q_{ut} = [7 \times 2,6 \times (1,1 / 4,18) \times (70 - 25)] + [539 \times 7 \times 1,8] + [7 \times 1,8 \times (70 - 25)] \\ = 216 + 6.791 + 567 = 7.574 \text{ Kcal}$$

b) énergie consommée ( $Q_{consom}$ )

$$Q_{consom} = 67.067 \text{ Kcal}$$

$$\text{justification : } Q_{consom} = 7.700 \times 8.71 = 67.067 \text{ Kcal}$$

c) rendement global énergétique ( $\eta_{gl}$ )

$$\eta_{gl} = \frac{7.574}{67.067} \times 100 = 11 \%$$

d) la « puissance moyenne utile » de la platine ( $P_{ut}$ )

$$P_{ut} = \frac{7.574}{3,5} = 2.164 \text{ Kcal / h} = 2.5 \text{ KW}$$

**remarque :**

La puissance utile est plus forte qu'à Massena. Cela s'explique par la surface plus grande des platines.

On vérifie par ailleurs que le rapport des puissances est à peu près le rapport des surfaces.



## 5. Données économiques

### 5.1. Remarques préliminaires

Il est difficile d'établir ici un prix de revient réel car aucune comptabilité n'est établie.

On ne connaît pas par exemple :

- le coût réel de l'atelier
- la durée de vie des différents éléments

### 5.2. Prix

#### 5.2.1. Prix de vente des cassaves à cap Haïtien

grande cassave	: 5 \$H/pièce
grande cassave au sucre	: 8 \$H/pièce

#### 5.2.2. Prix d'achat du charbon de bois

De l'ordre de 20\$H/30 Kg (sac)  
Soit de l'ordre de 0.66 \$H/Kg

### 5.3. Part relative du prix du combustible dans le prix de vente

On déduit du paragraphe 5.2. que la part relative du combustible dans le prix de vente des grandes cassaves non fourrées est : **16 %**

$$\text{justification : } \frac{8.71 \times 0.66 \times 100}{5 \times 7} = 16 \%$$

### 5.4. Potentialités d'investissement

Ne connaissant pas le prix de revient des cassaves, il n'est pas possible de chiffrer les potentialités exactes d'investissement.

## 6. Conclusions

1) Le bilan thermique réel est **DESASTREUX**.

En effet :

a) Le rendement énergétique mesuré (c'est à dire micro-économique) est maigre :  
**11 %**

Ce faible résultat s'explique par le fait que le charbon de bois est embrasé à l'extérieur du fourneau avant d'être placé réellement sur la platine

b) Le rendement énergétique réel (c'est à dire macro-économique), compte tenu des pertes lors de la fabrication du charbon de bois est encore plus bas.

Il vaut :  $11 \times 0.35 = 4 \%$   
(cfr. fascicule 1 paragraphe 4.3.)

L'utilisation du charbon de bois est donc critiquable. Cependant, la non-utilisation directe du bois s'explique par la gêne que causent les fumées.

2) Aucun souci d'ergonomie n'existe dans cet atelier.

3) Productivité :

Le mode opératoire de cuisson et la puissance utile plus forte assurent une productivité meilleure qu'à la ferme Massena / Papaye.

## 7. Propositions

### 7.1. Immédiates

proposition 1 :

**Remplacer l'utilisation du charbon de bois par un réchaud au kérosène à placer sous la platine.**

Des essais de faisabilité ont été effectués aux Ateliers Ecole de Camp Perrin et semblent donner des résultats exploitables.

Il faudrait encore faire des essais en exploitation réelle afin :

- de connaître l'avis des personnes utilisatrices
- de connaître les rendements énergétiques réels qui seront meilleurs que le charbon de bois

On peut tabler sur des rendements de 35 %.

Dans ce cas, sur base des prix du kérosène et du charbon de bois et des rendements énergétiques ci-après, le coût de la consommation de combustible serait plus avantageux pour le kérosène d'un rapport 1,7.

voir fascicule 1 page 13  
pour 800 Kcal utile,

(1) coût de consommation de kérosène : 0.37 \$H (\*)

(2) coût de consommation du charbon de bois si le rendement est de 11 % : 0.63 \$H (\*)

=> rapport (1)/(2) :  $0.63 / 0.37 = 1.7$

(\*) bases : prix du kérosène : 5 \$H/gallon

rendement : 35 %

prix du charbon de bois : 20 \$H/30 Kg (sac)

rendement : 11 %

De toute façon, si le réchaud au kérosène acquiert un succès populaire en Haïti, il est permis de penser que les cassaveries actuelles au charbon de bois s'en équiperont automatiquement.

## 7.2. A plus long terme

Proposition 2 :

**A condition de sensibiliser au préalable les personnes concernées, aux problèmes d'ergonomie et d'hygiène, les inciter à s'équiper de fourneau de type Rivière Froide (ci-après).**

Le choix est toujours possible quant au type de combustible :

- branches de bois comme à Rivière Froide
- kérosène

**CES CASSAVERIES ERGONOMIQUES RENFORCERONT « LES LETTRES DE NOBLESSE » DE LA CASSAVE HAITIENNE**

### III. ATELIER DE RIVIERE FROIDE

#### 1. Propriétaire

Petits Frères et Petites Soeurs de Sainte Thérèse

#### 2. Atelier-poste de travail

L'atelier est un hangar sans mur.

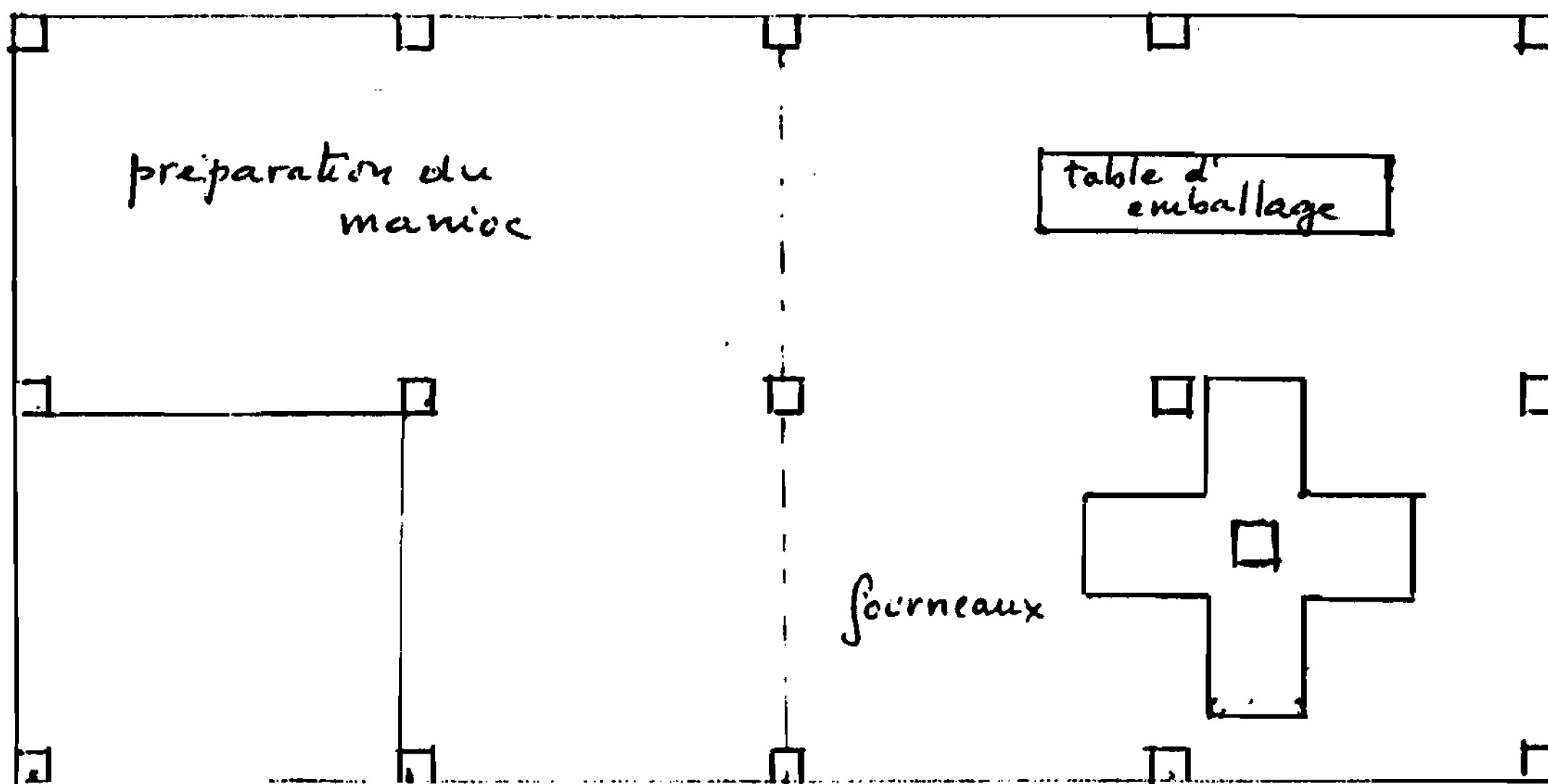
Le toit est constitué d'une charpente recouverte de tôles. Le toit repose sur des poteaux en béton.

Le sol est plat et cimenté.

Quatre fourneaux au bois (cfr. remarque) sont disposés en « étoile » autour de la cheminée commune (voir dessin ci-après).

#### *remarque :*

En fait le combustible utilisé est constitué de branche de bois (voir photo)





*détail d'une charge de bois  
(placée petit à petit dans la zone de feu)*

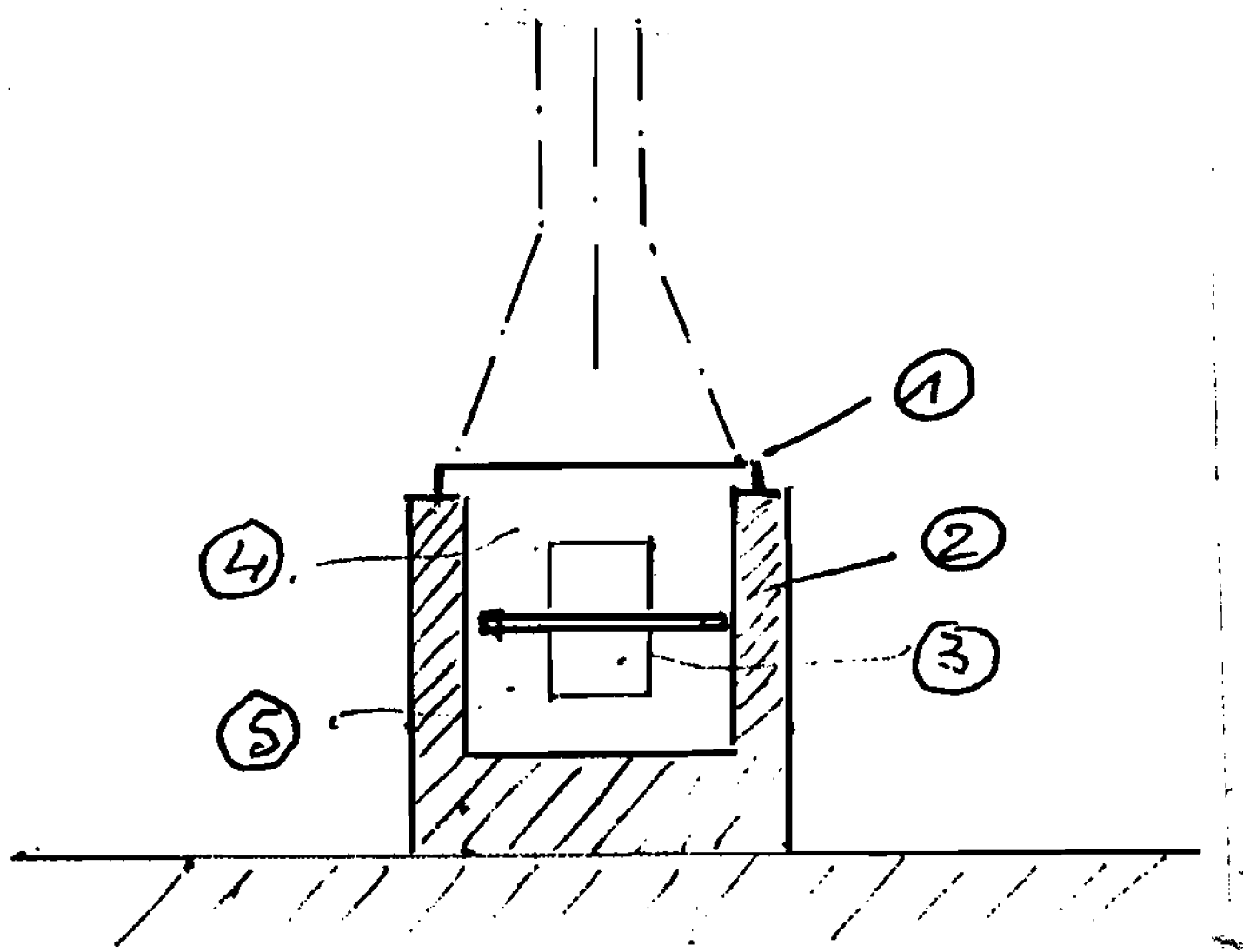
Chaque fourneau est en maçonnerie.

La chambre foyère est constituée de deux parties séparées par une grille horizontale faite de barres en fonte.

Au dessus de la grille brûlent des branches de bois. Appelons-la « zone de feu »  
En dessous se trouve le cendrier.

Une porte est placée devant chaque partie.

Une platine carrée en acier est placée au dessus de la zone de feu.



*section transversale du fourneau*

**légende :**

- (1) platine rectangulaire 0,7 x 0,9 m
- (2) grille (barres en fonte)
- (3) sortie vers cheminée
- (4) zone de feu
- (5) cendrier

La disposition des fourneaux permet un accès aisé sur trois côtés.

De toute évidence, il y a dans cet atelier un réel souci d'ergonomie.

**3. Constatations**

- 1) Malgré l'existence des portes, les opérateurs travaillent « portes ouvertes »
- 2) Des portes sont cassées ou fortement endommagées.
- 3) Une ou deux briques commencent à se disloquer sur le coin de l'un ou de l'autre fourneau.

Remèdes : dès maintenant

**Proposition 1**

Renforcer par des cornières les coins des murs des fourneaux comme cela se fait à Massena / Papaye.



## Proposition 2

Supprimer les portes à condition de placer une clef de réglage de tirage à la sortie de chaque fourneau.

En effet, dans un fourneau à bois, deux type de réglage existent :

- 1) un réglage de puissance qui se fait essentiellement par le réglage d 'entrée d'air
- 2) un réglage de tirage qui se fait essentiellement par une clef placée sur la cheminée

Le tirage doit être grand au démarrage du feu afin de le faire prendre, mais lorsque le feu est en régime, le tirage dans la chambre foyère doit être réglé au minimum possible c'est à dire sans qu'apparaissent de refoulements de fumée dans l'atelier afin de garantir le moins de pertes possibles par la cheminée.

Dans le cas présent, lorsque les platines sont à température, la puissance utile est constante. Il n'y a donc pas besoin de réglage de puissance et les portes peuvent donc être supprimées à condition de placer une clef de réglage de tirage.

## 4. Cuisson des cassaves

### 4.1. Date de la prise des mesures

Le 28 janvier 1997

### 4.2. Méthode-mode opératoire

Après avoir allumé le feu dans le fourneau et attendu que la platine soit à bonne température, l'opérateur remplit de farine de manioc un récipient.

Il dispose 11 « moules » de cassave sur la platine qu'il remplit de farine (les moules ont un diamètre de 23 cm).

Cuisson de la première face.

Lors de la cuisson de la première face, l'opérateur rajoute en l'étalant, un peu de farine sur la cassave en cuisson. Il époussette le surplus.

**A noter que la platine est remplie au maximum, par les 11 « moules ».**

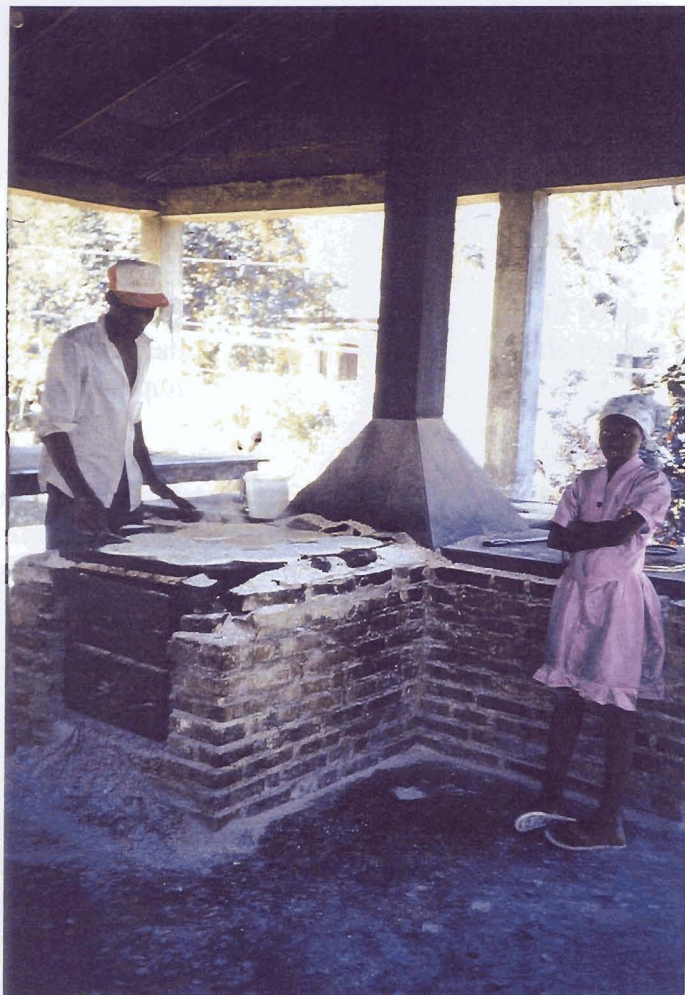
L'opérateur « démoule » ses cassaves et les retourne sur place.

**Dès retournement, il effectue avec ses doigts un « damage » de la cassave sur la platine de manière sans doute à améliorer le contact thermique.**

Cuisson de la seconde face puis évacuation.

*remarque :*

Contrairement à Massena/Papaye, il n'y a pas de reprise des cassaves pour séchage, car les cassaves ne doivent pas être conservées; elles sont vendues le jour même sur le marché de Port-au-Prince.



### 4.3. Mesures et résultats des mesures

#### 4.3.1. Nombre de cassaves observées

150 cassaves

#### 4.3.2. Résultats des mesures

- poids moyen d'une cassave avant cuisson	: de l'ordre de 140 g
après cuisson	: de l'ordre de 115 g
	-----
	environ 25 g
- perte de matière (balayures lors de la mise en moule)	: de l'ordre de 1 %
- perte en eau à la cuisson	: 17 % du poids de la farine
- température moyenne de la platine (erreur de mesure systématique : cfr. paragraphe I.4.4.c))	: de l'ordre de 210° C
- température de la farine avant cuisson	: 23° C
- température au coeur d'une cassave en fin de cuisson (la température superficielle côté platine étant proche de la température de la platine)	: non mesurée (cfr. I et II.)
- branches de bois consommées	: 4.6 Kg
- fumées : - température	: de l'ordre de 300°...340° C
- % de CO2	: 18 %
- % de O2	: 4 %
- indice de noirceur de fumée (indice de Bacharah ou indice de suie)	: 9
- durée du travail (cuisson seule)	: 1h20
soit 32 sec de cuisson en moyenne / petite cassave ou encore 288 sec ou 0.08 heure / Kg de cassave cuite	

#### 4.3.3. Productivité

Comparaison à Massena / Papaye et à Cap haïtien

1) Les petites cassaves de Rivière Froide sont plus lourdes que celle de Massena (dans un rapport de 2.6 ( $\frac{110}{43}$ )).

2) Temps mis pour la cuisson seule :

- à Massena :  $\frac{5}{35 \times 0.6} = 0.24$  heure / Kg de cassave cuite
- à Cap haïtien : 0.19 heure / Kg de cassave cuite  
(NB : cuisson forte, plus besoin de séchage)
- à Rivière Froide : 0.08 heure / Kg de cassave cuite

**La productivité est donc meilleure à Rivière Froide pour la cuisson seule. S'il fallait tenir compte du séchage (qui ne se fait pas à Rivière Froide), il se peut que ce soit la méthode de Cap Haïtien qui soit la plus productive.**

#### 4.3.4. Bilan thermique - puissance utile

(voir formule au paragraphe I.5.4.2.)

a) énergie utile ( $Q_{ut}$ )

$$Q_{ut} = 2.427 \text{ Kcal}$$

$$\text{justification : } Q_{ut} = [150 \times 0,115 \times (1,1 / 4,18) \times (72 - 23)] + [539 \times 150 \times 0,025] + [150 \times 0,025 \times (72 - 23)] \\ = 222 + 2021 + 184 = 2.427 \text{ Kcal}$$

b) énergie consommée ( $Q_{consom}$ )

$$Q_{consom} = 13.800 \text{ Kcal}$$

$$\text{justification : } Q_{consom} = 4,6 \times 3.000 = 13.800 \text{ Kcal}$$

c) rendement global énergétique ( $\eta_{gl}$ )

$$\eta_{gl} = \frac{2.427}{13.800} \times 100 = 17.5 \%$$

*remarque :*

Le rendement global énergétique est 7 fois meilleur ( $17.5/2.5 = 7$ ) à Rivière Froide qu'à Massena/Papaye. Il est 4 à 5 fois meilleur à Rivière Froide qu'à Cap Haïtien.

d) rendement de combustion ( $\eta_{comb}$ )

formule de SIEGERT pour du bois à 25 % d'humidité :

$$\eta_{comb} = 100 - K \times \frac{(t_f^\circ - t_a^\circ)}{(\% \text{ CO}_2)} \quad \text{où : } K = 1.275 \text{ pour le bois}$$

$t_f^\circ$  = température des fumées

$t_a^\circ$  = température ambiante

$$\eta_{comb} = 100 - 1,275 \times \left[ \frac{325 - 25}{17.5} \right] = 78\%$$

e) la « puissance moyenne utile » de la platine ( $P_{ut}$ )

$$P_{ut} = \frac{2.427}{1.33} = 1.824 \text{ Kcal / h} = 2.1 \text{ KW}$$

On remarque que la puissance moyenne utile est plus forte qu'à Massena / Papaye et du même ordre de grandeur qu'à Cap Haïtien.

## 5. Données économiques

Le prix :

prix de vente des petites cassaves à Port-au-Prince  
1 gourde / pièce  
soit 1.7 \$H / Kg de petite cassave

par comparaison, à Massena le prix est de  
0.6 gourde / pièce  
soit 2.6 \$H / Kg de petite cassave

On remarque donc que, si apparemment , le prix de la petite cassave est plus bas à Massena qu'à Rivière Froide, le prix réel c'est à dire au Kg est plus élevé à Massena.

## 6. Conclusions

1) Le bilan thermique est de loin meilleur qu'à Massena et à Cap Haïtien.

Le combustible étant des branches de bois, résultat le plus souvent d'un élagage nécessaire, on peut considérer que ce n'est pas ce combustible là qui déboisera Haïti.

2) L'ergonomie de l'atelier est exemplaire et, bien évidemment, vu la cheminée centrale, aucune fumée ne gêne les opérateurs.

3) La productivité du travail

Des trois ateliers, la productivité du travail est meilleure à Rivière Froide, en ce qui concerne la cuisson seule (voir pour détails paragraphe 4.3.3.2)).

C'est que la méthode de travail y est sans doute LA MEILLEURE. Cette productivité du travail influence elle aussi les bons rendements énergétiques.

La plus grande puissance utile de la platine est aussi une des causes de la meilleure productivité (pour une surface quasi-identique).

## 7. Propositions

a) Amélioration techniques à apporter aux fourneaux (voir paragraphe 3.)

Proposition 1 :

(pour rappel)

**renforcement des fourneaux par cornières**

Proposition 2 :

(pour rappel)

**suppression des portes à condition de placer une clef de tirage à la sortie de chaque fourneau (si le combustible est constitué de branches de bois - voir remarque)**

**remarques :**

1. Si le combustible est du kérosène, il n'y a plus besoin d'entrée d'enfournement. Par conséquent la face avant du fourneau peut être murée en ne laissant qu'un orifice réduit pour l'allumage et l'entretien du réchaud.
2. Si le combustible est du kérosène et si l'atelier est bien ventilé, il n'y a sans doute plus besoin d'installer une cheminée centrale traversant le toit. Une petite cheminée de deux mètres de hauteur par fourneau devrait suffire alors.

**Proposition 3 :**

**placer une trappe de ramonage au bas de la cheminée**  
En effet, l'indice de suie est important

**b) Remarque complémentaire**

Dans les trois cas étudiés ci-avant (Massena, Cap Haïtien et Rivière Froide), les poids des cassaves, le prix réel par Kg, les méthodes de cuisson diffèrent.

**Proposition 4 :**

**Il y a sans doute une méthode optimale à mettre au point, en concertation avec les différentes personnes concernées.**



## **ANNEXE : Essai : fourneau à cassaves équipé d'un brûleur au kérosène à flamme bleue ou d'un foyer à bois à préchauffage d'air**

### 1. Préliminaire

Des trois ateliers visités, le rendement thermique pratique est maximum à Rivière Froide. Il vaut 17.5 %.

Cela reste , malgré tout assez faible en regard du rendement de combustion, également mesuré à Rivière Froide : 78 %.

Il y a donc beaucoup de pertes thermiques autres que les pertes par fumées.

Une manière de diminué ces pertes est d'appliquer une flamme bleue directement sous la platine.

Comme pour la cuisson des aliments dans les marmites placées sur les réchauds, on devrait pouvoir arriver aux mêmes ordres de grandeur de rendement pratique (de l'ordre de 50 % pour les réchauds au kérosène à flamme bleue).

En outre, dans le cas du réchaud au kérosène à flamme bleue, il n'y aurait plus besoin de cheminée.

### 2. Réchaud au kérosène à flamme bleue.

1. La densité de puissance utile par dm<sup>2</sup> de platine est de l'ordre de 0,03 KW/dm<sup>2</sup>, d'une part.

D'autre part, le petit réchaud au kérosène « REDI » P60, s'il est modifié à flamme bleue, a une puissance maximum utile de l'ordre de 1,5 KW pour une surface chauffée de 9 dm<sup>2</sup> c'est à dire 0,16 KW/dm<sup>2</sup>.

Cette densité de puissance utile est 5 à 6 fois plus élevée que la densité de la puissance nécessaire.

Certes, la puissance des réchauds « REDI » est réglable mais PEUT-ON LA BAISSER AUTANT, tout en conservant un rendement acceptable? Des essais sont à faire.

2. Mises au point et essais à faire.

Dans un premier temps, un essai de faisabilité pourrait être le suivant : répartir 6 réchauds au kérosène P60 à flamme bleue sous une platine 0,7 x 0,9 m et régler la puissance de ces réchauds à une valeur faible.

Dans un second temps, concevoir un réchaud au kérosène à têtes multiples, à flamme bleue, plus petites que la tête du réchaud REDI P60 et répartir ces têtes sous la platine.

**Inversément si, suivant les essais à effectuer, le réchaud existant REDI P60 transformé en flamme bleue peut convenir, pourquoi ne pas concevoir des petites platines à cassaves (exemple : 40 x 40 cm) utilisables par une famille et adaptable à un seul réchaud REDI P60 fonctionnant à allure réduite?**

### 3. Foyer à bois à préchauffage d'air de combustion

1. A la différence des fourneaux à bois de Rivière Froide où le chargement en bois se fait petit à petit par des ouvertures d'enfournement située à l'avant, ce chargement se fait ci-après en quantité plus importante et est donc moins fréquent.

Le réglage de la puissance se fait à l'aide de levier (5) (voir dessin ci-après).

#### 2. Principe

Le fourneau à bois ci-après reprend le même principe que le réchaud à bois déjà expliqué en annexe 2 du fascicule n° 1.

Le chargement de bois se faisant par le dessus, c'est donc la platine (3) qui est soulevée lors du chargement.

Celle-ci pivote sur un axe (2) et une tige (4) escamotable qui permet de la maintenir en position ouverte lors du chargement de bois.

Cette platine repose sur le panier (1) lui même fixé à un mur périphérique en maçonnerie. La platine vient surplomber le mur périphérique. Un espace est aménagé entre la platine et le haut du mur pour laisser passer l'air de combustion qui se préchauffe ainsi, une première fois, au contact de la platine.

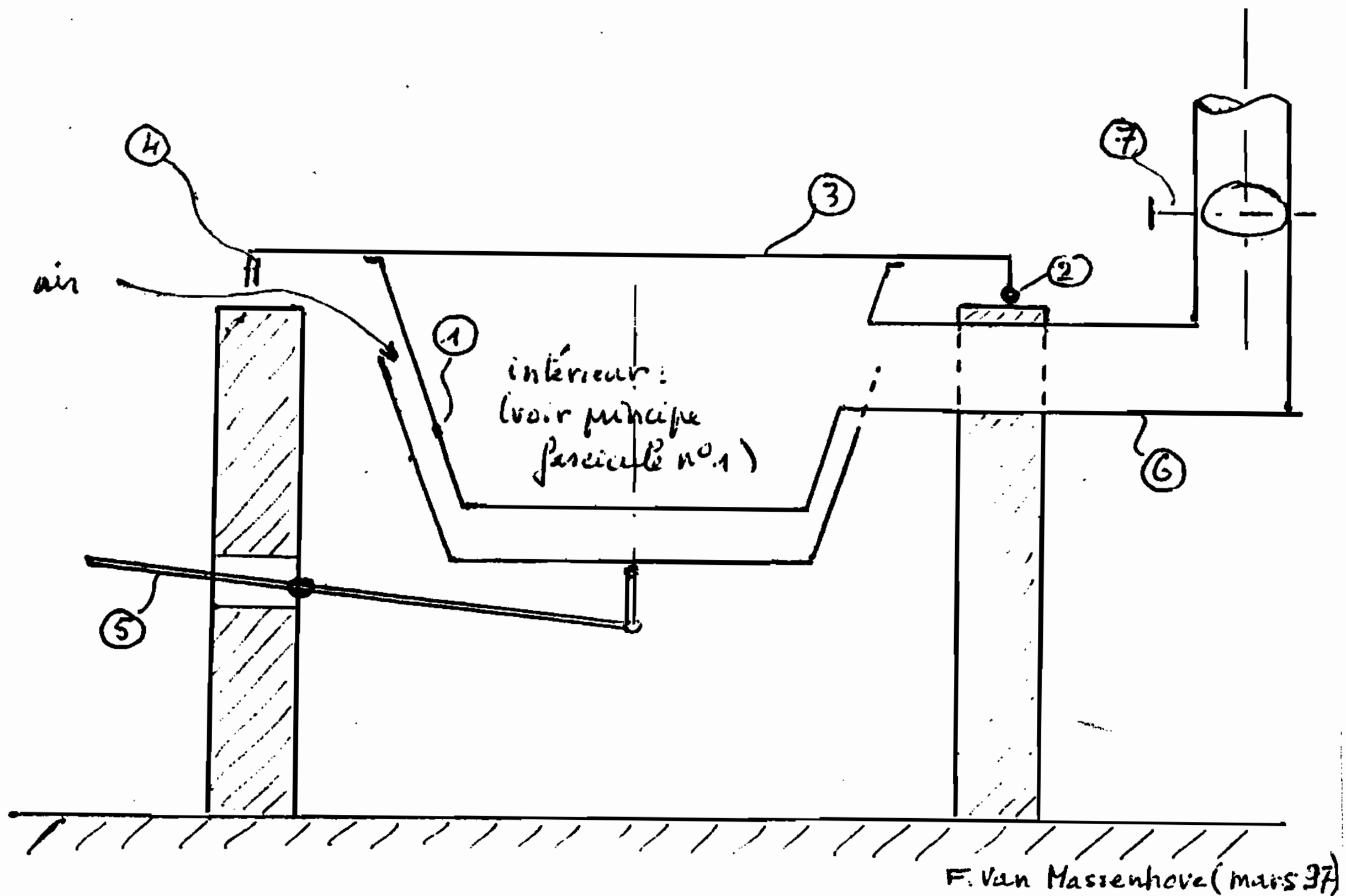
Le mur périphérique est protégé des coups extérieurs par une armature métallique extérieure comme à Massena / Papaye.

L'air secondaire et primaire sont préchauffés d'une manière plus intense, une seconde fois à la périphérie du panier (1).

Un levier (5) permet le réglage de l'air.

Les fumées sont évacuées par une buse de fumées (6) soudée au panier (1) et fixée à la maçonnerie.

Une clef de tirage (7) est prévue dans la buse de fumées.



**légende :**

- (1) « panier »
- (2) pivot
- (3) platine
- (4) tige escamotable
- (5) levier de commande
- (6) buse de fumées
- (7) clef de tirage

**4. Notes**

A la réflexion pour une nouvelle installation, le mur de maçonnerie extérieur pourrait même être supprimé et remplacé simplement par 4 pieds -supports aux 4 coins de la platine.

De même pour une platine à cassaves équipée d'un réchaud au kérosène, multiple à flamme bleue, il n'y aurait plus besoin de maçonnerie.

Dans ce cas, puisqu'il n'y a pas besoin non plus de cheminée, le fourneau à cassaves peut être fabriqué entièrement dans un atelier de mécaniques.

Dans ce cas, ce four est FACILEMENT DEPLACABLE.

Il est ainsi possible alors de concevoir différents modèles.

Par exemples : - un petit modèle unifamilial

- un modèle moyen

- un grand modèle pour collectivité.