CD_RP 15640
Doc

Appui au déroulement de la thèse de Thierry Godjo (INRAB)

Rapport de mission au Bénin du 17 au 24 avril 2006

Financement du voyage et per diem : SCAC de Cotonou
Gestion de la mission : Egide

C. Marouzé
CIRAD UMR ITAP
Mai 2006
Doc. Cirad-Amis n° 3/2006

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

CIRAD
000082235

Sommaire

SOMMAIRE 1

I. INTRODUCTION 2

II. AVANCEMENT DES TRAVAUX DE CONCEPTION 3

1. **Bilan des travaux engagés et nouvelles orientations** 3

2. **Presse à kluiklui.** 3
   12. Principe retenu (issu de la phase 3) 3
   22. Surfaces fonctionnelles (phase 4) 4
   32. Définition de l'équipement (phase 5) 6
   42. Fabrication (phase 6) 6
   52. Essai de la presse et mise au point (phase 7) 6

3. **Laminoir à kluiklui** 7
   13. Principe 7
   23. Solutions techniques (phase 4) 7
   33. Définition de l'équipement (phase 5) 7
   43. Fabrication du laminoir à kluiklui 8

III. CONCLUSION 8

REFERENCES 8

I. Introduction

L'équipe Conception d'équipements du Cirad a développé avec ses partenaires du Sud la méthode CESAM (Conception d'Equipements dans les pays du Sud pour l'Agriculture et l'agroalimentaire, Méthode) pour organiser les activités de conception menées par des équipes dans ces pays. Cette méthode s'intéresse principalement aux équipements de petite et moyenne capacités. La finalité de ces projets de conception est de répondre aux demandes des opérateurs (agriculteurs ou transformateurs) qui souhaitent produire et valoriser les produits agricoles locaux.

Nous avons décidé de faire porter les recherches actuelles sur plusieurs phases de la méthode CESAM, en particulier celles allant de l'étude des principes de fonctionnement des équipements à la définition du produit fini. Il faut avancer dans la compréhension des mécanismes de fonctionnement de l'équipe de conception. Le thème 3 de nos recherches concerne la « *Conception centrée sur l'utilisateur, le management coopératif d'une équipe de conception, le rôle des objets intermédiaires de conception* ».

L'action de conception concerne une activité humaine collective qui s'inscrit dans l'espace et dans le temps: comment manager la coopération entre les acteurs et assurer leur intéressement ainsi que ceux des autres acteurs progressivement enrôlés, dans un contexte technico-économique restreint ? Les recherches seront essentiellement basées sur les concepts issus de la sociologie de l'innovation et ceux de la conception distribuée en étudiant d'une part les stratégies d'alliance qui se manifestent au cours de la conception, d'autre part les apports respectifs de chaque métier dans la construction de la trajectoire technologique du couple problème/solution.

Pour pouvoir co-opérer et faire évoluer le couple problème/solution, l'équipe pluridisciplinaire de conception élabore des objets intermédiaires de conception (O.I.C.) pouvant prendre des formes variées (cahier des charges fonctionnel, schémas de principe, maquette numérique, maquette fonctionnelle, maquette économique). Le rôle des O.I.C. est au cœur d'une démarche de conception pluridisciplinaire telle que la préconise la méthode CESAM, il est donc indispensable de savoir dans quelle mesure les acteurs de l'équipe de conception peuvent élaborer ensemble des O.I.C. ayant un sens commun pour chacun d'entre eux. Il est indispensable de comprendre sur quels OIC les utilisateurs ont prise.

Thierry Godjo de l'INRA-Bénin réalise une thèse en alternance avec une inscription à l'école doctorale Organisation Industrielle et Systèmes de Production (OISP) de Grenoble. Ses directeurs de thèse sont J. F. Boujut de GILCO Grenoble et F. Giroux du Cirad. Le titre de la thèse est : « *Développement d'une méthode de conception collaborative orientée utilisateur : cas des équipements agroalimentaires tropicaux* ».

En tant que co-encadreur de cette thèse, je remercie le SCAC pour le financement de cette mission de sept jours d'appui au déroulement de la thèse de Th. Godjo ainsi que pour le financement de sa bourse de thèse. Je remercie également toutes les personnes rencontrées pour leur disponibilité et en particulier le directeur et les personnels de l'atelier CMCP pour leur très grande disponibilité.

II. Avancement des travaux de conception

1. *Bilan des travaux engagés et nouvelles orientations*

Lors de son DEA présenté en 2000 et depuis le lancement de sa thèse en 2004, la partie expérimentale de la thèse de Th. Godjo concerne principalement la transformation de l'arachide et plus particulièrement la production, à partir d'une pâte déshuilée, de kluiklui, bâtonnets de pâte partiellement déshuilée puis frits. La première partie du travail s'est intéressée à la conception d'un malaxeur motorisé pour préparer la pâte déshuilée, opération la plus longue et la plus pénible de la transformation. La deuxième partie de la thèse s'intéresse au roulage des kluiklui. En 2005, ce projet avait permis une intégration des utilisateurs pour les phases amont de la conception (Marouzé, 2005).

Pour ce projet les phases 1 à 5 ont été menées par l'équipe de conception avec comme résultat final le choix par les transformatrices d'une des trois solutions proposées sous forme d'une représentation CAO volumique : un ensemble piston presseur qui force le passage de la pâte dans des trous pour former des bâtonnets continus avec à la partie inférieure la mise en forme des bouts de kluiklui par deux cylindres contre rotatifs entre lesquels passent les bâtonnets.

Après analyse du dispositif, il s'avère que l'ensemble est complexe avec de nombreux guidages en translation difficiles à réaliser, que des pièces sont difficilement réalisables, qu'il sera impossible d'assurer la synchronisation du mouvement entre les deux parties. Il résulte que la fabrication de cet ensemble est onéreuse et non compatible avec les moyens financiers des transformatrices. Il a donc fallu reprendre la définition de l'équipement pour lancer la fabrication avant d'envisager la réalisation des essais, sujet central du travail de thèse de cette année car devant permettre la validation de la proposition de Th. Godjo.

Il a été décidé de scinder l'équipement en deux parties qui pourraient éventuellement être associées selon les résultats obtenus. Il s'agit d'une part, d'une presse qui assurerait la mise en forme de bâtonnets continus et d'autre part, d'un laminoir qui assurerait la mise en forme des bouts et la coupe des kluiklui. La presse pourrait être utilisée seule avec un dispositif de coupe manuelle des kluiklui. Il en est de même du laminoir qui pourrait être utilisé seul en mettant la pâte au dessus de cylindres.

2. *Presse à kluiklui.*

12. Principe retenu (issu de la phase 3)

Mise en forme des bâtonnets par passage au travers d'une filière de la pâte mise sous pression par un piston à l'intérieur d'une presse à vis manuelle. Ce principe a été bien validé avec la maquette « seringue » (voir photo), il permet la formation d'un bâtonnet régulier et lisse.

Ensuite, les bâtons seront coupés manuellement au couteau, le plus obliquement possible pour avoir des extrémités biseautées. Il faudra réaliser un couteau à lames multiples pour couper plusieurs bâtonnets en même temps. La coupe en biais des bâtonnets est possible (voir photos) mais n'a pas été validée auprès des consommateurs. Elle devra l'être.

Les deux fonctions techniques sont représentées dans le Bloc diagramme des fonctions techniques ci-dessous.

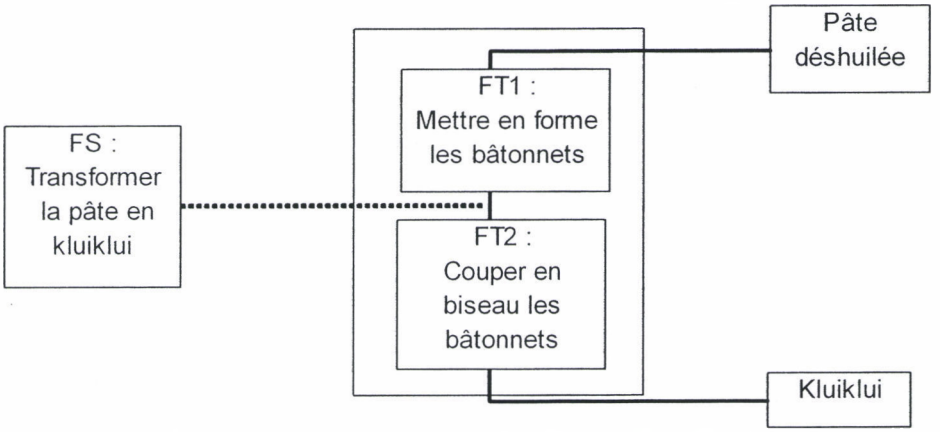


Fig. 1 : BDFT, Bloc diagramme des fonctions techniques

22. Surfaces fonctionnelles (phase 4)

Surfaces fonctionnelles

- Surface intérieure du cylindre,
- Surface intérieure du fond du cylindre,
- Perçages assurant la fonction de filière,
- Surface inférieure du piston en mouvement de descente à l'intérieur du cylindre,
- Dimensions de l'ordre de 100 mm de diamètre et de 200 mm de hauteur pour avoir un volume de l'ordre de 1,5 L.

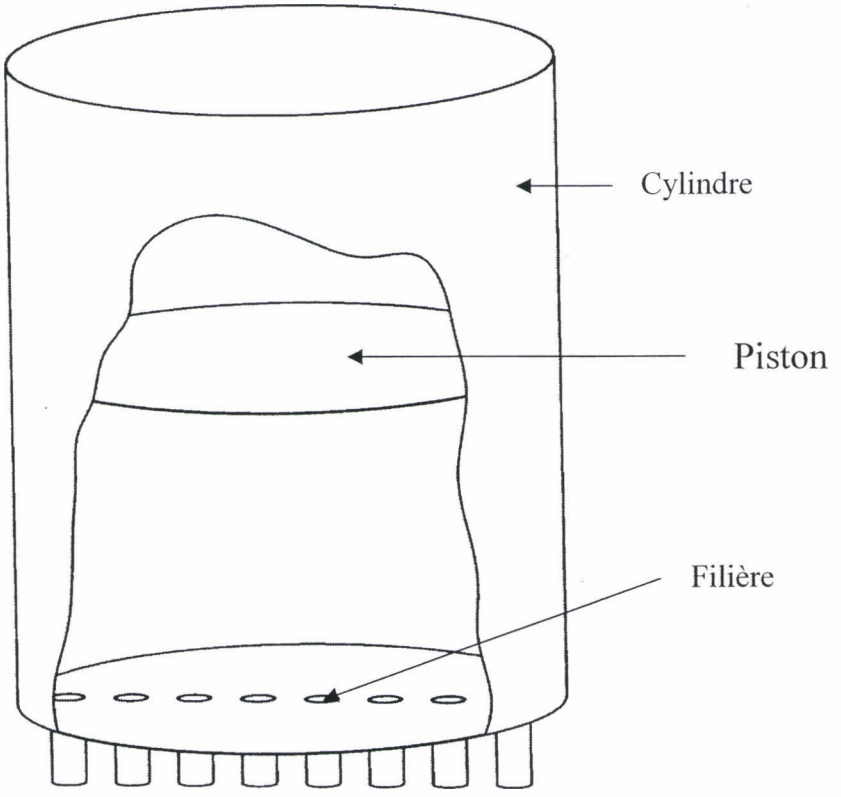


Fig. 2 : Surfaces fonctionnelles de la presse

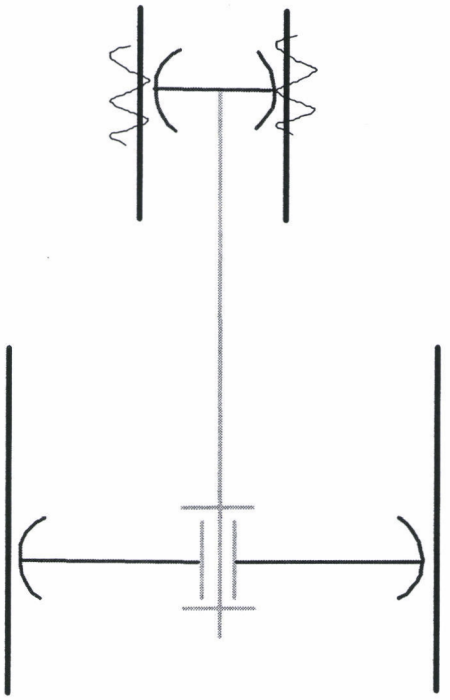
Photo essai de la maquette
« Seringue »

Photos essais de coupe en biais pour réaliser des bouts de kluiklui biseautés

Bâtonnets réalisés avec la presse à kluiklui

Presse à kluiklui

Guidages mis en œuvre (phase 4) :



Un guidage par translation pour l'ensemble Piston + Vis

Guidage long assuré par deux centrages courts avec une distance entre les deux guidages allant de 100 à 300 mm (selon la position de la vis) :

- Centrage du piston à l'intérieur du cylindre. Le jeu doit être réduit au minimum pour éviter les fuites de pâte entre le cylindre et le piston. D'autre part, la portée du piston dans le cylindre doit être courte pour éviter que la pâte insérée entre les deux ne vienne créer un blocage ;
- Centrage de la vis dans l'écrou.

Un guidage en rotation de la vis par rapport au piston pour permettre la rotation de la vis

- Guidage assuré une liaison verrou acier sur acier.

En réalité ce guidage est un guidage court entre la tête de vis et le piston, qui devrait être complété pour éviter un flottement du piston.

FAST Functional Analysis System Technique

Le Fast est une représentation du produit mettant en évidence les liens entre les fonctions techniques et les composants (Chevallier, 1989).

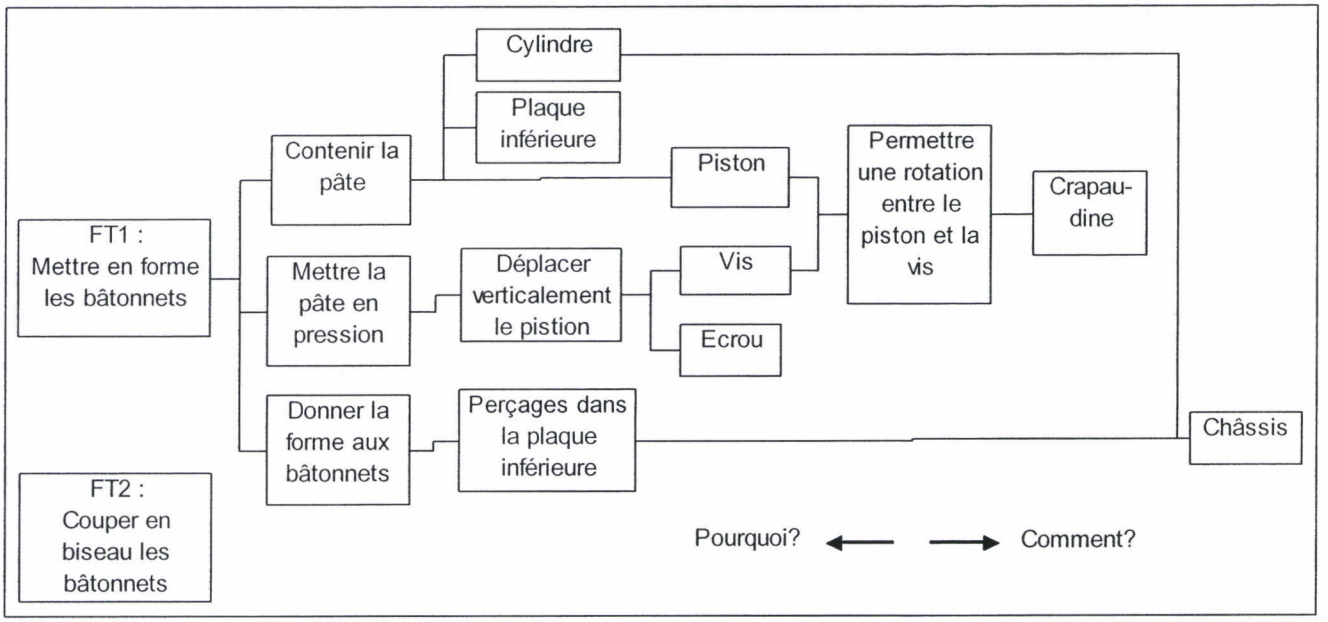


Fig. 3 : FAST de la presse à kluiklui

32. Définition de l'équipement (phase 5)

Elle répond aux choix suivants :

- Choix de réaliser l'ensemble du prototype en acier car le coût est moindre, la disponibilité est plus grande, de même que la facilité de fabrication. Il sera possible soit d'assurer un chromage des pièces en contact direct avec le produit alimentaire ou de les réaliser en inox, alu ou plastique.
- Recherche d'un ensemble vis-écrou au marché car leur réalisation aurait été trop longue mais celle-ci est possible dans l'atelier CMCP.
- Plans : réalisation à main levée (voir fichier ci-après).

42. Fabrication (phase 6)

La fabrication a été réalisée en trois jours grâce à la mobilisation de l'atelier de CMCP. Il n'y a pas de difficulté majeure de réalisation mais il est nécessaire de réaliser la soudure des pattes sur le cylindre avant son alésage.

52. Essai de la presse et mise au point (phase 7)

Le fonctionnement est satisfaisant au niveau de la maniabilité et de la sortie des bâtons de kluiklui. Par contre, l'effort sur la manivelle est assez important et surtout la surface des kluiklui n'est pas lisse, elle présente des aspérités sur toute la surface.

Un limage de deux trous avec une forme légèrement conique à l'entrée pour avoir un meilleur glissement de la pâte n'améliore pas notablement l'état de surfaces des kluiklui. Il est possible que ce soit le coefficient de frottement de la pâte sur la matière du trou qui soit l'élément déterminant de l'état de surface des kluiklui.

Il a été décidé de réaliser des trous de plus grande longueur pour améliorer cet état de surface car on obtient une surface très lisse avec la maquette « seringue » qui un diamètre de

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

8 mm pour une longueur des 22 mm mais on obtient aussi une surface correcte avec la maquette hachoir à viande avec des trous de 5 mm dans une plaque de 5 mm.

Une première rencontre avec les utilisateurs a eu lieu avec ce modèle et la mise au point a été poursuivie après la mission.

3. Laminoir à kluiklui

13. Principe

Imaginé pour la mise en forme des bouts de kluiklui mais les tests n'ont pas été concluants malgré la réalisation de trois maquettes car leurs réalisations étaient de mauvaise qualité.

Il est fait l'hypothèse qu'en mettant la pâte au dessus des cylindres celle-ci serait entraînée par adhérence ce qui la mettait en pression et assurerait la mise en forme des kluiklui. C'est en quelque sorte un moulage en continu avec malaxage de la pâte. Une difficulté prévisible le collage de la pâte sur les empreintes. Le prototype a aussi été réalisé de telle manière qui puisse assurer la coupe et la mise en forme des bâtonnets sortant de la presse pour faire des kluiklui. Le principe n'est pas validé.

23. Solutions techniques (phase 4)

Surfaces fonctionnelles (phase 4) :

- ½ formes en creux de demi kluiklui enroulées selon la circonférence sur deux cylindres contre rotatif tangents + surface externe restant des deux cylindres assurant la séparation des kluiklui les uns des autres et le repoussage de la pâte.
- Surfaces verticales au-dessus des cylindres et de chaque côté pour éviter une fuite latérale de la pâte.

Guidages (phase 4) :

- Deux cylindres sont guidés en rotation sur deux axes horizontaux parallèles montés sur des roulements,
- Entraînement d'un cylindre par une manivelle,
- Entraînement du deuxième cylindre par le premier et inversion du sens de rotation par deux pignons de diamètre primitif égal à celui du cylindre par un ensemble pignons - chaîne.

33. Définition de l'équipement (phase 5)

Elle répond aux choix suivants :

- Choix de réaliser l'ensemble du prototype en acier car le coût est moindre, la disponibilité est plus grande, de même que la facilité de fabrication. Il sera possible soit d'assurer un chromage des pièces en contact direct avec le produit alimentaire soit, de les réaliser en inox ou aluminium.

- Formes des kluiklui assurée par la réalisation des gorges demi cylindriques, remplissage à la soudure d'une partie des gorges, celle correspondant aux bouts effilés et meulage du surplus pour réaliser la forme souhaitée. Une reprise finale au tour devra être réalisée pour assurer une bonne concentricité des cylindres donc un contact continu entre les deux cylindres.
- Réalisation des paliers semelle par mécano-soudure car les paliers du commerce sont trop chers, utilisation de roulement standard 6204.
- Pignons, chaînes et pignon de renvoi trouvés au marché, composant standard de mobylette Peugeot ou de vélo.
- Plans : réalisation à main levée (voir fichier).

43. Fabrication du laminoir à kluiklui

La fabrication du laminoir a été lancée le 22 avril et n'a pas pu être terminée avant la fin de la mission. La réalisation des cylindres ne pose pas de problème particulier en dehors du comblement à la soudure d'une partie des gorges puis du meulage de cet apport de matière pour assurée la forme des kluiklui.

III. Conclusion

Cette mission a permis d'apporter un appui au déroulement de la thèse de Thierry Godjo de l'INRA-Bénin réalisée en alternance et dont le titre est : « *Développement d'une méthode de conception collaborative orientée utilisateur : cas des équipements agroalimentaires tropicaux* ». La partie pratique de la thèse de Th. Godjo a pour objet la mécanisation de la transformation de l'arachide depuis la pâte jusqu'à la production de bâtonnets de kluiklui qui seront ensuite frits. Ces travaux sont menés par une équipe de conception animée par le doctorant. Les transformateurs, utilisateurs potentiels des équipements de Cotonou ont été visités. Lors de deux réunions de l'équipe de conception, le projet de mise en forme de kluiklui a été réorienté et conduit à la réalisation de deux prototypes : une presse et un laminoir à kluiklui.

Ces équipements permettront à Th. Godjo de réaliser sa dernière partie pratique de thèse, à savoir la validation des matériels par les utilisatrices. Cette mission a aussi permis d'apporter un appui au travail de thèse de F. Bationo sur l'intégration de la maintenance réalisé pour ces deux projets.

Références

Chevallier, J. (1989). Produits et Analyse de la Valeur. Toulouse, CEPADUES-EDITIONS Collection Automatisation et Production.

Marouzé, C. (2005). "Appui au déroulement de la thèse de Thierry Godjo (INRAB). Rapport de mission au Bénin du 4 au 12 juillet 2005 Doc CIRAD-AMIS n° 15/2005 Juillet 2005."

Annexes

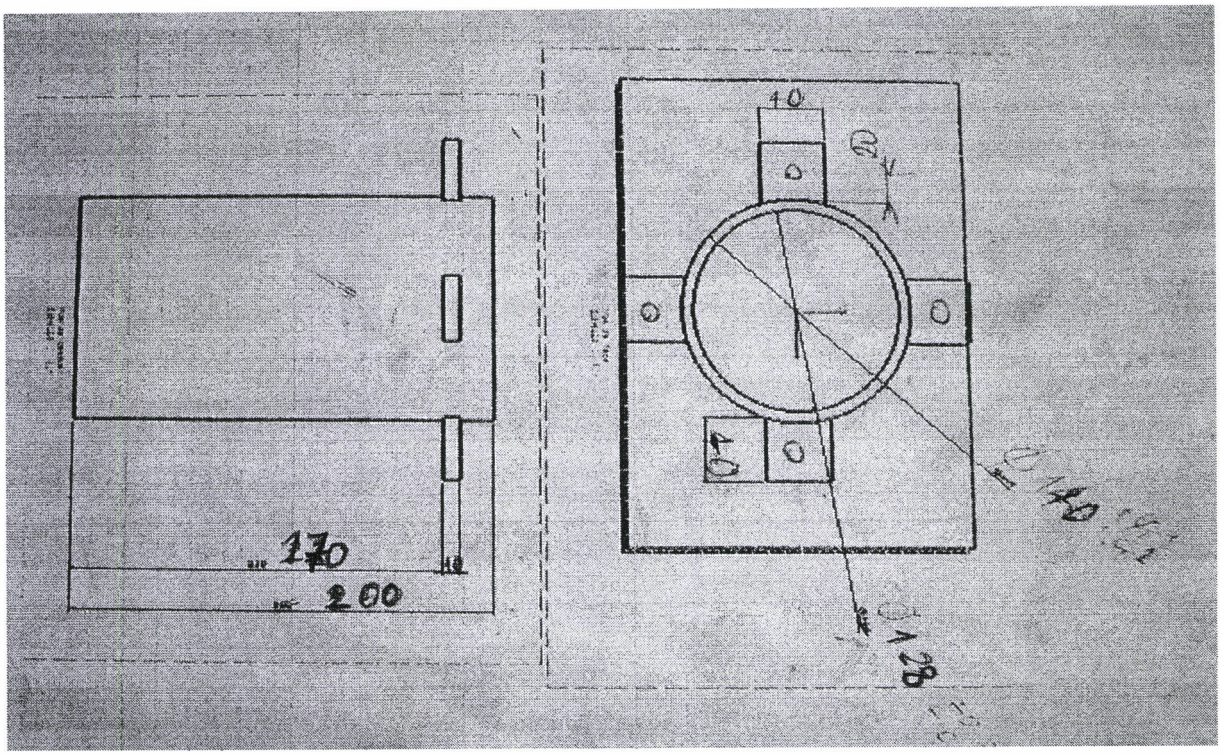
Annexe I : Plans de la presse et du laminoir

Annexe II : Programme de la mission

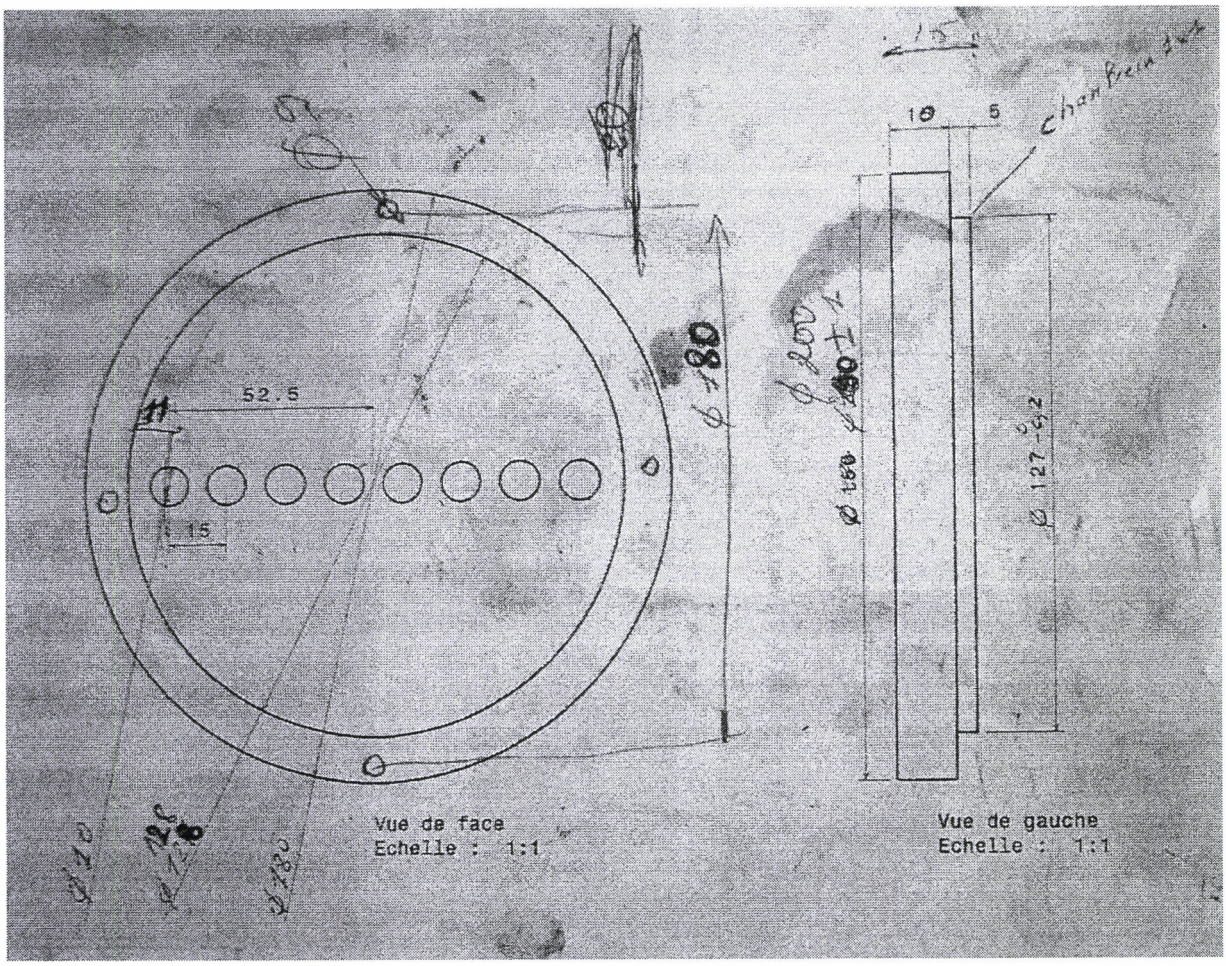
Annexe III : Personnes rencontrées

Annexe IV : Attestation de présence au Bénin

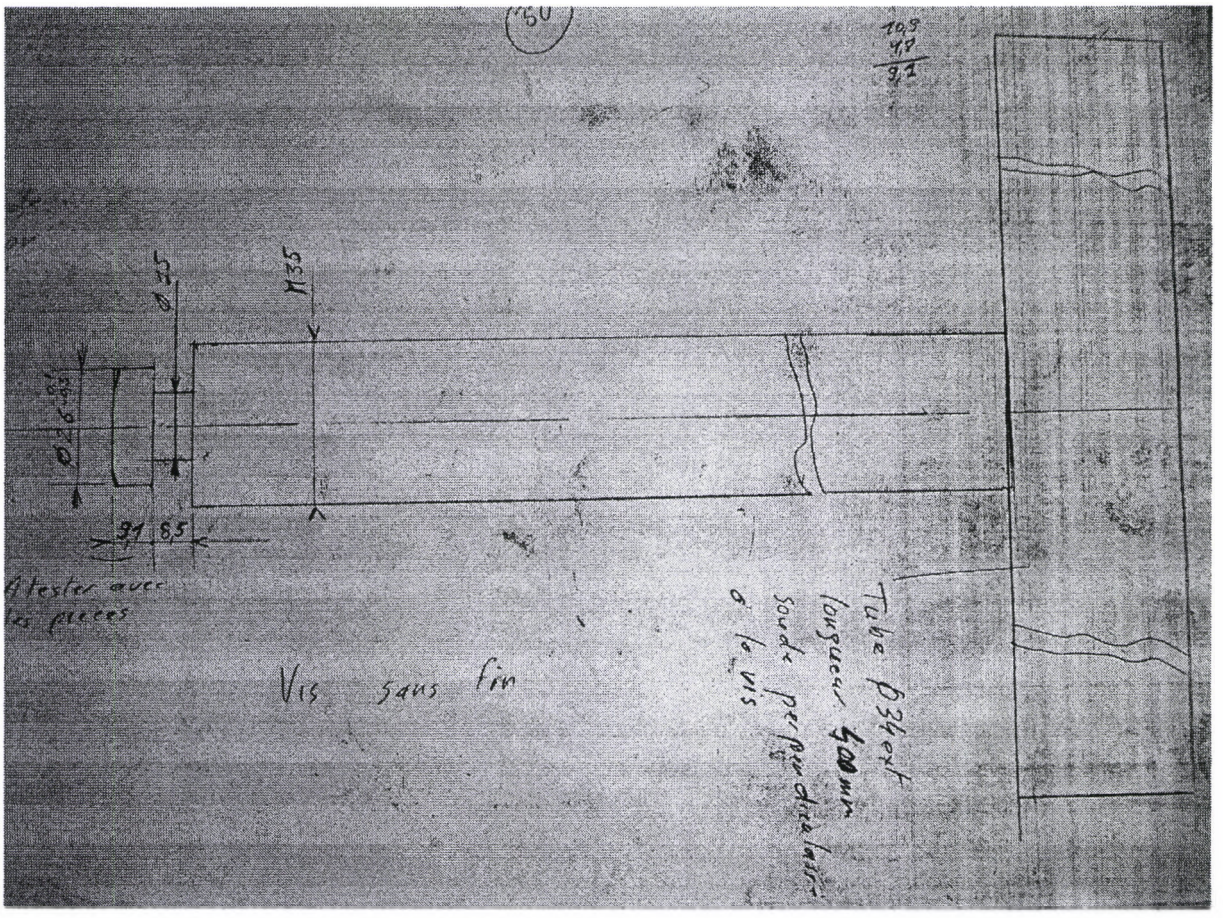
Plans de la presse



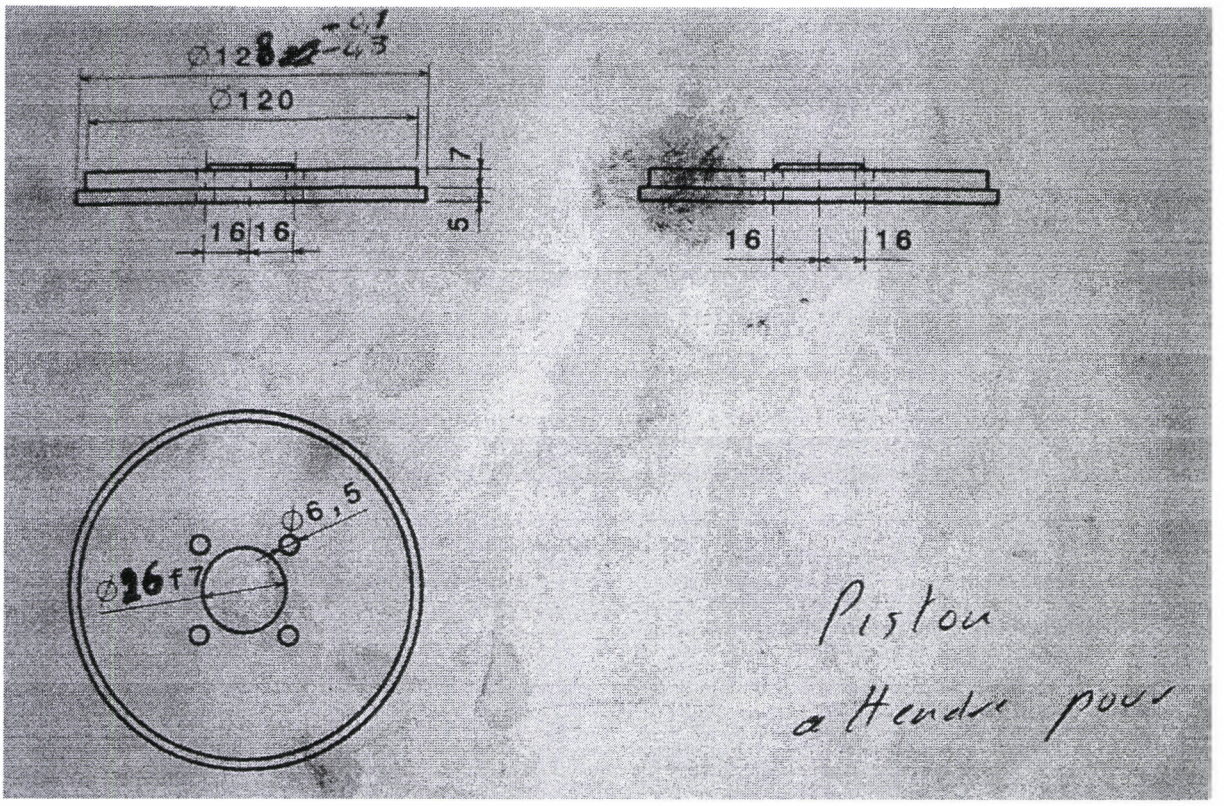
Cylindre de la presse



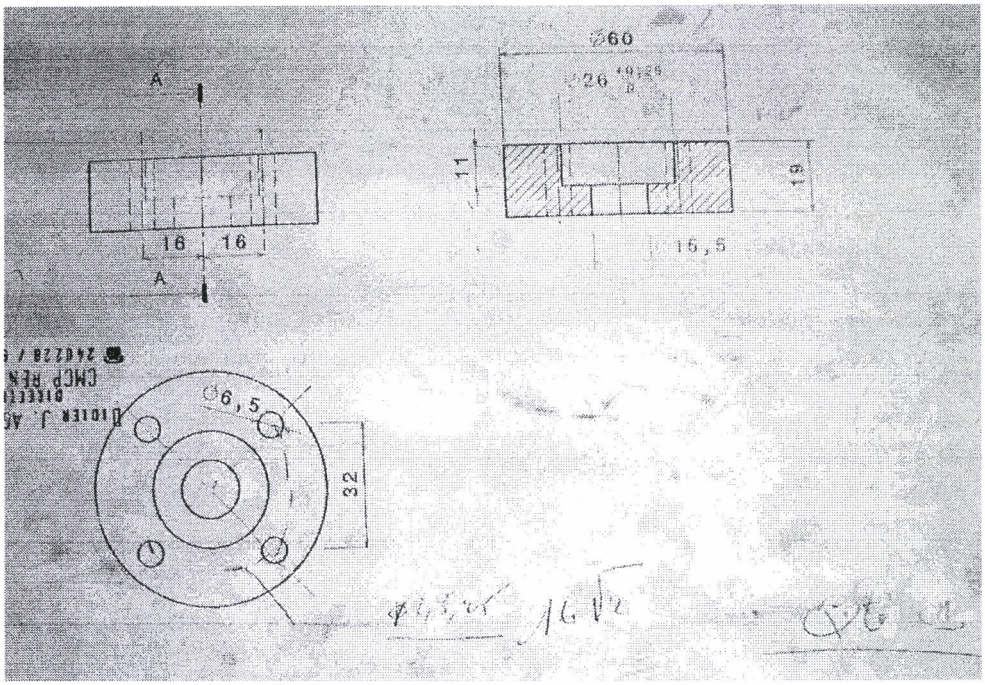
Plaque perforée montée en fond de cylindre



Vis mécanique

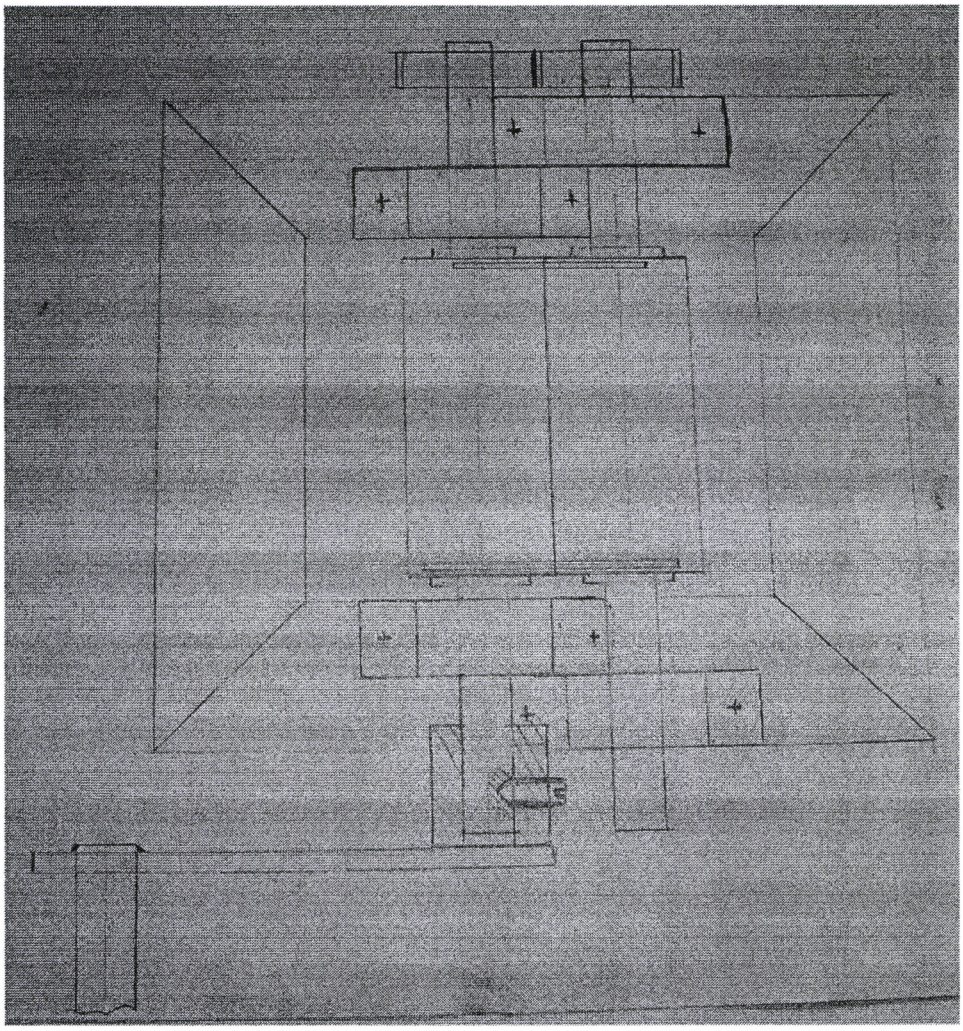


Piston de la presse



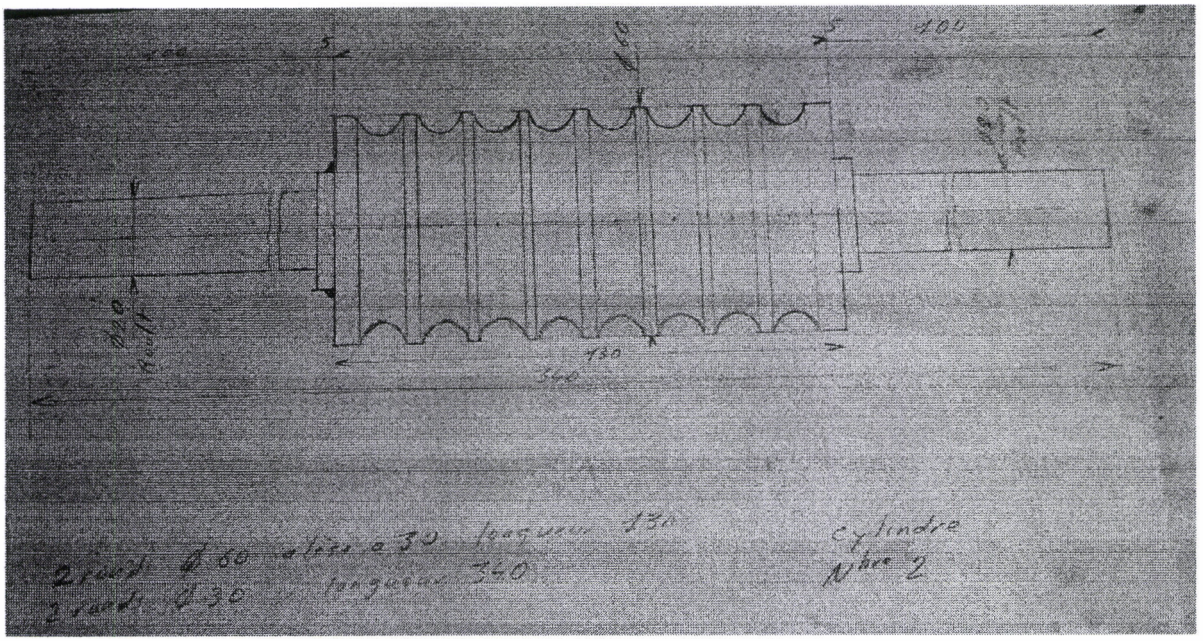
Crapaudine

Plans du laminoir

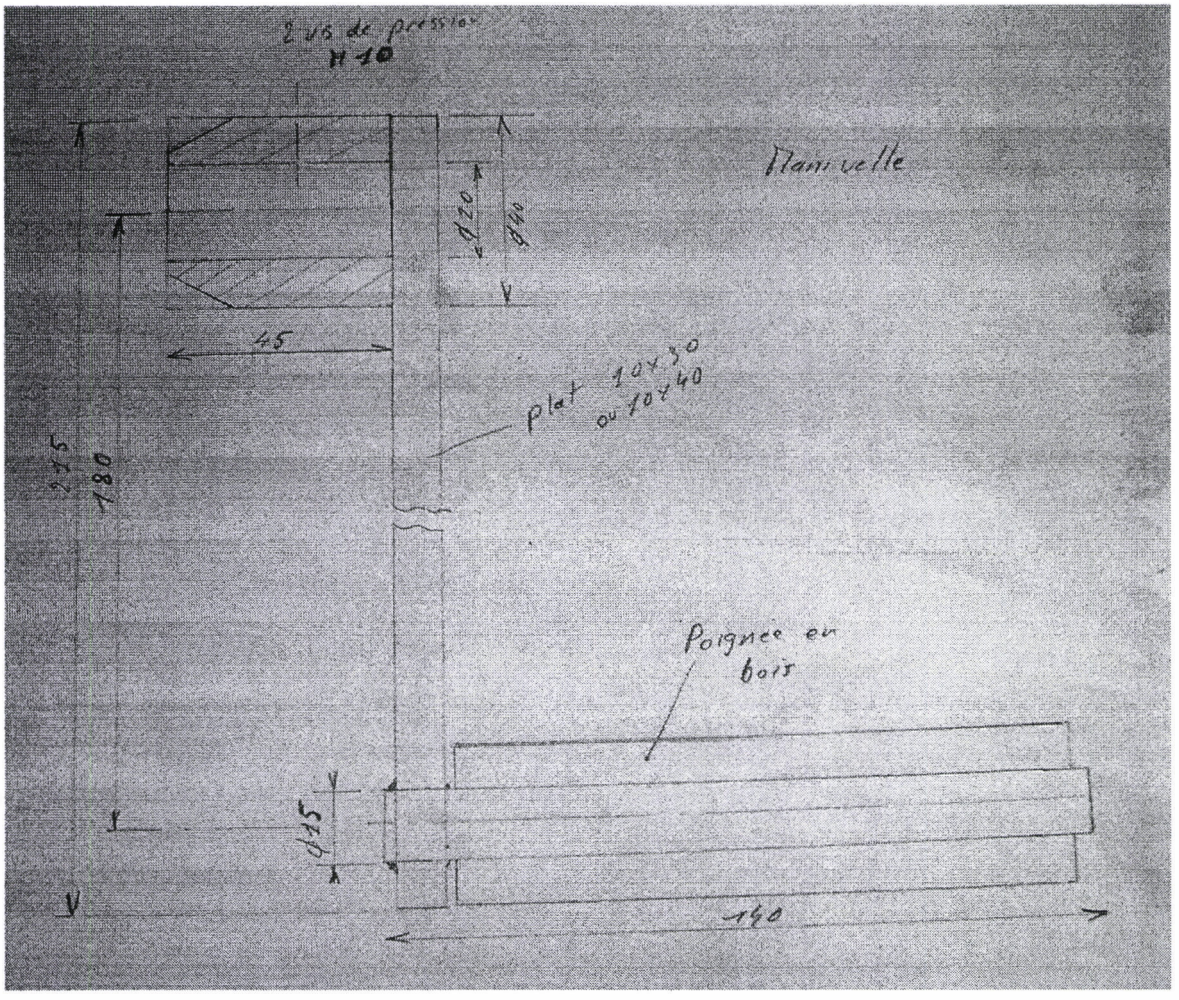


Laminoir, plan général, vue de dessus

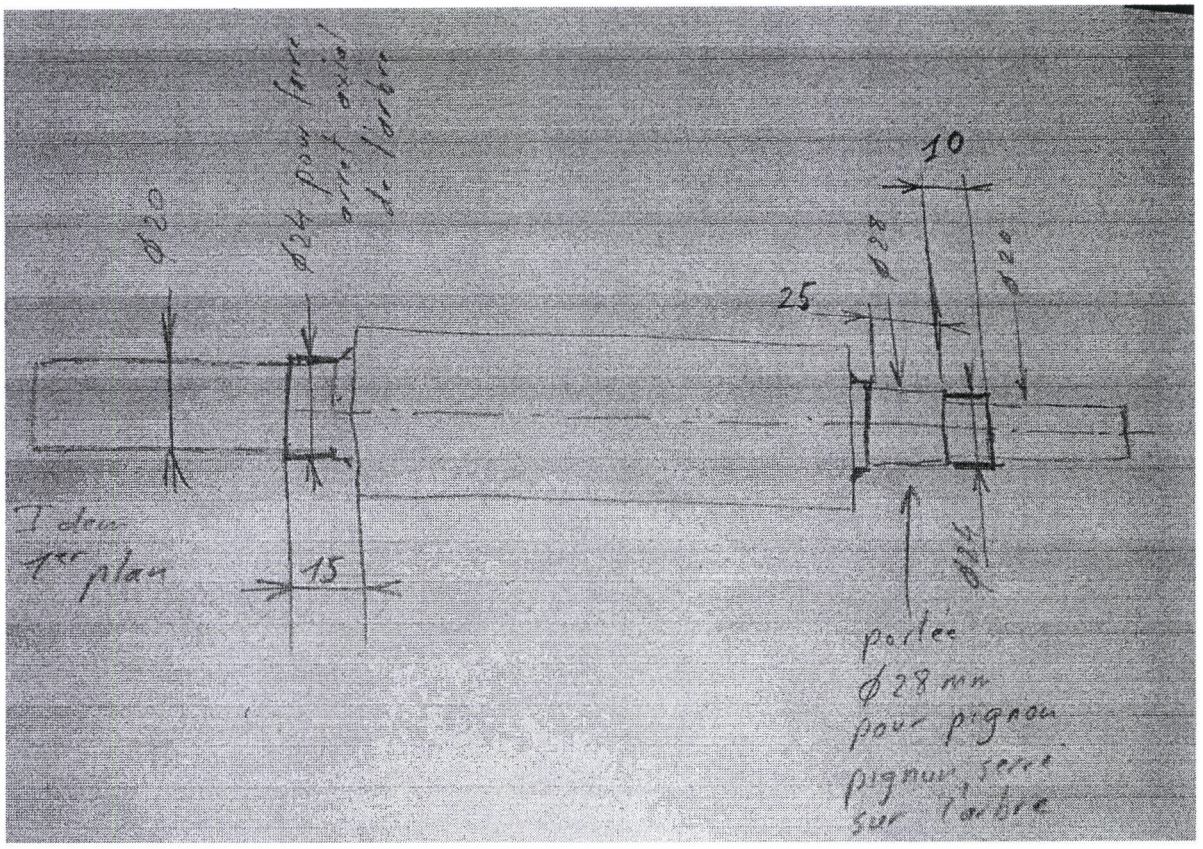
CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



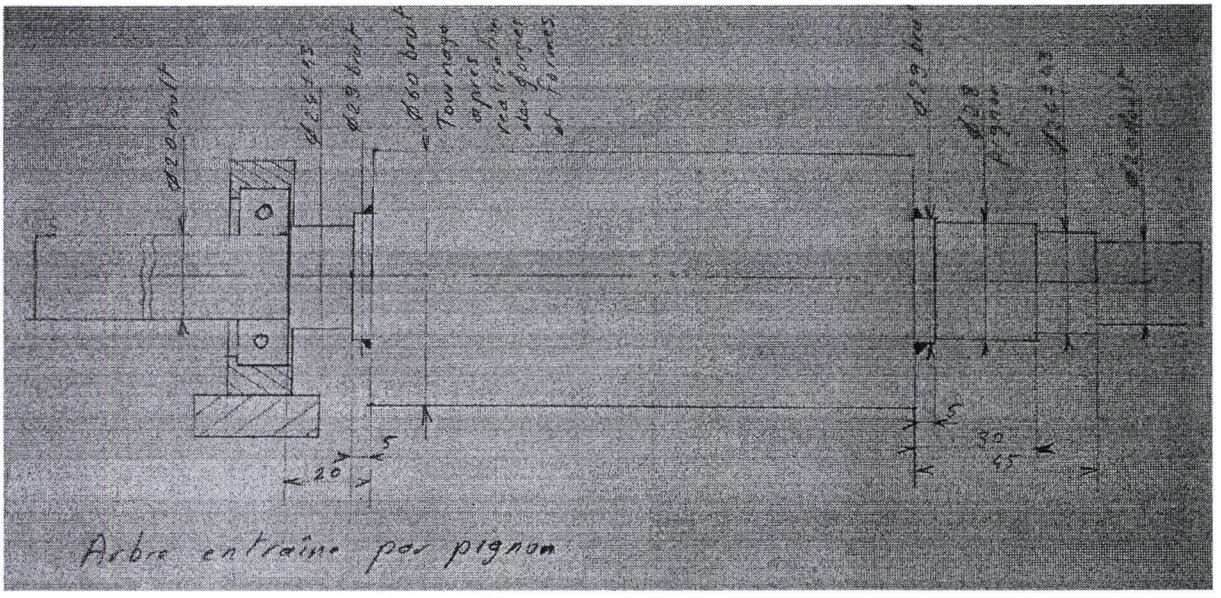
Arbre première version pour palier semelle



Manivelle

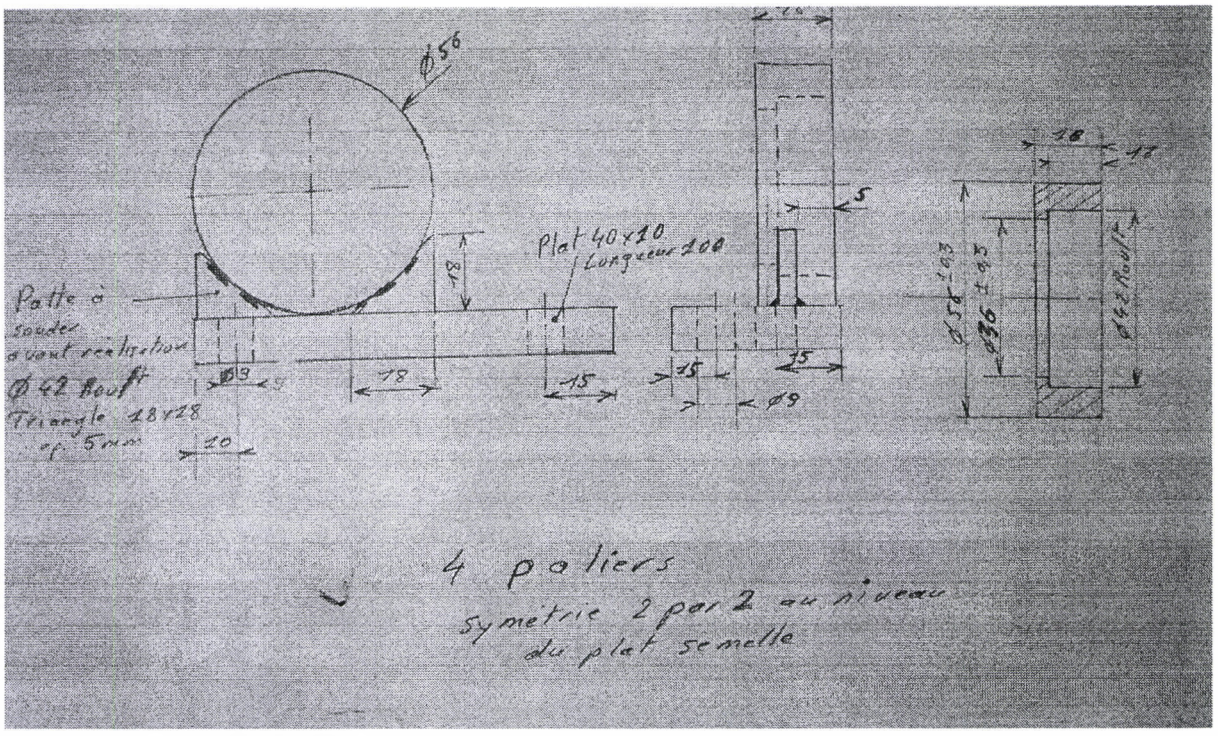


Arbre modifié

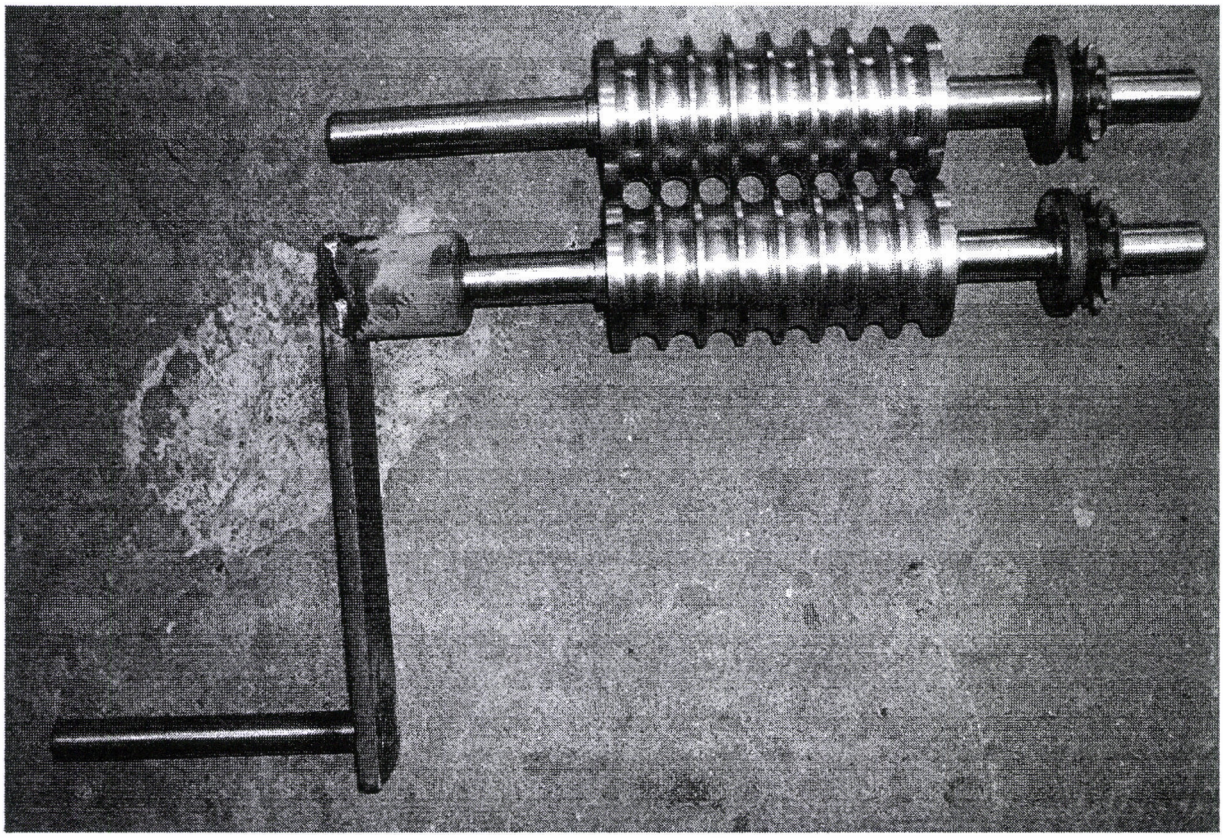


Arbre après modification pour le montage des pignons

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



Palier avec roulement 6204



Montage à blanc du laminoir avant réalisation de la partie correspondant aux extrémités des kluiklui.

Annexe II : Programme de la mission

Lundi 17 avril Départ à 9 H, arrivée à Cotonou à 19 H

Mardi 18 avril

08 H 30 : Représentation du CIRAD au Bénin, Rencontre avec M. Prudent
10H : FSA, M. Dossou
14 H : PTAA Porto Novo, réunion de travail

Mercredi 19 avril

9 H : rencontre avec M. Fandohan, directeur du PTAA
10 H : Réunion de conception
15 H 30 : Ambassade France, Rencontre M. Victor Thiollier, attaché de coopération au SCAC Cotonou
17 H : FSA, MM. Hounhouigan et Dossou

Le jeudi 20 avril

9 H : Présentation du projet kluiklui et de la version laminoir à CMCP
14 H : Définition du prototype presse à piston, réalisation des plans
17 H : Remise des plans à CMCP pour le lancement de la fabrication

Vendredi 21 avril

9 H 30 Swisscontact, Cotonou
11 H Recherche d'une vis pour la presse, marché de GBOGBANOU
12 H 30 CMCP, suivi de la fabrication de la presse et lancement de la fabrication du châssis
16 H CMCP, suivi de la fabrication de la presse

Samedi 22 avril

8 H 30 CMCP, suivi de fabrication de la presse
10 H Visite des transformatrices de manioc de ???
12 H 30 CMCP suivi de fabrication de la presse aide au montage et lancement de la fabrication du laminoir
16 H Marché de TOKPA recherche des composants pour le laminoir

Dimanche 23 avril

10 H CMCP, réalisation de l'essai de la presse et suivi fabrication laminoir
16 H CMCP, suivi fabrication laminoir
19 H F. Bationo
20 H J. Dossou

Lundi 24 avril

9 H CMCP
11 H M. Fandohan
12 H CMCP
15 H 30 M. Victor Thillier
16 H 30 Premiers tests de la presse puis tests avec les transformatrices
18 H Synthèse sur les essais
21 H Départ pour Paris

Mardi 25 avril 2006 10 H Arrivée à Montpellier

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Annexe III : Personnes rencontrées

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Christian RAUGEL
Consul-adjoint
SERVICE de COOPERATION et d'ACTION CULTURELLE
Ambassade de France au Bénin

01 BP 966
COTONOU (Bénin)

Tel : (229) 21 30 02 25 /26
Christian.raugel@diplomatie.gouv.fr

Ralph Rothe
Chef de Projet

swisscontact

Fondation suisse de coopération
au développement technique
Nous créons des opportunités

04 B.P. 1117 Tri Postal
Cotonou Bénin
Tel/Fax : (00229) 21 38 34 19
Portable : (00229) 95 96 88 09
e-mail : scontact@intnet.bj
Site Web : www.swisscontact.org

SUPERMARITIME BENIN
www.supermaritime.com

Koundo VLAVO
Administrateur Général

Lot 137 Zone Résidentielle
01 B. P. 489 Cotonou
Tél. : (229) 21 30 92 03
Fax : (229) 21 30 92 04

Mobile : (229) 95 42 94 42
Mob (Roaming) : (228) 928 57 47
Sat : (88) 216 49 43 08 61
E-mail : supermar@intnet.bj

Constructions Mécano-soudées Caoutchouc & Plastiques

C.M.C.P

Didier J. AGBOHOUTO
Directeur Général

Bureau
Tél. : (229) 20 24 02 28
(229) 21 32 30 16
Fax : (229) 20 24 00 28
Email : cmcpben@leland.bj
cmcp@cmcpbenin.com

Domicile
Tél. : (229) 21 39 18 06
Mobile : (229) 95 96 47 07

www.cmcpbenin.com

AMBASSADE DE FRANCE
AU BENIN

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Service de Coopération
et d'Action Culturelle

ATTESTATION DE PRESENCE

Je soussigné, Victor TIOLLIER, Attaché de Coopération au Service de Coopération et d'Action Culturelle de l'Ambassade de France au Bénin, atteste avoir rencontré **Monsieur Claude MAROUZÉ** du CIRAD, dans le cadre de la mission qu'il effectue au Bénin pour le suivi de la thèse de M. Thierry Godjo, boursier du gouvernement français.

Il est arrivé au Bénin par le vol AF 814 du lundi 17 avril. Son départ est prévu par le vol AF 813 du lundi 24 avril 2006.

Fait pour servir et valoir ce que de droit.

A Cotonou, le 19 avril 2006

Victor TIOLLIER

01 B.P. 966 R.P. – Cotonou (BENIN) – Tél. : (229) 21.30.08.24 – Télécopie : (229) 21 30 07 57

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

07 AOUT 2006

Résumé

Cette mission était destinée à appuyer le déroulement pratique de la thèse de Thierry Godjo de l'INRA-Bénin. Cette thèse réalisée en alternance est intutulée : « *Développement d'une méthode de conception collaborative orientée utilisateur : cas des équipements agroalimentaires tropicaux* ».
La partie pratique de la thèse de Godjo a pour objet la mécanisation de la transformation de l'arachide depuis la pâte jusqu'à la production de kluiklui, bâtonnets frits. Arrivé au stade de la définition de l'équipement, le projet a été infléchi avec une nouvelle définition du prototype, sa fabrication et les premiers essais avec les utilisatrices. Les résultats sont prometteurs mais pas définitifs et il conviendra de tester si le changement de forme du produit est accepté par les consommateurs finaux.

Mots clefs

Conception centrée sur l'utilisateur, Fabrication locale, Objet intermédiaire de conception, Prototype