



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

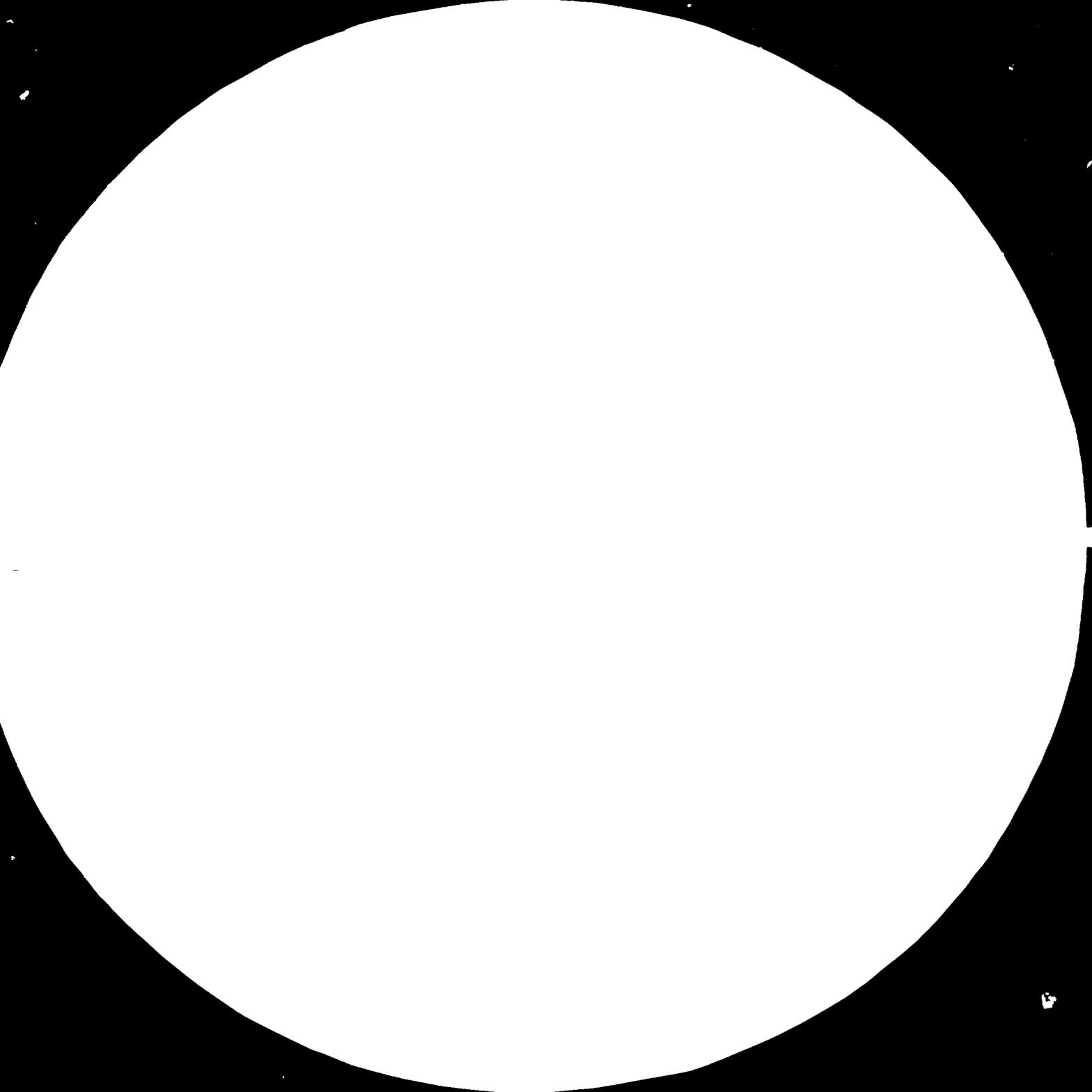
## FAIR USE POLICY

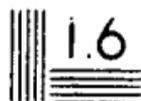
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)





2.8



3.2



3.6



4.0



M. B. STINEBAUGH, JR., Director, National Bureau of Standards  
Washington, D. C. 20535

11910

Restricted

O N U D I

Organisation des Nations Unies pour le  
Développement Industriel

Septembre 1982

---

PROBLEMATIQUE DE LA CONCEPTION  
DES MATERIELS AGRICOLES AFRICAINS FABRIQUÉS LOCALEMENT

Maurice Ogier  
CINAM  
Zolad rue du Caducée  
3411 MONTPELLIER, France

Plan et résumé de la note

Problématique de la conception des matériels agricoles africains  
fabriqués localement

Numéro des  
paragraphes

I. INTRODUCTION

Classification des matériels de mécanisation de l'agriculture 1 - 4

II. PROBLEMATIQUE DES STRUCTURES AFRICAINES DE FABRICATION LOCALE  
D'EQUIPEMENTS RURAUX

— 1. Les fabrications artisanales : problématique

Sont analysés les problèmes de trois sortes d'artisans :  
les forgerons traditionnels, les forgerons modernes  
et les mécaniciens ruraux : problèmes d'approvision-  
nement, problèmes financiers, problèmes de plan de  
charge liés à la pluriactivité, problème d'améliora-  
tion de la qualité et formation permanente

5 à 23

— 2. Les fabrications en PME périurbaines : problématique

On distingue les PME classiques, d'initiative privée en  
zone industrielle ou artisanale (ou non), des réseaux  
de fabrication issus de projets de développement et  
associant une PME Atelier Central et des ateliers  
ruraux (artisanaux) décentralisés en une structure  
globale de type coopérative.

Les PME classiques sont surtout confrontées à des pro-  
blèmes d'étroitesse du marché, des problèmes de gestion  
des problèmes de concurrence par les produits importés  
alors que les réseaux sont des structures difficiles à  
organiser, suivre et initier.

L'accent est mis sur les avantages potentiels des réseaux  
par rapport aux PME classiques (souplesse, polyvalence  
etc.)

24 à 55

— 3. Les fabrications en grande industrie locale :  
problématique

L'accent est mis sur le manque de souplesse de ces usines  
à vocation régionale, surtout en période de crise écono-  
mique mondiale.

56 à 60

4. Conclusion

Il convient de promouvoir des réseaux de fabrication sou-  
ples qui seuls peuvent intégrer de nombreux volets du dé-  
veloppement rural.

61

### III. PROBLEMATIQUE DE LA FABRICATION LOCALE DES DIVERS TYPES DE MATERIELS RURAUX

Chaque type de matériel est analysé tour à tour quant à sa faisabilité en structure locale africaine de fabrication.

62 à 69

#### 1. Les outils manuels et les matériels simples

Sont du ressort des forgerons et des artisans mécaniciens. Fabriquer ces outils en usine revient à supprimer l'artisanat rural de la forge. Il faut créer des centrales d'achat pour mieux approvisionner les artisans en aciers alliés et élargir la gamme de matériels produits : pour cela créer une banque de plans détaillés et de dossiers de fabrication et diffuser cette documentation.

70 à 78

#### 2. Les matériels de culture attelée

La fabrication en réseaux de fabrication est bien adaptée. Deux conceptions d'outils forgés à la main et mécanosoudés sont présentés et valables toutes deux. Il vaut mieux importer les pièces de travail du sol en acier spécial traité.

78 à 84

#### 3. Les matériels portés à moteur auxiliaire

Quoique simples en apparence, la limite de leur poids à 15 kg exige des techniques de pointe, des alliages légers etc. et ils ne sont guère fabricables localement. Prévoir leur entretien.

85 à 90

#### 4. Les matériels fixes à moteur auxiliaire

Les rotors de ces machines sont souvent complexes et nécessitent classiquement l'usage de machines outils complexes; certaines astuces de fabrication permettent toutefois de lever ces obstacles mais il faudrait alors pouvoir diffuser des plans et dossiers de fabrication après réalisation de prototypes.

91 à 96

#### 5. Les tracteurs uniaxes (motoculteurs)

Peu utilisés en Afrique, ils sont l'objet d'une puissante concurrence de la part de l'agriculture de plaisance des pays industrialisés et de ce fait ces fabrications ne paraissent pas très intéressantes. Même le montage local ne représente que quelques % de valeur ajoutée.

97 à 101

#### 6. Les tracteurs simplifiés de moins de 30 cv

Ce secteur ne souffre plus de la concurrence des pays riches qui ont dépassé ce stade de motorisation. De plus le concept de "mécanisation intermédiaire" utilisant des

"technologies adaptées" est maintenant favorablement perçu. Des exemples de fabrication locale de matériels simplifiés existent (TINKABI etc). Une fabrication en réseau polyvalent, même à peu d'exemplaires/an, peut constituer un intéressant complément de plan de charge. Mais il existe un problème de propriété industrielle: où se procurer des dossiers de plans et de fabrication si l'on veut éviter de créer soi-même un prototype et de le mettre au point (ce qui est long et onéreux)?

102 à 110

#### 7. Les tracteurs de plus de 30 cv et les matériels de TP

Ces tracteurs font l'objet de la concurrence des matériels utilisés dans les pays développés et même leur montage local n'offre que peu d'intérêt. Par contre les bâtis des outils de ces tracteurs (cultivateurs, chisels etc.) et les remorques agraires sont un bon créneau.

Le matériel TP classique n'est guère fabricable localement. Par contre il n'existe pas de matériel mini TP susceptible d'équiper des brigades d'entretien des pistes rurales : un tracteur simplifié peut être transformé en engin mini TP.

111 à 116

#### 8. Conclusion

Il faut viser des créneaux non couverts par l'industrie des pays développés, et choisir des matériels simples ne faisant pas appel à la fonderie, la grosse forge et les usinages complexes pour se spécialiser dans la mécanosoudure dans un premier temps. Certaines pièces de travail du sol seront avantageusement importées. Les fabrications en réseau souple se consacreront à une vaste gamme de matériels ruraux plutôt qu'à un produit bien individualisé, fût-ce un tracteur simplifié. Enfin il faut créer une source d'information capable de diffuser des plans détaillés (savoir quoi faire).

117 à 122

#### IV. PROBLEMATIQUE DU CHOIX DU STADE DE COMPLEXITE DE L'ATELIER DE FABRICATION LOCALE

Dans l'étude de la complexité croissante des ateliers de fabrication mécanique, on peut distinguer arbitrairement des stades (7 ici). Pour chaque stade une estimation donne la durée de formation des cadres de fabrication et le niveau des coûts d'investissement, bâtiments non compris. Deux courbes montrent l'évolution de ces deux variables en fonction du stade de complexité de l'atelier. Elles présentent un coude marqué au stade 4 défini comme celui d'un atelier ne disposant que de 4 machines simples : soudure à l'arc, scie mécanique, perceuse ø 30 et meuleuse portative. Cet atelier du stade 4 paraît particulièrement recommandable d'autant plus que des astuces de fabrication élargissent son

champ d'action notamment en permettant de réaliser sans usinage ultérieur des portées femelles de bagues bronze ou de roulements à billes.

N.B. Les annexes 1 et 3, précisent la description de l'atelier du stade 4 et certaines des astuces de fabrication en question.

123 à 135

## V. PROBLEMATIQUE DES CONCEPTIONS DE MATERIELS POUR UNE FABRICATION LOCALE : "TECHNOLOGIES ADAPTEES"

N.B. L'annexe 2 propose une réflexion théorique sur les critères des technologies dites "adaptées". Cette partie repose sur l'hypothèse du choix de l'atelier de fabrication du stade 4 décrit plus haut.

136 à 139

### 1. Choix du type de conception des matériels

Parmi les 3 façons classiques d'obtenir des ébauches ou des châssis, à savoir la forge, la fonderie et mécanosoudure, le choix est orienté vers la mécanosoudure, plus souple et utilisable même en petites séries.

140 à 150

On peut supprimer au maximum les usinages en recourant à des astuces de fabrication mécanosoudée comme l'expose l'annexe 3.

151 à 155

### 2. Choix des techniques en fonction du milieu humain utilisateur: conception à but pédagogique.

L'aspect pédagogique de la demande de première motorisation de l'agriculture est presque plus important que les résultats techniques de l'opération. Il faut élever le niveau technologique de base des populations : la conception doit être "transparente" pour amener une compréhension immédiate des organes. Si de plus on peut arriver à des engins assez simples pour être fabriqués localement le plus près possible de l'utilisateur, et même chez l'utilisateur (cas du YETI en France), on résoudra une bonne partie des problèmes de maintenance et de bonne utilisation du matériel.

156 à 165

### 3. Conception visant à la non dépendance de l'utilisateur

Divers aspects sont traités qui permettent un entretien local sans dépendance de l'importation ou d'équipements sophistiqués.

166 à 176

### 4. Conception adaptée aux conditions physiques d'utilisation

177 à 179

## VI. ETUDE DE CAS - LES TRACTEURS YETI (FRANCE) ET PANGOLIN (RCI)

180

### 1. Le Pangolin

Tracteur simplifié ivoirien, basé sur une construction en réseau de fabrication du stade 4, et dont la promotion souffre de lenteurs au niveau institutionnel.

181 à 188

## 2. Le cas du YETI

Tracteur français de montagne à chenillette, dérivé du PANGOLIN mais porté par un groupe dynamique de paysans (le CEP rural), ce tracteur au contraire semble promu à une rapide promotion. Le CEP rural est un "laboratoire économique" où chercheurs, paysans et artisans affinent les notions de "système" économique alternatif en parallèle du "système économique dominant."

YETI sera fabriqué en réseau d'artisans de montagne ou (et) auto construit par les clients eux-mêmes à partir d'un kit de base, de plans, et du prêt de gabarits de soudage. Un projet dérivé du YETI, le MOUFLON, va être mis en route à l'île de la Réunion dans la même démarche visant à l'auto-construction.

189 à 224

## VII. PROPOSITIONS

225 à 227

### 1. La création d'un réseau de fabrication expérimental

- |   |     |
|---|-----|
| 1.1 <u>Déroulement du projet : phase préparatoire</u> | 228 |
| 1.2 <u>Le projet proprement dit débute alors</u>      | 229 |
| 1.3 <u>Durée et coûts</u>                             | 230 |
| 1.4 <u>Résultats escomptés</u>                        | 231 |

### 2. La création d'une banque de plans de fabrication de produits autoconstructibles dans les zones rurales des PVD.

- |  |           |
|--|-----------|
| 2.1 <u>Enquête préalable</u>   | 232       |
| 2.2 <u>Etude de matériels avec essais de prototypes</u>                | 233       |
| 2.3 <u>Elaboration des dossiers de fabrication</u>                     | 234       |
| 2.4 <u>Protection industrielle</u>                                     | 235       |
| 2.5 <u>Diffusion des dossiers avec ou sans perception de royalties</u> | 236       |
| 2.6 <u>Résultats escomptés.</u>  | 237 à 238 |

## Annexes

- Annexe 1: Description de l'atelier-type de stade 4
- Annexe 2: Technologies "pertinentes" et développement rural
- Annexe 3: Exemples de technologies simplifiées pour un atelier du stade 4

PROBLEMATIQUE DE LA CONCEPTION  
DES MATERIELS AGRICOLES AFRICAINS  
FABRIQUES LOCALEMENT

I. INTRODUCTION

0.1 Comme l'ont analysé les documents préparatoires à la 1ère Consultation Régionale d'Addis Abéba d'avril 1982, les équipements mécaniques ruraux sont constitués principalement par les machines agricoles motorisées ou non, mobiles ou à poste fixe.

0.2 Dans ce type de produits on distinguera les engins de grosse motorisation (tracteurs agricoles de puissance supérieure à 30 cv et leurs outils, machines de travaux publics, etc.) du reste des équipements qui contient les outils manuels (houes, etc.), les petites machines à moteurs auxiliaires portés (scies à chaînes, tarières, débroussailleuses portées, pulvérisateurs portés, etc.), les outils de culture attelée, les motoculteurs et les tracteurs simplifiés de faible puissance, les machines en cour de ferme motorisées ou non (moulins, broyeurs décortiqueurs, presses à huile, etc.), les matériels d'irrigation.

0.3 Les matériels de grosse motorisation relèvent actuellement et probablement pour longtemps encore de fabrications en série dans les pays industriellement développés. En ce sens ils n'entrent pas dans le cadre de cette note, tout au plus faut-il souhaiter que leur conception tienne compte des spécificités de leur utilisation en pays chauds où les structures locales de maintenance sont très peu élaborées.

0.4 La réflexion proposée vise par contre à analyser la problématique de la conception des autres équipements ruraux dans le cadre d'une fabrication locale et d'une maintenance assurée le plus près possible de l'utilisateur.

PROBLEMATIQUE DE LA CONCEPTION  
DES MATERIELS AGRICOLES AFRICAINS  
FABRIQUES LOCALEMENT

I. INTRODUCTION

0.1 Comme l'ont analysé les documents préparatoires à la 1ère Consultation Régionale d'Addis Abéba d'avril 1982, les équipements mécaniques ruraux sont constitués principalement par les machines agricoles motorisées ou non, mobiles ou à poste fixe.

0.2 Dans ce type de produits on distinguera les engins de grosse motorisation (tracteurs agricoles de puissance supérieure à 30 cv et leurs outils, machines de travaux publics, etc.) du reste des équipements qui contient les outils manuels (houes, etc.), les petites machines à moteurs auxiliaires portés (scies à chaînes, tarières, débroussailleuses portées, pulvérisateurs portés, etc.), les outils de culture attelée, les motoculteurs et les tracteurs simplifiés de faible puissance, les machines en cour de ferme motorisées ou non (moulins, broyeurs décortiqueurs, presses à huile, etc.), les matériels d'irrigation.

0.3 Les matériels de grosse motorisation relèvent actuellement et probablement pour longtemps encore de fabrications en série dans les pays industriellement développés. En ce sens ils n'entrent pas dans le cadre de cette note, tout au plus faut-il souhaiter que leur conception tienne compte des spécificités de leur utilisation en pays chauds où les structures locales de maintenance sont très peu élaborées.

0.4 La réflexion proposée vise par contre à analyser la problématique de la conception des autres équipements ruraux dans le cadre d'une fabrication locale et d'une maintenance assurée le plus près possible de l'utilisateur.

## II. PROBLEMATIQUE DES STRUCTURES AFRICAINES DE FABRICATION LOCALE D'EQUIPEMENTS RURAUX

0.5 Les outils et matériels actuellement fabriqués localement le sont principalement par trois types de structures :

1. les artisans forgerons ou(et) mécaniciens modernes.
2. certaines PME périurbaines,
3. des unités industrielles situées dans les capitales des Etats.

### 1. LES FABRICATIONS ARTISANALES : PROBLEMATIQUE

0.6 Nous distinguerons - les forgerons traditionnels  
- les forgerons modernes  
- les mécaniciens ruraux.

0.7 1.1 Les forgerons traditionnels, comme cela a été analysé souvent, constituent en Afrique une sorte de caste fermée, autocentrée : ne deviennent forgerons que les enfants de forgerons. Les revenus des maîtres-forgerons sont élevés souvent, leurs productions très répétitives : houes, pièges à machoires, outils spéciaux (tranchoirs à régimes de palme par ex.) etc. La transmission du savoir se fait par apprentissage interne.

0.8 La valeur ajoutée sur leurs fabrications avoisine les 100% car ils travaillent en général à partir de ferraille de récupération (traverses de chemin de fer métalliques au Togo par ex., châssis de camion, tubes-timon de grumiers, etc.) et de charbon de bois fabriqué localement.

0.9 Le volume du marché ainsi traité est très considérable : si l'on admet qu'une famille de 5 personnes en Afrique noire rurale consomme 1 houe par an en moyenne, une population rurale de 1 million d'habitants représente un marché pour les seules houes forgées de quelques 400.000 \$ alors que cette même population ne consomme qu'une fraction de cette somme pour l'achat de tracteurs agricoles.

10. La caste des forgerons traditionnels évolue peu, dans l'adoption de nouveaux équipements d'une part (rejet fréquent de la soudure à l'arc et même des outillages pour forger debout) et dans le choix de nouveaux créneaux. Mais elle ne recule pas dans l'occupation des marchés classiques qui lui sont propres.

11. 1.2 Les forgerons modernes, dans le cadre de divers projets (culture attelée surtout), ont accepté des équipements nouveaux, comme la cisaille à levier, l'étau à pied, les outillages à main divers (chasses, étampes, enclumes métalliques, pinces spécialisées, etc.) et d'une façon générale le travail "debout" et non plus assis au sol.

Ils ont accepté d'élargir leur gamme de productions en fabriquant des pièces de charrue (socs, versoirs plus rarement), et en entretenant les matériels introduits par les projets de culture attelée surtout.

12. 1.3 Les mécaniciens modernes ruraux sont de plusieurs types: ce sont des mécaniciens d'entretien spécialisés dans les vélos, motocyclettes, dans la réparation des pneumatiques, ou alors dans l'entretien réparation des voitures

et camions. Plus rarement on rencontre des carrossiers capables de terminer l'équipement de pick-up neufs pour en faire des fourgons tôlés, et des mécaniciens munis de la soudure à l'arc qui fabriquent divers outillages en concurrence parfois avec les forgerons (houes mécanosoudées et non plus forgées) ou des produits comme les lits métalliques, les grilles antiviol, certains barbecues etc. voire des moules à agglos ou claustras. Ces mécaniciens sont parfois d'anciens déscolarisés.

13. 1.4 La problématique des fabrications artisanales n'en est pas moins à peu près identique pour ces 3 catégories d'artisans.

A) Problèmes liés à l'approvisionnement

14. L'approvisionnement en fers neufs ou récupérés nécessite la collecte de ces matières dans les grandes villes et leur acheminement jusqu'à l'atelier rural. Ceci est assuré par les taxis, par des camionneurs (bouteilles de gaz)

15. De plus cet approvisionnement se fait au jour le jour, sans stockage, ni achats groupés, donc sans remises pour quantités etc. Il est donc très onéreux, aléatoire, et de qualité médiocre.

16. B) Problèmes financiers

L'artisan consomme également au jour le jour ce qu'il gagne. Il n'y a pas accumulation de capital et l'équipement évolue peu. Le mécanicien n'a pratiquement pas de fond de roulement (pas de stock non plus). Il est difficile d'être payé lors de travaux d'entretien-réparation (jamais programmés par le client et donc non prévus financièrement). Il est plus facile de vendre des produits finis qui sont alors payés au comptant lors des marchés hebdomadaires surtout.

17. L'artisan isolé n'a à peu près aucun recours possible au crédit bancaire.

C) Problèmes liés au plan de charge et à la pluriactivité

18. L'artisan rural est aussi un agriculteur (sauf en ce qui concerne les jeunes déscolarisés réparateurs de vélos-motocyclettes par exemple).

19. L'activité agricole est hautement saisonnière et elle correspond aussi à la période de solvabilité de la clientèle. De plus c'est durant cette même période des pluies que l'agriculture requiert le secours du mécanicien rural ou du forgeron. Il y a donc concurrence entre les activités d'entretien mécanique et de travail du sol.

20. La saison sèche est une morte saison. Ceci explique que les projets agricoles aient finalement choisi de salarier à plein temps des ouvriers d'entretien, bien que ceux-ci ne soient utilisés principalement qu'en période des pluies : la solution artisanale classique était décevante.

21. Comme nous le proposerons plus loin, une idée est de promouvoir des artisans non agriculteurs dont l'activité sera axée sur la production (stockage, fonds de roulement) durant la morte saison, et sur l'entretien durant la saison des pluies (vente du stock de produits finis).

D) Problèmes liés à la formation permanente et à l'amélioration de la qualité des produits

22. L'artisanat est parfois pléthorique et de niveau médiocre (entretien des véhicules par exemple). Toute amélioration de la qualité, conséquence d'actions de perfectionnement professionnel, est bloquée car l'amélioration de qualité est liée à un temps passé plus important alors que le prix facturé est concurrencé (plafonné) par l'offre des artisans de niveau médiocre.

23. Pour réussir, il faut améliorer la productivité et la qualité des formations conjointement afin d'améliorer les gains de l'artisan en même temps que la qualité des produits sans élever leur coût. Ceci est possible parfois comme nous l'analyserons plus loin en introduisant des machines pour préparer des kits de matières semi-usinées ce qui dégage du temps par les opérations ultérieures mieux finies.

2. Les fabrications en P.M.E. périurbaines: Problématique

24. Il faut distinguer les PME périurbaines classiques, insérées ou non dans un "domaine industriel" mais non reliées à un réseau de fabrication décentralisé (et encore moins à un réseau d'agents d'entretien, service après vente, etc.), de quelques réalisations originales comme les réseaux de fabrication du type COBEMAG, ARCOMA COREMA etc. où un atelier central urbain est lié à des ateliers ruraux pour former un tout et assurer les fonctions de production et d'entretien local (parfois en liaison avec un projet agricole).

2.1 Les PME classiques périurbaines

25. Elles comportent au plus quelques dizaines d'ouvriers, et leur activité borde des créneaux liés au secteur urbain moderne plutôt que rural traditionnel. On rencontre des chaudronneries axées sur la charpente métallique, les lits métalliques, les coffre-forts, les armoires et huisseries métalliques, parfois les charrettes à bras, les brouettes, voire les éoliennes, certaines pompes d'exhaure, les moules à agglos, certaines presses à briques etc., parfois même certains matériels liés à la mécanisation de l'agriculture (culture attelée, outils portés par des tracteurs, bâtis de cultivateurs, remorques agraires, décortiqueurs, moulins, etc.).

Si la ville comporte une zone industrielle ou artisanale, cette structure les accueille en général.

2.2 Problématique des PME classiques

A) L'approvisionnement

27. reste un problème moins du fait du transport qui est ici plus court que du fait de l'étroitesse du choix offert par les importateurs locaux et surtout par les ruptures de stock fréquentes.

B) L'étroitesse du marché

28. Les dirigeants de ces PME sont unanimes pour déplorer l'étroitesse du marché des pays concernés, ce qui rend très difficile la rentabilisation des équipements modernes jugés indispensables (machines outils performantes, presses, fours etc.).

29. Les commandes sont en séries trop faibles, les marchés sont irréguliers, parfois à peine solvables.

30. Les commandes dans un même créneau sont très diversifiées : chaque client pose un problème spécifique (la houe des régions sahéliennes ne peut être celle des zones de forêt ni celle des zones rizicoles etc.) et désire un trop petit nombre de produits identiques.

31. Ainsi on paye les charges fixes dues à un équipement moderne et on n'arrive pas à bénéficier des diminutions de prix de revient liées aux fabrications rationnelles en séries.

C) Concurrence des matériels importés

32. Les prix de revient sont donc élevés et la concurrence des matériels analogues importés fabriqués, eux, dans de meilleures conditions, se fait sentir.

32a. Ceci aboutit à ce que ces PME se tournent souvent vers les activités commerciales de représentation locale de matériels étrangers plus rémunératrices.

D) Problèmes de formation permanente, de qualification professionnelle des agents

33. Les PME trouvent difficilement des agents qualifiés, l'enseignement technique étant en général peu adapté à la demande réelle.

34. La formation permanente est mal assurée.

E) Problèmes financiers, gestion

35. Il est difficile de trouver des fonds dans des conditions acceptables (intérêts bancaires élevés etc.).

36. Les PME se heurtent à la complexité relative de leur gestion compte tenu du niveau des agents, des entrepreneurs présents sur le marché de l'emploi.

37. La carrière "d'entrepreneur" n'est pas encore bien cernée, souvent le capital des PME est apporté par un fonctionnaire qui met en place un gérant, et le propriétaire cherche à obtenir des revenus immédiats au détriment de l'investissement et du projet à long terme de son entreprise.

38. Dans ces conditions, l'aide aux entreprises n'est pas chose facile.

F) Problèmes liés à l'innovation, la recherche, etc.

39. Les PME doivent conduire des actions de recherche de nouveaux créneaux, doivent étudier de nouveaux produits (prototypes, essais) et ceci coûte cher. Leur volume d'activité ne permet pas toujours cette recherche.

40. Il n'est pas facile d'acheter des technologies (brevets, licences, cahiers de plans, etc.) adaptées au marché local.

G) Problèmes liés aux PME, vus par les clients

41. Les PME proposent des produits qui apparaissent très chers aux clients ruraux comparativement à ceux des artisans locaux. Par contre la qualité peut être jugée meilleure.

42. Mais surtout on déplore l'absence totale de service après vente (pompes d'exhaure, matériel agricole etc.). Cette remarque est valable aussi pour les matériels importés vendus par ces PME. Il est rare de trouver chez elles des pièces de rechange, hormis quelques pièces essentielles.

2.3 Les réseaux de fabrication comprenant une PME centrale et des ateliers décentralisés.

43. Ces réalisations sont le fait de projets de création de matériel agricole de culture attelée en général: COBEMAG au Bénin fabrique des charrues, charrettes etc. de même que ARCOMA COREMA en Haute Volta par exemple.

44. En général le projet a consisté à structurer l'artisanat local (forgeons, mécaniciens) et l'atelier central est une conséquence et non pas le noyau initial du projet.

45. L'idée de base est de regrouper les machines à moteur électrique dans l'atelier central périurbain et donc relié au réseau électrique pour permettre de fabriquer des lots (kits) de matière semi-usinée qui seront distribués ensuite dans des ateliers manuels ruraux où l'on finira les opérations de fabrication à la forge à main, et où l'on procédera au montage et à la peinture. L'entretien local du matériel vendu est aussi assuré par ces ateliers ruraux.

46. Une autre conception est de fabriquer entièrement les matériels dans l'atelier central en sous-traitant des opérations manuelles aux ateliers ruraux. On peut encore doter les ateliers décentralisés d'un poste de soudure à l'arc thermique et sous-traiter des opérations de soudage, en améliorant les capacités d'entretien local grâce aux équipements de soudure.

47. On peut même faire appel aux artisans décentralisés comme main d'oeuvre temporaire d'appoint à l'atelier central. Il faut alors prévoir des locaux d'hébergement près de l'atelier central.

#### 2.4 Problématique des réseaux de fabrication

regroupant un atelier central (PME) et des artisans décentralisés.

##### A) Problème institutionnel

48. Si l'on pouvait attendre de l'initiative privée (assistée au besoin) qu'elle crée des PME classiques périurbaines, il semble utopique de la voir créer des structures de l'ampleur des réseaux de fabrication: en effet le surcroît d'organisation nécessaire n'est pas compensé à priori, par un surcroît de gain pour l'entrepreneur.

49. De plus les mentalités des artisans ruraux et des investisseurs locaux ou étrangers créateurs de PME classiques n'ont guère de points communs: ces deux mondes se côtoient sans se rencontrer en général. Un certain mépris réciproque n'est pas rare.

50. Par contre les Etats et plus précisément leurs ministères de l'enseignement technique, du travail, ou de l'agriculture, voire de l'industrie ont souvent analysé tout l'avantage (théorique) qu'il y aurait à créer de tels réseaux: intégration dans la même structure du service après vente réel,

souplesse potentielle, polyvalence, intégration possible d'un centre de formation, possibilité d'aide à l'artisanat, amélioration du système de liaison du constructeur avec le paysan lequel se sent beaucoup plus proche de l'artisan rural que de l'entrepreneur urbain, intégration du projet de fabrication à des projets de développement agricole, préfiguration d'une chambre des métiers, etc.

51. Mais il faut trouver une structure juridique pour cet ensemble. La coopérative a souvent été proposée: l'Etat est propriétaire des infrastructures dans le cadre d'un projet de départ, on est en présence d'un système en régie; on peut aussi imaginer un système de leasing où la coopérative loue à l'Etat les équipements. Dans le premier cas, un ministère de tutelle garde un droit de regard dans la coopérative, droit qui peut aller jusqu'à la nomination de fonctionnaires (salariés) à sa tête, avec les problèmes créés par la coexistence de salariés du gouvernement avec des travailleurs dont le revenu est subordonné aux résultats de l'entreprise.

Dans le second cas, le réseau de fabrication est plus indépendant, l'Etat restant cependant propriétaire.

52. Une solution utopique serait que les coopérateurs en s'unissant et en empruntant aux banques puissent d'emblée réunir entre eux le capital de l'entreprise. Dans la pratique, seuls les Etats, aidés ou non par des organismes d'aide bilatérale ou multilatérale, peuvent réunir les capitaux nécessaires aux investissements et au fonds de roulement, aux frais de formation et de mise en route des productions (avec éventuellement une assistance technique par des experts expatriés).

#### B) Problèmes organisationnels

53. La gestion d'un réseau de fabrication est une affaire complexe qu'il faut maîtriser (suivi, contrôle de gestion etc.). De ce point de vue la mise en place d'un réseau est plus délicate que celle d'une zone artisanale périurbaine.

#### C) Autres problèmes

54. Mais par contre, cette structure présente potentiellement tous les avantages souhaitables au niveau de l'approvisionnement, de la formation permanente, de la liaison avec les projets initiés par le gouvernement, de l'accès à l'innovation technologique si celle-ci est prise en charge par l'Etat (actions de vulgarisation etc.).

55. Il convient de dépasser parfois le cadre sectoriel de départ assigné à de tels projets: ainsi adjoindre une activité travail du bois, et même de bâtiment rural à un réseau de fabrication de matériel de culture attelée peut permettre de mieux rentabiliser un camion, certaines machines (raboteuse), ou encore de contrebalancer les périodes de faible plan de charge d'un secteur par des activités dans un autre domaine (polyvalence, souplesse).

56. Idéalement, un tel réseau polyvalent peut constituer pour un pays rural l'interlocuteur privilégié du gouvernement pour la réalisation des marchés de l'Etat dans ce secteur. On peut imaginer un système de détaxes douanières pour aider ce réseau officiel à lutter contre la concurrence étrangère dans des secteurs prioritaires (culture attelée, petite mécanisation, etc.).

### 3. LES FABRICATIONS EN GRANDE INDUSTRIE LOCALE. PROBLEMATIQUE

57. Il existe quelques exemples d'usines de matériels agricoles dépassant le cadre de la PME en Afrique. Citon SISMAR au Sénégal par exemple, Ivoiroutils en Côte d'Ivoire etc. La vocation régionale est revendiquée en général pour ces usines.

58. L'expérience de la dernière décennie a montré que la problématique des PME classiques reste valable pour elles, renforcée par l'effet de taille: le marché est encore plus étroit relativement, l'organisation et les problèmes de gestion, les difficultés de trésorerie etc. se trouvent plus ardues etc.

59. Lorsque ces usines se proposent simplement de réaliser le montage de matériels importés, la faible valeur ajoutée localement rend l'affaire peu intéressante (5 à 10 % au mieux).

60. Enfin nous avons pu voir qu'en cas de diminution de la croissance économique, donc du rythme d'équipement des zones rurales clientes, l'usine importante n'a pas la souplesse requise pour adapter sa production au marché: Les licenciements sont alors inévitables (cf Ivoiroutils ou Siscoma etc.).

### 4. CONCLUSION

61. Le système de fabrication par réseau alliant une PME avec des ateliers décentralisés paraît potentiellement très satisfaisant malgré une difficulté de gestion prévisible. Ce système seul semble permettre l'intégration réelle des besoins globaux des zones rurales.

### III. PROBLEMATIQUE DE LA FABRICATION LOCALE DES DIVERS TYPES DE MATERIELS RURAUX

62. Dans cette partie, nous analyserons la problématique de fabrication locale:

63. - des outillages manuels ruraux tels que houes, machettes, semoirs, presses manuelles à huile, abreuvoirs, vannes d'irrigation, clapets, etc. ainsi que de matériels destinés aux bâtiments ruraux (grilles, huisseries, etc.),

64. - des machines agricoles portées (avec moteur auxiliaire) comme les tronçonneuses etc.

65. - des machines fixes (en cour de ferme) avec moteur auxiliaire, et matériels d'irrigation,

66. - des équipements de culture attelée

67. - des tracteurs uniaxes et de leurs équipements (motoculteurs),

68. - des tracteurs simplifiés (technologie "appropriée") et de leur chaîne d'outils,

69. - des gros tracteurs et matériels TP ainsi que de leurs accessoires (outils).

#### 1. Fabrication d'outils manuels et de matériels simples

70. Comme cela a été analysé plus haut, les forgerons traditionnels ou modernes et certains mécaniciens soudeurs modernes fabriquent (fort bien) les houes, pièges à mâchoire, outils divers dans d'assez bonnes conditions.

71. Il est sans doute possible d'améliorer ces productions surtout en créant des systèmes du type "centrale d'achat" capables de mieux les approvisionner en matière première de qualité (aciers neufs manganosiliceux en remplacement de l'acier doux de récupération par exemple).

72. Les actions de formation n'auront toutefois que peu d'effets sur ces secteurs traditionnels.

73. Il est à noter que faute d'avoir pu trouver des aciers alliés capables de rivaliser avec ceux des outils importés, les forgerons ont abandonné totalement la fabrication des machettes. Certaines usines locales fabriquent sous licence ces produits.

74. Des projets ont souvent été étudiés concernant des houes en acier estampé faites de façon analogue aux machettes, en usine. La diversité extrême des houes demandées et l'inertie du marché ont découragé ces projets, qui, mis à exécution, auraient eu pour effet direct de supprimer l'essentiel des activités des forgerons.

75. Des ateliers non plus de forge, mais de mécanosoudure, pourraient à priori sans problèmes techniques construire des matériels tels que semoirs, roues poqueteuses, séchoirs, cribs, batteuses, presses à huile de palme, presses à pierres à lécher pour le bétail, égrenoirs à main, dépulpeurs à café

arabica, silos en tôle ou en ferro ciment, petites charpentes métalliques, grilles antivol, huisseries et mobilier simple métallique, lits, coffres forts à usage rural, fourneaux de cuisine, moules à agglos et claustrats, presses à briques de terre, abreuvoirs, vannes d'irrigation, certains tuyaux, clapets, couveuses, etc.

76. Toutes ces fabrications peuvent être faites dans des ateliers ruraux disposant d'une scie mécanique, d'une cisaille à levier, d'une meule à disque portative, de la soudure à l'arc et d'une perceuse, ou dans un réseau de fabrication.

77. Toutefois il faudrait pouvoir distribuer des plans types détaillés pour ces divers objets et ceci n'est pas disponible en général. Les fiches de documentation du genre VITA, GRET, ENDA etc. sont trop peu opérationnelles, trop peu détaillées, etc.

## 2. Les matériels de culture attelée

78. Ce type de matériels est fabriqué déjà dans de nombreux Etats, techniquement il ne se pose pas de problème insurmontable. Cependant il convient de réaliser les socs en acier manganosiliceux ou analogue et les versoirs de charrue en acier "triplex" seraient une bonne innovation. Car ces aciers sont délicats à mettre en oeuvre, il semble qu'il serait plus sage actuellement d'importer ces pièces et de réaliser localement tout le reste (seps, âges, étançons, bâtis de polyculteurs, etc.). On peut à la rigueur fabriquer localement les socs de charrues et les pointes de cultivateurs, mais les versoirs paraissent trop délicats à former.

79. D'une façon générale, deux types de conception des matériels s'opposent:

80. 1. La conception forgée réalise les âges et étançons en couplant à chaud une pièce massive d'acier mi-dur. Les trous sont percés à la machine plutôt qu'à la forge cependant. De même les poignées, mancherons seront obtenus en couplant des fers plats rivés aux âges (ou boulonnés). Les matériels obtenus sont en principe élégants et légers.

81. 2. La conception mécanosoudée réalise les polyculteurs en soudant des tubes rectangulaires ou circulaires avec des fers plats. L'assemblage final est réalisé par boulons. L'allure des bâtis est anguleuse et les matériels obtenus sont en général un peu plus lourds.

82. Mais à priori rien ne s'oppose à la conception d'excellents matériels selon l'un ou l'autre type de conception.

83. La forge semble tout de même être en recul devant la rapidité d'exécution liée à la soudure à l'arc.

84. L'atelier de mécanosoudure décrit rapidement au No 76 précédent plus un petit atelier de menuiserie et peinture permettent d'exécuter aussi les charrettes de culture attelée, avec bâti métallique tubulaire soudé ou avec bâti en bois (type charron). Les roues pneumatiques et les essieux sont en général importés. On pourrait faire assez facilement les essieux cependant (voir l'annexe 3).

### 3. Les matériels portés à moteur auxiliaire

85. Quoique simples en apparence, ces matériels sont quasi irréalisables actuellement en atelier local : en effet les outils portés sont limités à un poids total de 15 kg environ pour des raisons de pénibilité d'emploi.

86. Pour cette raison, ils sont en général construits en alliage d'aluminium emboutis ou coulés en coquilles sous pression (faible épaisseur).

87. Les moteurs sont très performants (maximum de puissance au kg), les engrenages en acier traité très résistants pour alléger l'ensemble etc.

88. Les matières plastiques sont également utilisées.

89. Tout cela rend très complexe la fabrication de ces outils qui sont par ailleurs produits en très grandes séries (concurrence aigüe) dans les pays industrialisés. Citons les tronçonneuses à chaînes, les débroussailleuses portées, les tarières pour trouaison (plantation d'arbustes), les atomiseurs à dos, et même les tondeuses à gazon (qui ne sont pas portées mais manoeuvrées à la main).

90. Seul le montage local de ces machines est envisageable mais il n'est guère intéressant. La valeur ajoutée et l'élévation du niveau technologique de base des ouvriers seront très faibles. Par contre il faut inclure les tâches d'entretien de ces matériels dans tout projet de réseau de fabrication locale.

### 4. Les matériels fixes à moteur auxiliaire

91. Les décortiqueurs, moulins, broyeurs, batteuses, bétonnières, pompes d'irrigation, et même les dégauchisseuses, perceuses pour les menuisiers sont des matériels qu'actuellement on n'envisage pas de fabriquer hors d'une usine, possédant fonderie de fonte ou à défaut d'alliages d'aluminium, tour, fraiseuse, etc.

92. Dans tous les cas les moteurs électriques ou thermiques sont importés.

93. De plus il faut posséder des plans détaillés concernant la fabrication des rotors de ces machines qui sont souvent longs à mettre au point (décortiqueurs, broyeurs, moulins, pompes, raboteuses etc.).

94. Toutes ces raisons expliquent que la plupart de ces matériels sont importés.

95. Toutefois certaines astuces de fabrication et notamment en mécanosoudure permettent de créer sans machines outils même des portées de roulements (machinisme "agricole") et ceci devrait ouvrir la possibilité de réaliser en mécanosoudure pure ces matériels sans l'usage de machines onéreuses (voir partie 5 et annexe 3).

96. Il conviendrait pour cela de créer des prototypes et de divulguer les plans et les astuces de fabrication particulières à ces machines simplifiées.

5. Les tracteurs uniaxes (motoculteurs)

97. On ne rencontre guère de fabrications locales concernant les motoculteurs ou leurs accessoires.

98. La raison en est double semble-t-il:

99. (1) Ces matériels ne sont guère utilisés dans l'agriculture des régions chaudes sauf pour le maraîchage et les rizières irriguées.

100. (2) Il existe une telle quantité de constructeurs dans les pays industrialisés où ces matériels sont destinés à l'agriculture de plaisance, que, la concurrence aidant, les prix sont suffisamment bas pour décourager toute fabrication locale. De plus la complexité des tracteurs uniaxes est voisine de celle des engins à 4 roues lesquels paraissent bien plus performants pour des coûts assez peu supérieurs.

101. Tout au plus on pourrait envisager le montage local de motoculteurs importés et l'on sait que ceci ne présente pas beaucoup d'intérêt.

6. Les tracteurs simplifiés de moins de 30 cv

102. Le problème des tracteurs de petite motorisation est tout différent:

103. (1) La concurrence de matériels fabriqués dans les pays industrialisés est très faible car ces modèles en vogue vers 1950 ont presque totalement disparu de leur marché. De plus les engins restant sur ces créneaux sont assez inadaptés à l'agriculture en pays neufs où les conditions de travail sont très dures: on trouve des microtracteurs articulés, fragiles et assez peu stables ou quelques modèles plus adaptés, vestiges des années 50 comme le petit FIAT 300, qui peuvent convenir en savane. Par contre il n'existe guère de microtracteurs tous terrains (à chenilles ou non) pour couvrir les besoins du transport en zone de forêt, ou de l'entretien sous plantations pérennes (café, cacao, palmiers, hévéas etc). De même il n'y a guère de petit matériel pour les rizières inondées et les zones marécageuses.

104. (2) Les organismes techniques spécialisés dans la motorisation de l'agriculture en développement ont vulgarisé ces dernières années le concept de "motorisation intermédiaire" utilisant des "technologies adaptées" simples, accessibles au plus grand nombre, et destinées à assurer au mieux la non-dépendance technique des utilisateurs.

105. Le marché des tracteurs simplifiés de faible puissance existe donc. De plus le volume de ce marché reste immédiatement assez faible, ce qui, en période de crise économique mondiale, décourage les constructeurs des pays riches de créer des modèles et de les exporter.

106. Plusieurs matériels ont donc déjà été créés localement et leur promotion se poursuit plus ou moins activement. Citons le tracteur TINKABI hydrostatique et le PANGOLIN (beaucoup moins avancé actuellement) en République de Côte d'Ivoire. Des firmes comme Citroën et Volkswagen ont aussi des projets en cours.

107. Ces deux premiers cas au moins apportent la preuve qu'une fabrication locale est possible, à condition d'importer les moteurs, les boîtes de vitesses, les roues et les organes hydrauliques pour le TINKABI.

108. Le tracteur PANGOLIN utilise une technologie excluant toute machine outil autre que la scie et la perceuse pour la mise en oeuvre. Les problèmes de développement du projet ne sont donc pas liés à des difficultés financières d'équipement des ateliers ou de durée et de coût des formations, mais plutôt de manque de dynamisme dans la prospection, la promotion de l'engin: il n'y a pas de politique claire définie par le ministère de tutelle du projet.

109. Le problème de l'étroitesse du marché est écarté si la fabrication peut être faite dans un réseau de production très polyvalent travaillant sur toutes sortes de matériels différents dans la mesure où aucune machine spéciale ou onéreuse n'est requise par la fabrication des tracteurs. On peut imaginer une fabrication de quelques engins par an venant en complément de plan de change.

110. Par contre il existe un problème de propriété industrielle des plans : il faut disposer des dossiers de fabrication complets, or on ne trouve guère de tels dossiers à vendre, et les créer soi-même suppose la mise au point locale longue et onéreuse d'un prototype.

#### 7. Les tracteurs de grosse motorisation agricole et les matériels de TP

111. Comme cela a été analysé en introduction, il n'est pas réaliste d'envisager une fabrication de gros tracteurs localement. Tout au plus on peut penser à une usine de montage.

112. Par contre un créneau intéressant est constitué par les matériels satellites de ces engins: bâtis mécanosoudés de cultivateurs, chisels, tilers, etc. remorques agraires...

113. Seuls les dents, socs, pointes etc. seraient importés ainsi que les essieux complets et les roues pneumatiques. Rappelons que les coûts de ces bâtis, châssis, remorques représentent plusieurs dizaines de % du coût des chaînes mécanisées.

114. Il ne paraît pas possible de construire des engins de TP localement surtout en analysant la tendance actuelle au gigantisme.

115. Ceci posé, il n'existe pas d'engins de mini TP qui permettraient à des équipes de jeunes d'assurer l'entretien des pistes rurales (en contrat avec les ministères des TP), activité qui pourrait assurer un emploi à de nombreux jeunes déscolarisés par exemple.

116. Un petit tracteur agricole simplifié muni d'une lame minibull, d'une petite remorque, etc. pourrait être un engin suffisant pour équiper ces brigades légères d'entretien routier.

#### 8. Conclusion

117. L'étendue des créneaux susceptibles de fabrications locales est donc tout à fait considérable, surtout si l'on n'hésite pas à déborder le cadre strict du matériel agricole pur pour aborder l'ensemble des matériels ruraux, de l'habitat au matériel de cour de ferme en passant bien sûr par l'agriculture.

118. Les idées directrices pour sélectionner les créneaux sont:

119. - rechercher un domaine non couvert par la concurrence des pays industrialisés

120. - rechercher dans un premier temps des matériels réalisables sans pièces de fonderie ni usinages délicats, mais au contraire relevant entièrement de la mécanosoudure ou de la chaudronnerie
121. - ne pas hésiter à importer les pièces de travail du sol en aciers spéciaux, les organes mécaniques complexes (moteurs boîtes de vitesses, roues pneumatiques, essieux etc.)
122. - rechercher si une source d'information est capable de diffuser des plans types détaillés ("savoir quoi faire")

IV. PROBLEMATIQUE DU CHOIX DU STADE DE COMPLEXITE DE L'ATELIER DE FABRICATION  
LOCALE

123. Il existe une infinité de types d'ateliers de fabrication allant du plus rudimentaire au plus complexe, de la forge à main archaïque à l'atelier souple de robots pilotés par ordinateur.

124. Chaque type d'atelier, pour être mis en oeuvre, nécessite une somme de savoir-faire technique, et un investissement initial (équipements et locaux).

125. On peut arbitrairement proposer quelques jalons dans l'échelle des complexités croissantes des équipements et pour chaque stade décrit, le tableau ci-après indique un ordre de grandeur du coût des équipements (bâtiment non compris), des durées de formation minimum des cadres, ainsi que les domaines d'utilisation possibles.

<u>Repère du stade de complexité de l'équipement</u>	<u>Description sommaire des équipements</u>	<u>Durée formation cadres en mois</u>	<u>Coût équipements en 1982 en milliers de US\$</u>	<u>Domaines couverts</u>
1	forge manuelle "assise" traditionnelle	6 mois étalés sur une vie	0,3	outils à main pièges, fusils "de traite"
2	forge manuelle "debout" avec cisaille à levier, enclume, étau à pied, limes, tarauds filières, clés etc. Sans électricité	9 mois	2	entretien et fabrication d'outils de culture attelée et d'outils agricoles manuels
3	Niveau 2 plus soudure à l'arc par groupe de soudage thermique semi-portable	12 mois	4	idem niveau 2, plus entretien de tous matériels agricoles et plus de possibilités en fabrication
4	<u>Pas de forge</u> .Soudure à l'arc thermique ou sur réseau électrique local .Perceuse à colonne capacité 30 mm .Scie alternative capacité 180 mm .2 meuleuses à disques portatives o 230 et 115 .Cisaille à levier 5 mm. .Enclume, marteaux, étau à pied, étau parallèle .Clés .Filières tarauds forêts .Limes .Compresseurs et pistolet peinture	9 mois (pas de forge)	7	idem niveau 3 plus fabrication même de petits tracteurs etc,
5	Niveau 4 plus machines outils . Tour . Fraiseuse . Rectifieuse . Presse plieuse . Cisaille guillotine	36	25 à 100	Tous entretiens Toutes fabrications classiques de mécanique générale
6	Niveau 5 mais avec machines à commande numérique et tailleuses d'engrenages, machines à brocher, etc.	50	150 à ''	Atelier pour fabrications en séries et sous-traitance
7	Atelier "souple" avec machines robotisées pilotées par ordinateurs	80 à 120	2000 à ''	Industrie automobile à grande échelle

126. Il est intéressant de tracer les 2 courbes de la durée de formation des cadres et du coût des équipements d'atelier en fonction du stade de complexité croissante.

127. La 1ère courbe ci-dessous montre comment la durée de formation décroît même légèrement au Stade 4 pour croître ensuite rapidement.

128. La 2ème courbe montre comment le coût des investissements marque un brusque coude au Stade 4.

129. Naturellement, suivant le niveau des productions escompté, il peut être nécessaire de doubler ou tripler etc. le nombre des machines identiques. Le coût donné ici ne correspond qu'à l'achat d'une seule machine de chaque type. Ces coûts sont tout à fait indicatifs car chaque machine peut aussi être choisie dans une gamme allant de la plus rustique à la plus sophistiquée.

130. Néanmoins ces deux courbes sont éloquentes et montrent combien le Stade 4 est intéressant : il allie de grandes possibilités à une faible durée de formation des cadres techniques et un faible niveau de coût des équipements.

131. Mieux, cet atelier est transportable si l'on remplace la scie par un bâti muni d'une disqueuse portative, et la perceuse par un bâti muni d'une forte chignole électrique, ces machines portatives monophasées étant mises en oeuvre grâce à un gros poste de soudure thermique pourvu d'une sortie 220V 3KVA.

132. Il permet donc des réparations avec fabrication de pièces mécanosoudées de remplacement au pied du tracteur, au champ même car tout ce matériel entre dans le plateau d'une camionnette de 1000 kg de charge utile.

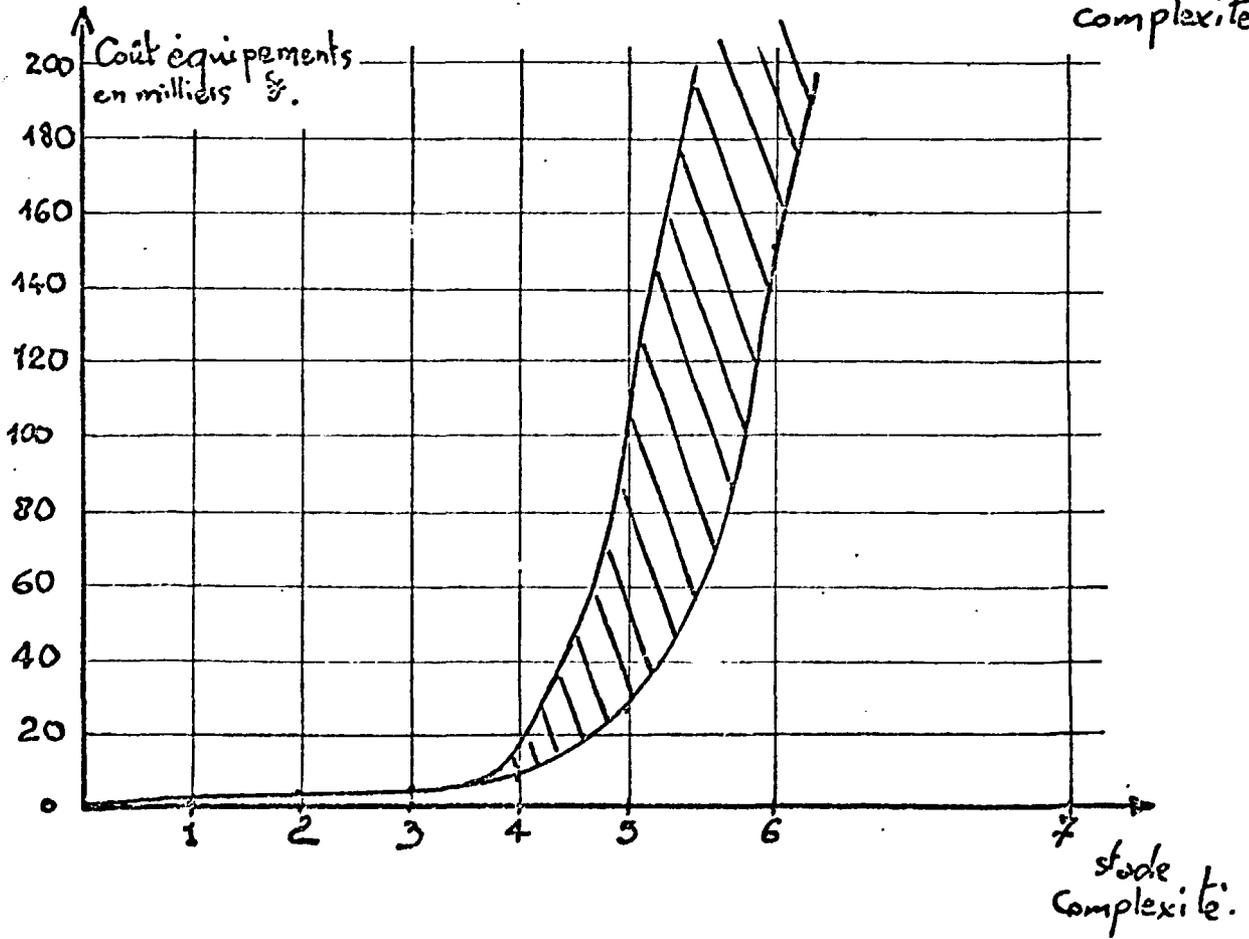
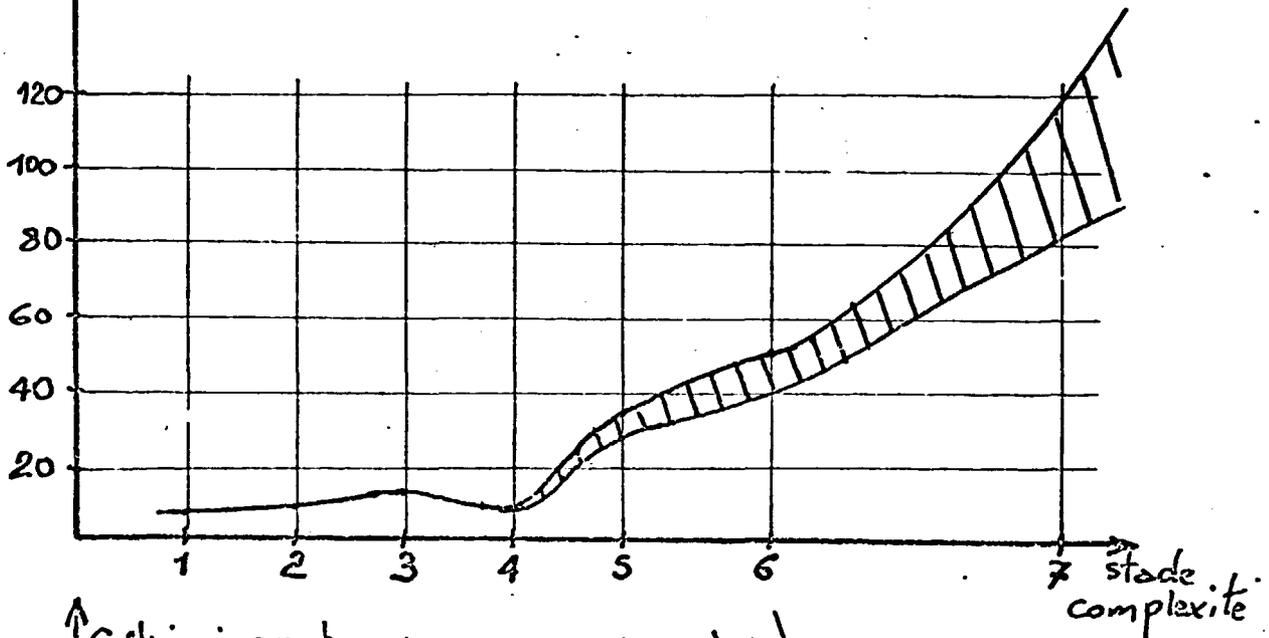
133. Mais si l'on ajoute que grâce à des astuces techniques il est possible de fabriquer sans usinage ultérieur des parties de roulement femelles brutes de mécanosoudure, on voit alors que bon nombre des applications réservées au Stade 5 lui deviennent accessibles (machines simples mécanosoudées comportant des axes, des rotors, etc.) (voir l'annexe 3 à ce sujet).

134. En conclusion, nous recommandons vivement ce type d'atelier du Stade 4 comme première étape dans la voie des fabrications locales. Plusieurs niveaux peuvent être décrits pour l'atelier du Stade 4.

135. L'annexe 1 propose une liste détaillée des équipements avec des niveaux de coûts indicatifs en FF (1\$ = 7FF).

Durée formation cadres  
en mois

Evolutions de la durée de formation  
et du coût des équipements en fonction  
du stade de complexité de l'atelier de fabrication



V. PROBLEMATIQUE DES CONCEPTIONS DE MATERIELS POUR UNE FABRICATION LOCALE :  
"TECHNOLOGIES ADAPTEES"

136. Il est banal d'affirmer que la conception de matériels doit être faite en liaison étroite avec la complexité des équipements des ateliers de fabrication et avec le niveau technologique de base des agents de fabrication et de leurs cadres.

137. De même la conception doit être adaptée à l'utilisateur, c'est-à-dire qu'elle doit rechercher le maximum de performance du matériel étudié tout en permettant la plus grande non-dépendance possible de l'utilisateur.

138. L'annexe 2 propose une réflexion théorique sur les critères d'adaptation des technologies qui approfondit ces notions.

139. L'annexe 1 décrit le niveau 4 d'atelier de fabrication de façon détaillée. C'est ce type d'atelier qui sera l'hypothèse choisie pour imposer les choix de conception exposés plus loin.

1. Choix du type de conception des matériels

140. Grossièrement, on peut analyser les moyens de fabrication classiques concourant à créer des matériels ruraux en 7 grandes catégories:

141. (1) La fonderie de fonte ou d'aluminium qui fournit des ébauches de pièces
142. (2) La grosse forge, l'estampe qui proposent des ébauches analogues mais en acier
143. (3) La mécanosoudure qui elle aussi permet de préparer des châssis bruts, des pièces brutes analogues aux pièces forgées, en acier
144. (4) L'usinage par enlèvement de matière qui permet de terminer les pièces préparées selon 1, 2, ou 3 indifféremment.
145. (5) La chaudronnerie-tôlerie qui fabrique les carrosseries, protections etc. destinées à protéger les ensembles mécaniques issus de (1,2,3) plus 4.
146. (6) Le montage
147. (7) La peinture ( finition)

1.1 Choix de la filière de préparation des pièces brutes

148. La réflexion présentée plus haut amène à écarter la fonderie et la grosse forge, et même la forge à main pour donner la préférence à la mécanosoudure pour l'obtention des châssis, bâtis, et ébauches de pièces mécaniques. En effet la fonderie et la grosse forge avec leurs équipements lourds et chers (cubilot, four à mazout, presses à estampes, marteau pilon, etc) sont des techniques peu souples, valables seulement dans le cas de séries, pour pouvoir amortir les modèles de fonderie (bois ou les matrices de forge).

149. La forge à main avec gabarits de coudage etc. est rigide d'emploi et nécessite elle aussi des fours onéreux (la forge à soufflet ne suffit pas).

150. Par contre la mécanosoudure est extrêmement souple, et reste compétitive tant que les séries sont faibles ce qui est le cas puisque les marchés sont étroits et très diversifiés.

### 1.2 Réduction des usinages par enlèvement de métal

151. L'annexe 3 décrit de façon détaillée une astuce de fabrication permettant d'effectuer des cages femelles brutes de soudure et pourtant directement utilisables pour des roulements, bagues etc.

152. D'autres astuces permettent de simplifier la fabrication des fourreaux de passage d'axes, les palliers, etc. Un ensemble de ces particularités de conception sera exposé dans un ouvrage collectif publié en France par le CEEMAT<sup>1/</sup> en liaison avec la CINAM<sup>2/</sup> sous le titre "Memento du mécanicien rural" vers le début 83.

153. Tout cela concourt à permettre d'éviter les usinages sauf les perçages et les sciages à condition d'utiliser les astuces de conception décrites.

154. Nous avons donc analysé ici comment le choix d'un atelier de niveau 4 (cf. paragraphes 125 et suivants) impose le choix d'une conception liée aux équipements minimum retenus.

### 2. Choix des techniques en fonction du milieu humain utilisateur: conception à but pédagogique

155. Le choix du niveau de complexité des chaînes mécanisées devant constituer la première étape de motorisation de l'agriculture n'est pas un choix uniquement technique.

156. Il devrait permettre aux paysans de se familiariser avec l'utilisation des machines agricoles, il doit élever le niveau technologique de base des populations.

157. De ce point de vue, la culture attelée lorsqu'elle est praticable (absence de tripanocomiase) constitue une étape pédagogique très intéressante.

158. En ce qui concerne la première motorisation, elle devra si possible être "transparente", c'est-à-dire révéler au premier coup d'oeil les secrets de sa chaîne cinématique, présenter de façon claire le trajet du mouvement du moteur aux roues etc. De ce point de vue les tracteurs à carters fermés tenant lieu de châssis sont particulièrement peu pédagogiques : on ne voit rien de ce qui est contenu dans la poutre centrale; seuls les axes des leviers de commande sont visibles (même les vérins de relevage hydraulique sont intégrés dans les carters du tracteur).

159. Les tracteurs simplifiés seront donc de préférence conçus sur la base d'une platine châssis portant les organes mécaniques à l'extérieur, ceux-ci étant reliés par des courroies, chaînes, arbres visibles pour permettre de repérer immédiatement à quel niveau apparaît un dysfonctionnement etc.

<sup>1/</sup> CEEMAT Parc de Tourvoie 92 160 Antony, France

<sup>2/</sup> CINAM Zolad rue du Caducée 34100 Montpellier, France

160. Dans le même ordre d'idées, une transmission par galet de friction, courroie, organes ne nécessitant pas de carters d'huile étanches, sera pédagogiquement plus adaptée que la transmission par chaîne, engrenage, etc.

161. L'élimination des circuits électriques et hydrauliques (relevage, etc.) pour les remplacer par des systèmes mécaniques (treuils de relevage, démarrage manuel etc.) est aussi un facteur aidant à la compréhension des machines. De plus on évite ainsi bon nombre de pannes : tout le monde peut changer un câble de treuil cassé, par contre les interventions sur les circuits hydrauliques sont délicates.

162. Ou encore il faut proposer des engins entièrement hydrauliques (du genre TINKABI).

163. L'idéal serait d'arriver à des engins tellement simples qu'on puisse les entretenir et, pourquoi pas, les construire au niveau du paysan lui-même (voir en VI l'étude du cas "YETI").

164. Toujours dans le but d'améliorer la maintenance et la "transparence" des machines, une conception "modulaire" et non pas "intégrée" est préférable en première étape de mécanisation :

165. Chaque sous-ensemble est individualisé, visualisé sur le châssis si possible par un bloc distinct et en cas de panne chaque module peut être rapidement interchangeable pour diminuer le temps d'immobilisation.

### 3. Conception visant à la non-dépendance de l'utilisateur

166. Une panne survient quand une pièce est trop usée ou cassée. Dans les deux cas il faut la changer (achat d'une pièce neuve) ou en fabriquer localement une autre analogue.

167. Il faut éviter donc au maximum d'utiliser des pièces dont le service après vente n'est pas assuré localement, et si ceci n'est pas possible, il faut surdimensionner ces pièces pour écarter le risque d'avarie à leur niveau et le reporter sur des pièces plus faibles faciles à trouver ou à fabriquer.

168. Notons que les firmes d'automobiles sont parmi celles qui ont le meilleur service après vente dans les pays neufs et que de ce fait il peut être intéressant d'utiliser sur les machines fabriquées localement des sous-ensembles issus de voitures de tourisme (pièces d'origines ou pièces de récupération par ailleurs bien moins chères).

169. Un autre aspect est la limitation volontaire du lot d'outillage nécessaire à l'entretien des machines : on peut par exemple se limiter au niveau de la conception à une, voire deux dimensions de boulons (par exemple le diamètre M12 ou M14).

170. Une console fixée par 6 vis M8 tiendra aussi bien avec 4 vis M12, etc. et il est intéressant de limiter le jeu de tarauds, clés, filanes, forêts et aussi les stocks de boulons nécessaires à l'artisan réparateur.

171. On évitera par exemple les vis à 6 pans creux ou à tête fendue car chacun sait que les clés Allen et autres tourne-vis en bon état sont rarissimes dans les ateliers ruraux.

172. Les vis de blocage qui doivent être manipulées par le paysan auront des têtes à oeil car peu de cultivateurs possèdent des clés.

173. Une boîte à outils spacieuse sera systématiquement fixée au châssis et sera livrée garnie des outils indispensables dont la burette et la pompe à graisse.

174. On préférera si cela est possible les courroies plates vendues au mètre dans toute bonne quincaillerie aux courroies trapézoïdales.

175. Toutes ces propositions sont de nature à permettre au paysan ou à l'artisan local d'assurer l'entretien total courant.

176. La querelle entre partisans du moteur à essence peu fiable mais simple et partisans des engins Diesel robustes mais complexes n'est pas close. Nous préférons quant à nous la solution Diesel, moins onéreuse à l'usage.

#### 4. Conception adaptée aux conditions physiques d'utilisation

177. Naturellement les machines seront conçues pour s'adapter au cahier des charges local, en tenant compte de la diversité des travaux à exécuter, de leur spécificité, du climat local, de l'état des pistes etc.

178. Pour cela il faut d'une part étudier soigneusement les travaux à assumer et surtout procéder à des essais sur le terrain et des modifications successives des matériels proposés.

179. Ces mises au point de prototypes sont inévitables, longues et onéreuses.

## VI. ETUDE DE CAS - LES TRACTEURS YETI EN FRANCE ET PANGOLIN EN COTE D'IVOIRE

180. Pour appuyer l'analyse présentée précédemment, cette 6e partie propose l'étude des cas de deux tracteurs simplifiés mis en oeuvre, suivant les idées exposées, par la CINAM<sup>1/</sup>, l'un en France (le YETI), l'autre en Côte d'Ivoire (le PANGOLIN).

### 1. Le PANGOLIN

181. Le tracteur PANGOLIN est une chenillette de 1,4 m de largeur, 2m de longueur, pesant 1200 kg.

182. Il est destiné aux travaux sous plantation et principalement au transport du café ou cacao du champ au village. Il tire une remorque de 800 à 1000 kg de charge utile.

183. Sa conception après 7 ou 8 prototypes intermédiaires est telle qu'aucune pièce tournée ou fraisée localement n'est utilisée.

Un atelier du stade 4 (cf paragraphes 125 et suivants) suffit pour le construire. Le moteur-boîte de vitesse assemblé et les roues sont importées. Tout le reste est fabriqué localement.

184. Un petit réseau de fabrication regroupant 3 ou 4 artisans ruraux et un atelier central en cours de construction à Guibéroua, près de Gagnoa, est étudié dans le cadre du vaste projet de motorisation paysanale ivoirien (financement CCCE).

185. Ce projet vise entre autre à s'assurer qu'un réseau de fabrication peut s'autofinancer et résoudre les problèmes d'entretien courants des matériaux agricoles de sa région grâce aux activités plus rémunératrices de production qui complètent son plan de charge.

186. Il est trop tôt pour tirer des conclusions de ce cas, l'atelier central n'étant même pas encore construit entièrement. Cependant le projet PANGOLIN est vieux de 10 ans déjà (en 1982), mais cette lenteur s'explique par le manque de tutelle institutionnelle fixe : 3 ministères différents ont au cours des années successivement suivi l'évolution de l'engin.

187. Les problèmes rencontrés sont la méfiance du milieu "fonctionnaire" pour des solutions endogènes et la non possibilité financière de faire piloter le projet par des groupements de paysans intéressés : les acteurs intéressés n'ont pas d'argent, et les gestionnaires des ressources de l'Etat ne sont pas directement concernés par la promotion de ce matériel.

188. C'est ce qui a poussé la CINAM à tenter une expérience analogue en FRANCE. Paradoxalement, il a été beaucoup plus facile de mettre en oeuvre un projet de tracteur simplifié (technologie à peu près identique à celle du PANGOLIN) en pays industrialisé.

---

<sup>1/</sup> CINAM : Compagnie d'études industrielles et d'Aménagement, ZOAD, rue du Caducée 34100, Montpellier, France.

## 2. Le cas du "YETI"

189. Au printemps 1981, la CINAM conduit une brève enquête en zones de montagne française pour identifier un ou plusieurs créneaux de matériels assez modestes non couverts par les firmes industrielles.

190. Rapidement il apparaît que le matériel autrichien, suisse, allemand qui occupe seul le créneau des tracteurs de montagne n'est pas adapté : il est trop sophistiqué et surtout bien trop cher pour les budgets des éleveurs contactés; de plus ces différents tracteurs proposés ne sont pas polyvalents.

191. Ainsi de nombreux paysans travaillent encore à la main, charrient le foin à dos de mulet et ne disposent que de motofaucheuses pour toute motorisation.

192. La suite de l'enquête permet d'identifier une association en cours de constitution, regroupant des paysans de montagne, des chercheurs universitaires et des artisans locaux : le Comité d'Etudes et de Propositions (CEP) patronné par une structure d'animation, l'association Peuple et Culture<sup>1/</sup> allait naître.

193. Le CEP développe une analyse de l'économie basée sur le concept de "Système économique dominant" opposé à un système économique "alternatif".

194. Le système agricole dominant est axé sur la productivité, le productivisme même : chaque paysan aborde de façon intensive une ou deux spéculations grâce à un équipement motorisé très complet (appel massif au Crédit bancaire) afin de produire sans cesse plus de denrées payées de moins en moins cher unitairement. Il ne survit que dans une course en avant basée sur la croissance.

195. Une puissante industrie agro-alimentaire achète ses productions non transformées et les élabore elle-même, dégageant à ce stade l'essentiel des valeurs ajoutées.

196. Cette agriculture, assistée par les états par ailleurs, convient aux vastes plaines où la mécanisation peut être très bien rentabilisée.

197. Elle a déçu les espoirs de petits agriculteurs de zones défavorisées et un exode rural dramatique caractérise ainsi les zones de montagne.

198. Le système "alternatif" est un système élitiste basé sur la capacité d'imaginer des solutions là où le système économique dominant est défaillant : Ainsi l'idée de base est de commercialiser directement (sans intermédiaires) des produits élaborés et non pas des produits bruts - vendre du fromage et non du lait, des sachets de plantes aromatiques et non des produits en vrac à des grossistes etc..

199. Une seconde idée est de ne faire appel au crédit qu'à très faible niveau: mieux vaut produire peu mais garder pour soi l'essentiel des gains que de produire abondamment et utiliser la majeure partie des bénéfices pour rembourser des emprunts.

---

<sup>1/</sup> CEP et Peuple et Culture : 9 rue de la Poste 38 000 Grenoble, France.

200. Enfin la pluriactivité est de règle, associant artisanat et agriculture, tourisme à la ferme, auto-construction des bâtiments et du matériel agricole et élevage etc.

201. Rapidement le CEP a compris tout l'intérêt matériel et idéologique qu'il y avait à transposer le projet PANGOLIN de la CINAM en un projet en montage française: le tracteur polyvalent YETI allait naître.

202. Le financement fut difficile à trouver, car, comme pour les pays du Tiers Monde, les banques et l'aide s'adressent aux Etats et non aux paysans, même regroupés. Finalement le CEP a pu obtenir un prêt remboursable auprès de l'ANVAR, organisme français d'aide à l'innovation.

203. Un an et demi plus tard, après trois générations de prototypes, le YETI est pratiquement au point et la fabrication de présérie a débuté.

### 2.1 Description technique du YETI

204. Le YETI est une chenillette de 1200 kg, largeur 1,6m, longueur 2m, largeur des chenilles à crampons caoutchouc 0,5m. garde au sol 24cm, hauteur hors tout 1,7m.

205. La pression du sol de 100g/cm<sup>2</sup> (le tiers du pas humain) lui permet la circulation sur neige tassée.

206. Le YETI évolue dans des pentes allant jusqu'à 60%, dans toutes les directions et en continu.

207. La chaîne cinématique du YETI est analogue à celle des PANGOLIN : un galet de friction est pris en sandwich entre 3 ensembles de roues placées tout autour. Le galet est donc autocentré. Il tourne en sens inverse des barbotins tous rendus moteurs de ce fait. A l'arrière deux ensembles de roues de tension maintiennent les semi-chenilles en contact par friction sur les barbotins.

L'ensemble moteur-boîte de vitesses actionne les 2 galets de friction droit et gauche que l'on peut freiner individuellement pour diriger le chenillard (cela bloque la chenille droite en gauche, le différentiel faisant tourner la chenille non bloquée à vitesse double).

208. Le moteur-boîte peut être un ensemble 2 cv, 3 cv Citroën (voiture de tourisme). Mais il vaut mieux adapter un moteur Diesel 17 à 26 cv sur cette boîte 3 cv Citroën. De la sorte on trouve partout les pièces de rechange pour la partie transmission. Les galets sont quant à eux fabriqués sur place (tube perforé) (voir les photos ci-contre).

### 2.2 Le réseau de fabrication

209. Le massif de la Chartreuse dans les Alpes du Nord est le plus avancé dans la mise en place du réseau. Deux artisans qui possédaient déjà un atelier du Stade 4 (voir par. 125 et suivants) se sont spécialisés l'un dans la fabrication de la chenille, l'autre dans la réalisation du châssis.

210. Actuellement la tendance se confirme de voir les clients paysans eux-mêmes fabriquer le reste des pièces et monter leur tracteurs, le peindre.

211. Certains artisans sont désireux de monter des YETI complets pour des clients désirant des engins clés en main.
212. Aucun intermédiaire de commercialisation n'est prévu.
213. La CINAM fournit un kit comprenant le moteur-boîte assemblé par ses soins, les roues et quelques accessoires (bagues bronze, maître cylindres de freins, etc.).
214. Le client verse une royauté qui permet de rembourser les emprunts ANVAR et de couvrir les frais de suivi. Ceci lui donne droit aux plans et au prêt d'un lot de gabarits d'assemblage.
215. Des stages de perfectionnement sont organisés pour les clients désireux de construire eux-mêmes leur YETI.
216. Le poste de pilotage du YETI est réversible.
217. En position inversée, la prise de force arrière devient frontale pour mettre en oeuvre une faucheuse de 2m, une andaineuse, une fourche à fumier (force 150 kg), un petit treuil débardeur forestier, une fraise à neige, une lame minibull etc.
218. En position normale YETI tracte une remorque de 800kg de C.I., une landaise de 400 kg, 1 m de large, une charrue 10" et tous les outils à dents, un traceuse de piste de ski de fond (1 trace) etc.
219. Le relevage 3 points et la prise de force sont au standard Catégorie 1.
220. Le coût actuel du YETI (1982) clé en main nu version Diesel est de 42 000 FF (6 000 \$). Ceci est la moitié du coût d'un petit tracteur de montagne importé.

### 2.3 Conclusion

221. L'affaire YETI paraît d'ores et déjà très prometteuse. Elle confirme le bien fondé des propositions concernant les technologies adaptées choisies et les possibilités de l'atelier du 4e stade associé aux astuces de fabrication développées par la CINAM.
222. Le projet paraît tout à fait transposable à nouveau dans le Tiers Monde (dont il est issu).
223. Un tracteur plus petit, le MOUFLON est à l'étude pour le CEEMAT pour un projet de mécanisation des Hauts de l'Ile de la Réunion.
224. L'auto-construction locale est envisagée.

## VII. PROPOSITIONS

225. La réflexion qui fait l'objet de cette note et l'expérimentation concrète YETI nous amènent à proposer la création expérimentale d'un réseau de fabrication en zone rurale du Tiers Monde, c'est là une première proposition.

226. Un ou plusieurs dossiers de plans types concernant des matériels ruraux utiles et non couverts par des fabrications industrielles (concurrence) actuellement, pourraient être créés, les prototypes testés, et ces matériels pourraient être diffusés dans les réseaux de fabrication demandeurs ensuite.

227. L'ONUDI ou un autre organisme d'aide pourraient financer ces études de dossiers de plans et, propriétaires des brevets ou modèles, pourraient assurer cette diffusion.

Voilà la seconde proposition. Naturellement cela ne pourrait être fait qu'après identification d'une demande concernant un créneau précis par un Etat désireux d'avancer dans la voie de fabrications rurales locales.

### 1. La création d'un réseau de fabrication expérimental

228. 1.1 Déroulement du projet : phase préparatoire - après identification d'un état désireux de créer un tel projet il y a lieu :

1° d'étudier le marché de matériels ruraux, secteur bâtiment y compris, sur une zone d'action à définir d'environ 200 km x 200 km (ou plus, selon les voies de desserte).

2° De cerner les créneaux peu couverts ou encore dans lesquels l'Etat veut volontairement faire de l'import - substitution (donc avec protection douanière).

3° D'établir un budget prévisionnel des fabrications projetées afin de dimensionner le réseau.

4° D'étudier l'artisanat ou les PME locales pour analyser comment elles pourraient s'articuler avec le réseau projeté.

5° D'étudier la structuration actuelle du milieu client : les agriculteurs etc.

6° De prendre connaissance des projets de développement locaux en cours ou projetés, ainsi que du Plan si l'Etat en possède un.

7° De rédiger le document de projet, de l'évaluer...

8° De rechercher un ministère de tutelle ou un organisme de structuration du monde paysan comme une fédération de coopératives etc., destiné à suivre la mise en place du projet.

9° De choisir un statut juridique pour le réseau : coopérative en régie, coopérative en leasing, par ex.

10° De trouver une source de financement.

1.2. Le projet proprement dit débute alors

229. 1° Construction des bâtiments  
2° Mise en place de l'assistance technique  
3° Prospection - recrutement des futurs agents du réseau : d'une part 3 ou 4 artisans ruraux qui resteront dans leur village mais auront un équipement modernisé et recevront une formation etc., d'autre part les 2 ou 3 agents permanents de l'atelier central d'appui au réseau de fabrication.
- 4° Prise de contact avec les associations paysannes, coopératives etc.
- 5° Formation permanente et mise en route des productions simultanément à la mise en place de la gestion. Pour cela utilisation de dossiers de fabrication fournis au projet dans le cadre de l'assistance technique.
- 6° Création d'un lot de matériels de démonstration promotion. Tournées d'information Publicité.
- 7° Mise en régime de fabrication.
- 8° Mise en place du système de feedback, conseil de perfectionnement etc
- 9° Mise en place d'un système de prestations de vulgarisation technologique à destination du milieu utilisateur.
- 10° Retrait de l'assistance. Suivi périodique.

230. 1.3 Durée : 3 ans Coût prévisionnel = 70 à 100 mois/expert et 100.000 \$ coût d'équipements, bâtiments, véhicules ainsi que 50.000 \$ de frais de fonctionnement (carburant, secrétariat, frais pédagogiques). Naturellement ces chiffres sont à affiner lors d'une étude d'un cas précis.

231. 1.4 Résultats escomptés : création de 4 à 10 postes de travail - Fabrication annuelle pour un montant de 150.000 \$ (chiffre à préciser lui aussi). Couverture des problèmes d'entretien des matériels agricoles locaux et d'une partie de leur fabrication. Mais surtout élévation du niveau technologique de base des agriculteurs et des artisans locaux.

2. La création d'une banque de plans de fabrication de produits auto-constructibles dans les zones rurales des pays en développement

2.1 Enquête préalable

232. Une enquête permet d'identifier quelques créneaux de matériels spécifiques, non couverts par la concurrence des pays industrialisés (ou mal couverts), fabricables à priori localement et susceptibles de résoudre quelques besoins prioritaires exprimés, ressentis ou même décelables des populations rurales. Choix de 1, 2 ou 3 créneaux.

233. 2.2 Etude de ces matériels avec réalisation de prototypes et essais

234. 2.3 Après les modifications finales, élaboration des dossiers complets de fabrication (dont les plans détaillés).

235. 2.4 Prise de brevets au besoin, protection de l'invention

236. 2.5 Diffusion des dossiers avec ou sans perception de royalties

Coût : l'étude d'un petit tracteur et de sa chaîne peut coûter moins de 50,000 \$ (le cas particulier de chaque matériel doit être chiffré après définition précise du cahier des charges etc.).

#### 2.6 Résultats escomptés

237. Lever l'obstacle du manque de "savoir quoi faire". Permettre à des Etats qui n'ont pas les moyens en hommes ou en capitaux de créer des matériels innovants, d'entrer tout de même dans la phase de développement caractérisée par la possibilité d'autoproduire ses outils et ses équipements agricoles ou ruraux.

238. L'idéal serait d'associer aux travaux sur prototype des équipes de techniciens locaux qui pourront plus tard poursuivre et diversifier les recherches.

# Annexe 1 : l'atelier type

nb: 1 & # 7EE

## DESCRIPTION ATELIER ET OUTILS - LISTE D'OUTILS ET DE MACHINES TYPES

La production ou les services attendus permettent de classer les ateliers selon leur équipement en plusieurs niveaux. L'activité de ces ateliers est centrée sur la réparation des matériels agricoles et ruraux, les pompes, les véhicules, tracteurs, voitures et sur les fabrications à base de mécanosoudure. Le niveau le plus élaboré décrit ici, comporte un complément d'équipement pour le travail du bois et la maçonnerie. Pour ce dernier niveau on a pu imaginer deux stades plus complexes qui peuvent s'ajouter à un noyau dur; Il apparaîtra très clairement que les montants d'investissements correspondants font alors un bond considérable qui tient à l'acquisition de machines à production de type industriel.

+ Niveau 1 : Il s'agit d'un atelier mobile constitué de matériels portés par une camionnette à plateau pour le travail métal mécanique, comportant des moteurs alimentés par un groupe électrogène.

Les ateliers de niveaux 2, 3, 4 sont, par contre, des ateliers fixes.

+ Niveau 2 : Il s'agit d'un atelier fixe ne comportant aucun moteur mais des machines manuelles et de l'outillage.

+ Niveau 3 : L'atelier est fixe, non relié au réseau électrique. Il comporte des machines à moteur du même type que celles du niveau 1, un ensemble de machines manuelles et d'outillage.

+ Niveau 4 : Il est relié au réseau électrique de distribution et comporte des machines de production pour le fer, le bois et la maçonnerie.

Nous ferons une description sommaire des différents niveaux d'atelier; En indiquant les machines, matériels et outillages à conseiller ainsi que leur niveau de prix indicatif, aux conditions de Mars 1982, départ France hors taxes.

### 1. - ATELIER MOBILE

Le matériel porté sur une camionnette permet de réaliser les interventions de dépannage sur le site. Il comporte un ensemble de machines à moteurs et de l'outillage à main.

1.1. - GROUPE ELECTROGENE AVEC POSTE DE SOUDURE. Il existe un grand choix parmi les divers types d'appareils de puissances différentes pouvant donner une grande plage d'intensité de soudure. Il est conseillé de choisir du matériel robuste ayant des caractéristiques surdimensionnées par rapport à la charge demandée habituellement, de façon à obtenir une bonne

qualité de l'amorçage de l'arc et de la fusion, et à pouvoir utiliser toutes les sortes d'électrodes disponibles sur le marché.

Le moteur Diesel est préférable au moteur à essence par sa robustesse et sa consommation souvent plus économique.

Les caractéristiques du groupe doivent permettre aussi une sortie de 220 Volts qui donne la possibilité de brancher du matériel portatif.

L'ensemble est monté sur châssis à roulettes facilitant les déplacements.

On retiendra les spécifications suivantes :

Moteur Diesel	:	6 à 7 CV
Courant de soudage	:	40 à 160 Ampères
Sortie monophasée	:	220 Volts, 3 KVA
Poids	:	150 kg environ.

Prix : 18.000 FF

#### 1.2. - MEULEUSES-DISQUEUSES PORTATIVES

Il convient de retenir les deux dimensions suivantes :

1°) diamètre 230 mm	2 KVA	6,4 kg	<u>Prix : 925 FF</u>
---------------------	-------	--------	----------------------

2°) diamètre 115 mm	0,6 KVA	1,7 kg	<u>Prix : 750 FF</u>
---------------------	---------	--------	----------------------

On peut, de plus, installer la disqueuse sur un support orientable qui permet alors de l'utiliser pour le tronçonnage à poste fixe.

Prix : 620 FF

#### 1.3. - PERCEUSES UNIVERSELLES

Les deux modèles suivants sont nécessaires :

1 - Modèle revolver  
Diamètre 13 mm avec mandrin à serrage automatique  
Puissance 0,5 KVA

Prix : 610 FF

2 - Modèle professionnel à 2 manches  
Diamètre 22 mm - Cône morse n° 2  
Puissance 0,7 KVA

Prix : 1.340 FF

#### 1.4. - ECLAIRAGE

Baladeuse simple

Prix : 50 FF

### 1.5. - CAISSE A OUTILS

Il existe sur le marché des caisses à outils extensibles à 3 étages contenant une cinquantaine d'outils dont :

- 12 clés plates au chrome Vanadium de 6 à 32 mm
  - 12 clés à pipe de 6 à 30 mm
  - et un ensemble de marteaux, pinces, limes, tournevis ...
- Prix : 1.000 FF

Selon le type habituel d'intervention il sera possible de rajouter d'autres outils choisis dans la liste (cf. § 4.5.).

### 1.6. - LA CAMIONNETTE SERA EQUIPEE D'UN GROS MADRIER supportant :

- 1°) Un étau à mors parallèle en acier électrique, largeur 150 mm - ouverture 150 mm, à base tournante  
Prix : 580 FF
- 2°) Une petite enclume en acier  
Poids : 35 kg Prix : 950 FF
- 3°) Eventuellement le support de la disqueuse.

### 1.7. - EQUIPEMENTS DIVERS ET CONSOMMABLES

Prix : 1.000 FF

## 2. - ATELIER FIXE SANS MOTEUR ELECTRIQUE

Ce genre d'atelier ne peut être normalisé. Il est équipé de quelques unes des machines manuelles et de l'outillage concernant le travail du métal en feuille, la forge et les diverses activités de réparation : matériel rural, ou véhicules. Ces matériels sont décrits (cf. § 4.4. et 4.5.). Cet atelier n'est destiné qu'au travail du métal.

## 3. - ATELIER FIXE NON RELIE AU RESEAU, AVEC MOTEURS ELECTRIQUES

Nous retrouvons le matériel équipant l'atelier de niveau 1 avec les possibilités de la mécanosoudure. A cela, s'ajoute un ensemble plus complet de machines manuelles permettant des interventions ou des fabrications plus soignées, ainsi qu'un outillage plus complet (voir § 4.4. et 4.5.). Il ne travaille que le métal.

#### 4. - ATELIER DECENTRALISE RELIE AU RESEAU ELECTRIQUE

Ce niveau d'atelier se situe à la charnière de la petite industrie. Il peut réaliser toutes sortes de réparations, de machines rurales ou de moteurs, et construire des matériels simples ou complexes, comme des charrues, des remorques, de petits tracteurs. Nous allons donner une liste de machines à moteurs, de machines manuelles et d'outillages souhaitables en distinguant un noyau dur principal et deux niveaux supérieurs.

Certaines rubriques considérées comme non indispensables sont décrites également ici, elles peuvent correspondre à des besoins particuliers.

##### 4.1. - MACHINES A MOTEUR POUR LE TRAVAIL DU METAL

##### 4.1.1. - MACHINES DU NOYAU DUR

###### a) Perceuse à colonne.

Elle aura les spécifications suivantes :

- Capacité : 25 à 32 mm  
Cône morse : 2 ou 3  
avec réduction de 3 à 2. Chasse cône.
- Mandrin à bille autoserreur :  $\varnothing$  16 mm
- Course de broche de 110 à 130 mm
- Etau mobile et orientable
- Colonne munie d'une crémaillère
- L'éclairage et l'arrosage sont utiles sans être indispensables.

Prix : 13.000 FF

###### b) Scie à métaux.

Plusieurs types de scies peuvent être présentées.

1°) Scie circulaire à lame métallique en acier rapide. Elle présente l'avantage de scier rapidement et sans bavures notables les fers serruriers, mais elle est relativement lente dans le massif.

Prix entre 8.000 FF  
et 12.000 FF

Les lames sont coûteuses, environ 300 FF/pièce.

2°) Scie circulaire à disque-friction en acier à pastille de carbure. Elle est rapide mais elle nécessite un ébavurage. Le moteur en est très puissant. Déconseillée.

3°) Scie à meule, disque de diamètre 350. Coûteuse en disques. Elle produit beaucoup de bavures, longues et coupantes. A défaut de cette machine, on peut utiliser, nous l'avons vu, la disqueuse portative adaptée sur un socle.

4°) La scie battante à lame est à conseiller. Elle convient bien aux ateliers d'entretien et aux ateliers de prototype ou de petites séries. Les lames sont peu coûteuses. C'est une machine assez lente mais qui nécessite une puissance de moteur plus réduite (0,5 à 1 CV). L'inconvénient de sa lenteur est compensée par la possibilité qu'elle présente, d'un approvisionnement automatique pour des travaux en série, ce qui permet aux agents de se consacrer à d'autres tâches. Elles sont toutes munies d'un arrêt automatique.

Les lames de capacité 350 ou 400 mm offrent une alternative de denture

- fine pour les épaisseurs minces,
- grosse pour les épaisseurs massives.

Prix : 7.500 FF

5°) La scie à ruban, horizontale ou verticale, n'est pas conseillée, elle se prête mieux aux grandes fabrications.

c) Poste à soudure électrique.

Les postes statiques peuvent être de plusieurs types.

1°) à transformateur monophasé à fer saturé alimenté en 2 phases.

2°) à transformateur triphasé qui fournit un courant secondaire redressé, ondulé. Ce dispositif est excellent. Il équilibre bien le réseau.

Les postes rotatifs sont également de différents types :

1°) courant continu avec dynamo.

2°) courant alternatif de fréquence normale auquel on ajoute un courant à haute fréquence de 100.000 à 500.000 HZ, qui facilite par l'étincelle pilote, l'amorçage et le maintien de l'arc.

Le choix pourra se porter sur un modèle statique qui garantisse un bon coefficient d'utilisation (environ 80 %). Certains modèles de poste statique ont 2 sorties possibles :

- l'une pour tôle mince,
- l'autre pour tôle forte.

Modèle 160 A de courant de soudage.

Prix : 3.000 FF

La soudure entraîne l'utilisation de certains accessoires.

1°) Torche porte-électrodes. Elle peut être à vis ou à ressort. Il est préférable de choisir le modèle à vis.

Prix : 70 FF

2°) La pince de masse. Elle est peut-être constituée d'un simple serre-joint métallique, ou mieux, d'une pince à ressort (vérifier l'isolement du ressort de façon à éviter sa destruction par effet joule).

Prix : 70 FF

3°) Le marteau à piquer. Il possède un côté tranchant et un autre pointu, qui doivent être tenus à vifs pour garder leur efficacité dans le nettoyage du laitier refroidi.

Prix : 30 FF

4°) La brosse métallique. Pour compléter le nettoyage il est nécessaire d'utiliser une brosse métallique très dure et étroite (25 à 30 mm) pour atteindre les cordons difficiles d'accès.

Prix : 20 FF

5°) La protection du soudeur. Elle comprend un masque, un tablier, des gants et des guêtres.

- Le masque peut être à poignée ou à serre-tête, ce qui a l'avantage de libérer les deux mains.

Prix : 40 FF

Il est muni d'un verre blanc côté travail et d'un verre de couleur pour la protection des yeux, côté visage.

- Le tablier, les gants et les guêtres sont en cuir.

Tablier	Prix :	80 FF
Gants	Prix :	80 FF
Guêtres	Prix :	60 FF

Il est conseillé aux soudeurs d'éviter les chaussures basses et les chaussettes en matière synthétique (brûlures).

d) Perceuses portatives revolver.

Mandrin Ø 13 mm

Prix : 610 FF

e) 2 disqueuses portatives  
Ø 230 mm et 115 mm

Prix : 925 et 750 FF

f) Fer à souder électrique pour souder à l'étain  
120 Watts - 220 Volts monophasé

Prix : 100 FF

#### 4.1.2. - MACHINES A MOTEUR DU 1er NIVEAU COMPLEMENTAIRE

a) Touret à meuler sur pied, livré avec 2 meules et deux écrous de protection, s'il est suffisamment puissant il peut servir à l'ébarbage.

Puissance : 1000 Watts

Alimentation : 220 Volts monophasé ou triphasé.

Prix : 600 FF

b) Touret à affûter, d'établi, équipé de 2 meules de duretés différentes, l'une pour ébaucher, l'autre pour finir.

220 Volts monophasé.

Prix : 700 FF

- c) Compresseur d'air  
Réservoir de 100 l  
Pression : 8/9 bars  
Puissance : 2 CV  
Alimentation : 220/380 triphasé

Prix : 3.200 FF

Il convient d'ajouter les accessoires suivants :

- 1 soufflette Prix : 50 FF
- 1 pistolet peinture Prix : 350 FF
- 1 pistolet de gonflage avec manomètre Prix : 125 FF
- 1 tuyau avec raccords rapides à bille  
longueur : 4 m Prix : 80 FF

- d) Une perceuse portative à 2 manches pour  
diamètre 22 mm

Prix : 1.350 FF

#### 4.1.3. - MACHINES A MOTEUR DU 2e NIVEAU COMPLEMENTAIRE

Ce niveau entraîne un accroissement important des investissements qui peut se justifier par des productions de type industriel.

- a) Cisaille à Guillotine pour couper en série des tôles et fers de dimensions maximales suivantes :

Épaisseur : 3 mm  
Largeur : 2 m

Prix : 46.600 FF

- b) Poinçonneuse-cisaille et grugeoir.

Capacité épaisseur : 6 mm

Prix : 30.200 FF

Cette machine sera utile pour des commandes importantes de charpente métallique.

- c) Presse hydraulique plieuse à moteur électrique.

Capacité épaisseur : 3 mm  
Largeur : 2 m

Prix : 41.000 FF

#### 4.2. - MACHINES A BOIS

Il ne s'agit pas ici de proposer la constitution d'un atelier complet de menuiserie, mais plutôt d'un atelier qui s'ajoute au précédent pour les charpentes et le charonnage.

Les fonctions à remplir sont :

- dégauchissage
- rabotage
- toupiage

- mortaisage
- tenonage
- sciage circulaire
- affûtage des fers

Elles sont associées en un ou plusieurs ensembles dont les éléments peuvent être mus par un même moteur. La disposition pose un problème d'agencement et de surface disponible.

Il est, pour ce genre d'atelier, préférable de retenir la solution combinée qui en une seule machine peut réaliser les 7 opérations. On retiendra une combinée de capacité en largeur de 350 mm.

Prix : 32.000 FF

#### 4.3. - MACHINES POUR LA CONSTRUCTION ET LE BATIMENT

On retiendra une bétonnière à moteur thermique de 140 litres, 3 à 4 CV, avec essieu routier et possibilité d'attelage à boule 50 mm,

Prix : 3.400 FF

et pour la préparation du bois (facultatif) une tronçonneuse à chaîne à moteur thermique à lamier de 350 mm,

Prix : 2.500 FF

équipable d'un chariot gruminette pour débiter les petites grumes en planches (dans ce cas, lamier de 500 mm)

Prix : 700 FF

#### 4.4. - MACHINES MANUELLES

Nous allons décrire les machines concernant le travail des métaux en feuille, la forge (non indispensable), la soudure oxyacétylénique et oxycoupage, la manutention, la mécanique moteur et l'équipement général de l'atelier.

##### 4.4.1. - TRAVAIL DES METAUX EN FEUILLE

a) Une cisaille à levier. Le bâti doit être en acier moulé plus robuste que les bâtis soudés. La qualité de l'appareil réside dans la solidité du système d'axes.

Capacité tôle 6 mm  
rond 12 mm

Prix : 6.000 FF

b) Une plieuse à tôle à balancier : épaisseur 2 mm  
largeur 1050 mm

Prix : 7.000 FF

c) Une rouleuse de tôle : ( épaisseur 1,5 mm  
( largeur 1550 mm

ou ( épaisseur 3 mm  
( largeur 1050 mm

Prix : 13.000 FF

b) Un cric rouleur pour l'entretien des véhicules

force : 40 KN (4 tonnes)  
hauteur mini : 140 mm  
hauteur maxi : 560 mm

Prix : 2.400 FF

et un cric hydraulique, type camion, de 50 KN (5 tonnes),

Prix : 800 FF

c) Les élingues

Il en existe de plusieurs types, qu'elles soient à chaînes, à corde, à câble protégé, à sangles. Les diverses données sont :

1°) à chaîne force 10 KN (1 t)

1 brin 274 FF le 1er m - 75 FF le m suivant  
2 brins 545 FF le 1er m - 178 FF le m suivant

2°) à corde force 10 KN (1 t)

5 FF le m livré en rouleau de 100 m de chanvre  
1,5 FF le m livré en rouleau de 100 m de polypropylène  
3,4 FF le m livré en rouleau de 100 m de nylon.

3°) acier protégé force 10 KN (1 t)

1 brin 244 FF le m - 102 FF le m suivant  
2 brins 592 FF le m - 160 FF le m suivant

4°) Elingue à sangle en caoutchouc armé de 3 câbles d'acier  
660 F le 1er m - 154 FF le m suivant.

Ce dernier type d'élingue présente les avantages suivants :

- propriété antidérapante due au caoutchouc (exemple manipulation de fûts),
- résistance importante due aux câbles d'acier,
- protection de la surface des charges transportées.

Nous conseillons une élingue à 2 brins de chaîne de 2 m.

Prix : 733 FF

d) Les chandelles (on peut les fabriquer soi-même).

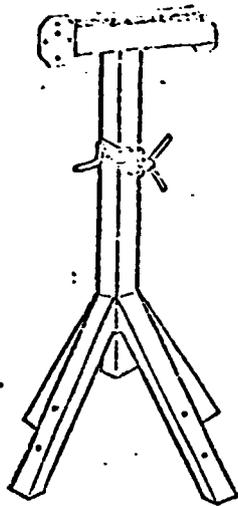


Fig. 1

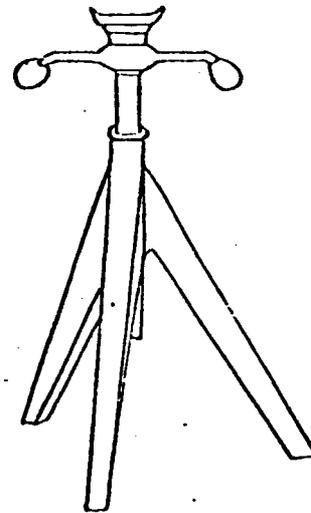


Fig. 2

L'atelier sera équipé de chandelles et servantes :

3 chandelles à 4 positions de réglages, soit prix unitaire : 615 FF

1 chandelle à vis (fig. 2)

Prix : 538 FF

2 servantes à rouleau permettant un blocage rapide au niveau désiré (fig. 1).

L'une sera destinée à l'approvisionnement de la scie battante, l'autre peut servir à la perceuse.

Prix unitaire : 1.000 FF

e) Matériel de traction

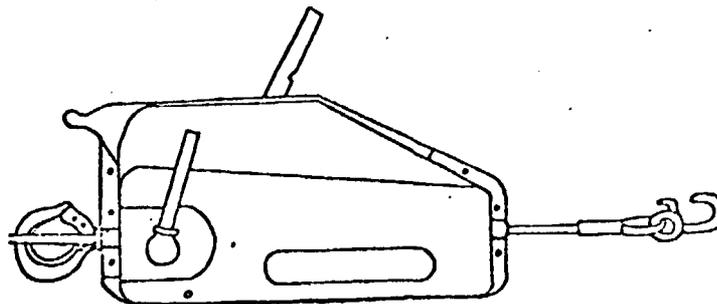


Fig. 3

Un "Tirfor" de 10 KN (fig. 3)

Prix : 1.000 FF

C'est un appareil de traction et levage dont le câble est entraîné de façon rectiligne par 2 blocs de mâchoires autoserrantes qui ne déforment pas le câble.

#### 4.4.5. - MECANIQUE MOTEUR

a) Une presse hydraulique 200 KN (20 tonnes) d'établi, facultative, pour extraire les roulements, etc...

Prix : 6.000 FF

Le bâti de cette presse peut facilement être fabriqué par l'atelier lui-même. Dans ce cas, on peut n'acheter que la tête de presse amovible.

Prix : 3.000 FF

b) Etau à mors parallèle en acier moulé

largeur : 150 mm

ouverture : 150 mm

avec base tournante

Prix : 600 FF

On installera plusieurs étaux en fonction du nombre de personnes travaillant habituellement en même temps.

#### 4.4.6. - EQUIPEMENT DE L'ATELIER

a) Etabli en bois massif (autoconstruction), épaisseur 80 mm. Sa hauteur devra être réglée de façon que le bord supérieur de l'étau arrive en-dessous du coude de l'opérateur.

La présence de tiroirs n'est pas une bonne solution, car il est difficile de les maintenir propres de limaille et autres débris.

L'établi (ou les étaux, selon le nombre de personnes) pourra être muni de 2 roulettes pour faciliter le déplacement en vue du nettoyage.

Prix : 1.500 FF

b) Table de soudure (autoconstruction).

Elle est constituée d'une table d'épaisseur 10 mm, sur bâti métallique de 2 m x 1 m très rigide. Prévoir une partie à claire-voie (découpage) et éventuellement 2 roulettes.

Prix : 2.500 FF

c) Panneau mural (autoconstruction).

Les outils pourront être rangés d'un geste simple sur un panneau mural portant la silhouette de chaque outil.

Prix : 2.000 FF

d) Rangement (autoconstruction).

Les murs de l'atelier doivent comporter une série importante d'étagères peu profondes (inférieures à 30 cm).

De plus, on agencera un placard, fermé, pour les produits consommables qui craignent les poussières et, une armoire vestiaire.

Prix total : 2.000 FF

e) Rideaux (obligatoires).

L'atelier devra comporter des panneaux de protection (coups d'arc et projections); pour cela on peut utiliser des rideaux en lin, enduits de PVC, ininflammables et opaques, ils résistent bien aux projections de soudure.

On peut trouver des panneaux de hauteur 2 m  
et largeur 1,5 m

Prix : 200 FF

que l'on peut monter facilement sur un système de tubes. L'ensemble de 3 panneaux montés.

Prix : 800 FF

f) Anneaux de ripage (autoconstruction).

Lors du bétonnage du sol de l'atelier, il sera utile de prévoir l'ancrage de plusieurs anneaux qui pourront servir de points fixes pour les opérations de traction, etc...

Prix de 4 anneaux : 100 FF

4.5. - OUTILLAGE MANUEL

Les listes présentées, ici, donnent des indications suffisantes pour les ateliers décentralisés ayant à réparer et produire du matériel rural.

4.5.1. - TRACAGE ET MESURE

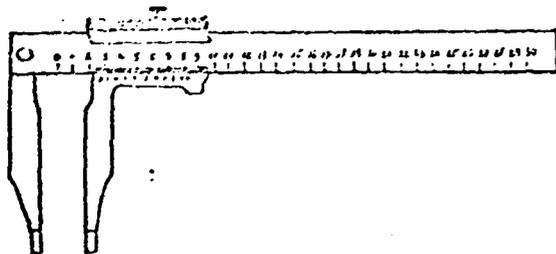


Fig. 4

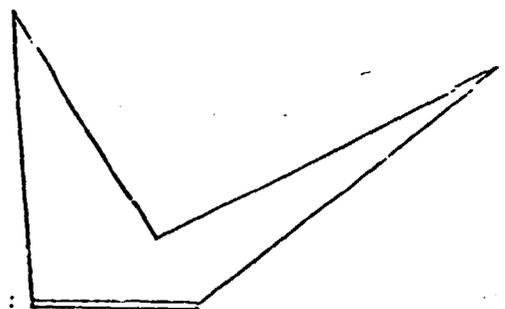


Fig. 5

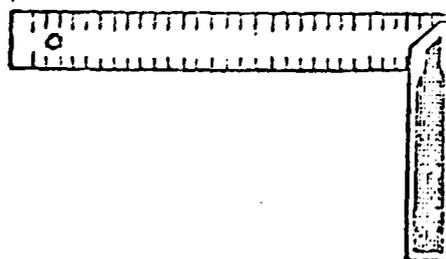


Fig 5 bis

- Pointe à tracer au carbure. Prix : 32 FF
- On peut aussi en récupérer dans des lames de scie cassées.
- Pointeau, en acier au chrome Vanadium à haute résistance, pour un jeu de 2,5 - 3 - 3,5 - 4 - 6 - 8 mm. Prix : 50 FF
- Compas d'ajusteur à vis latérale. Prix : 41 FF
- Double-mètre ruban en acier. Prix : 20 FF
- Pied à coulisse de 250 mm de longueur (fig. 4) au 1/50 en acier inoxydable. Prix : 500 FF
- Calibre à coulisse au 1/10<sup>e</sup> (Colombus). Prix : 100 FF
- Equerres à chapeau ou genre menuisier. Il faut une grande et une petite (fig. 5 et 5 bis), Prix : 40 FF  
et une équerre à double onglet, longueur 15 cm Prix : 120 FF
- 1 règle métallique (réglet de 500 mm) Prix : 50 FF

#### 4.5.2. - AJUSTAGE

Les outils seront choisis au chrome Vanadium traité à haute résistance.

##### a) Les limes (à double taille)

- Bâtarde 300 mm plate Prix : 91 FF
- Bâtarde 300 mm ronde Ø 12 Prix : 75 FF
- Bâtarde 300 mm carrée 12 Prix : 80 FF
- Douce 150 mm plate Prix : 83 FF
- Douce 150 mm ronde Ø 6 Prix : 65 FF
- Douce 150 mm tiers point 11 mm Prix : 91 FF
- une cardé à lime Prix : 15 FF

##### b) Les burins et bédanes ...

- Burin longueur 150 mm Prix : 15 FF
- Burin longueur 250 mm Prix : 21 FF
- Bédane longueur 180 mm Prix : 12 FF
- Chasse-goupilles - un jeu de longueur 100 à corps moleté pour diamètre 2,5 - 3 - 3,5 - 4,5 - 6 - 8. Prix : 56 FF
- Grattoir triangulaire en acier traité - longueur 100 mm. Prix : 28 FF
- Scie à métaux à manche rond avec un jeu de lames : Prix : 100 FF

- Découpoir - outil indispensable pour le découpage des rondelles et des joints dans le carton, la Klingerit, l'amiante, le cuir, le caoutchouc, le plomb, le plastique.

La présentation est en coffret, pour les diamètres variant de 2 mm en 2 mm, de 3 à 20 mm.

Prix : 120 FF

- Compas coupe-joints. L'ensemble est présenté en coffret pour joints ou rondelles jusqu'à 500 mm.

Prix : 170 FF

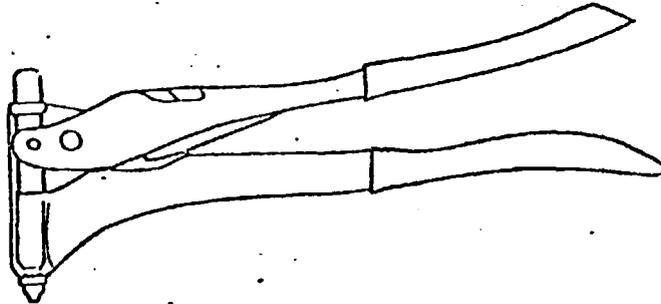


Fig. 6

- Pince à riveter pour rivetage aveugle (fig. 6).

Prix : 230 FF

- 3 marteaux d'ajustage, emmanchés en cornouiller de préférence,

- marteau rivoir 315 g  
500 g  
1000 g

Prix : 32 FF

Prix : 36 FF

Prix : 54 FF

### c) Clés et tournevis

- Jeu de 12 clés plates de 6 à 32 Cr Va Ni - Prix : 150 FF

Jeu de 12 clés à oeil de 6 à 32 Cr Va Ni - Prix : 150 FF

Jeu de 8 clés à pipe de 8 à 23 Prix : 160 FF

Jeu de 9 clés à tube de 8 à 19 Prix : 90 FF

- 1 coffret de douilles à 6 pans et carrés 1/2 pouce de 10 à 32 mm, comprenant 19 douilles

un cliquet réversible  
un vilebrequin, un joint à la cardan  
une poignée coulissante  
deux rallonges

Prix : 500 FF

- Une clé à molette de longueur 300 mm  
ouverture 34 mm

Prix : 70 FF

- 3 tournevis de 4 mm, 6 mm, 8 mm Prix : 17 FF
- 4 tournevis cruciforme 3, 4, 6, 8 mm Prix : 25 FF
- Trousseau de clés pour 6 pans creux de 1,5 à 8 mm Prix : 24 FF
- Clé dynamométrique avec accessoires présentés en coffret (avec rallonges, cliquet, réducteur, augmentateur, cardan, embouts), facultative. Prix : 1175 FF

d) Pincés, tenailles, etc...

- Pince multiprise à trous sécants ou à crémaillère Prix : 41 FF  
Prix : 41 FF
- Tenaille Prix : 22 FF

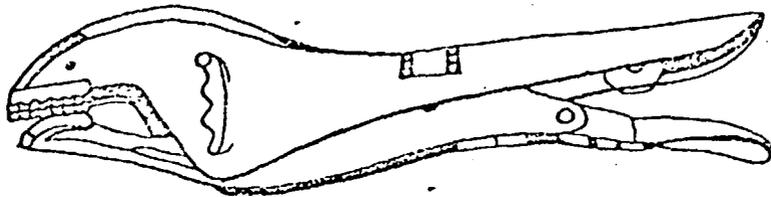


Fig. 7

- 6 pincés étaux à grande ouverture (fig. 7), le tout : Prix : 516 FF
- 4 pincés à circlips pour circlips intérieurs et extérieurs (2 droites et 2 coudées), Prix : 150 FF  
Prix : 150 FF  
il faut 2 pincés ouvrantes  
2 pincés fermantes

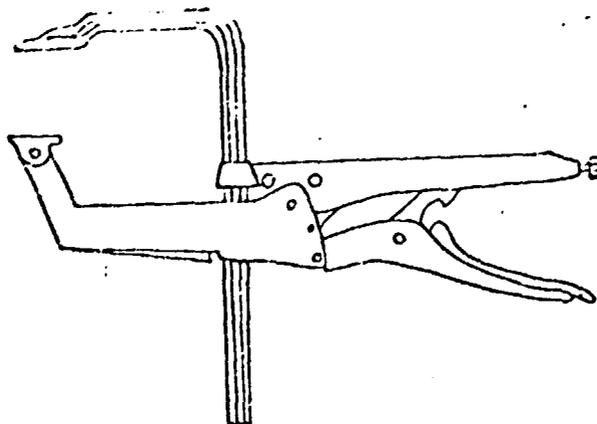


Fig. 8

- deux presses pour une capacité de serrage de 0 à 300 mm (fig. 7); les 2

Prix : 218 FF

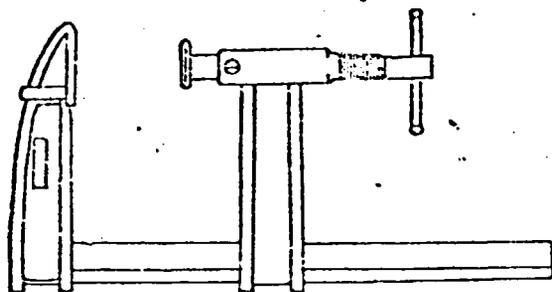


Fig. 9

- des serre-joints à pompe, genre menuisier (fig. 8)

2 de 400  
2 de 800  
2 de 1500  
2 de 2500

Prix : 2 x 75 FF :	150 FF
Prix : 2 x 92 FF :	184 FF
Prix : 2 x 150 FF :	300 FF
Prix : 2 x 200 FF :	400 FF

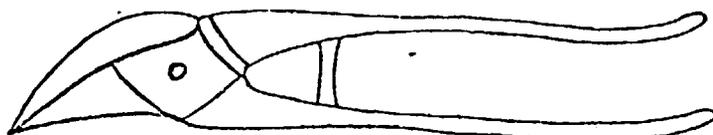


Fig. 10

- une cisaille pour métaux en feuille bichantourneuse, droite ou gauche (fig. 10)

Prix : 51 FF

e) Tubes.

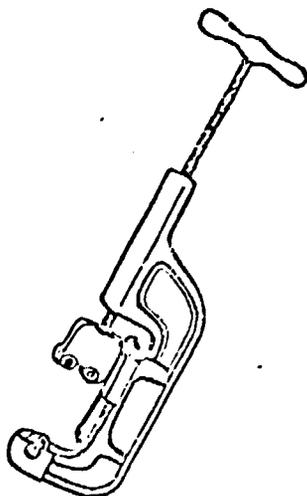


Fig. 11

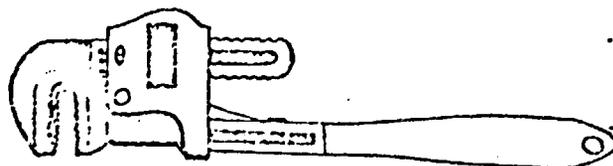


Fig. 12

- Coupe-tube acier de 2 pouces (fig. 11). Prix : 200 FF

- Clé à griffe serre-tube (fig. 12),  
longueur 450 mm Prix : 45 FF

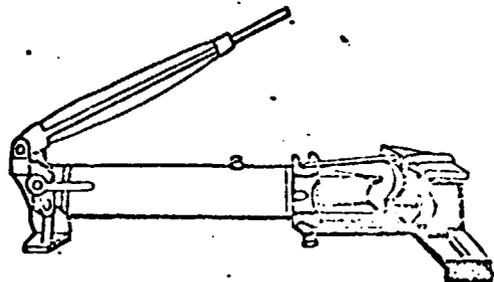


Fig. 12

- Cintreuse Mingori (facultatif) (fig. 13). Prix : 5.000 FF

- Filière à peigne pour tube filetage gaz à droite, avec  
4 jeux de peignes de 1/4 pouce à 2 pouces (facultatif).

Prix filière : 1.025 FF

Prix peignes 4 x 182: 728 FF

f) Forets, tarauds, alésoirs, filières.

- Forets. - Jeu à queue cylindrique acier rapide HSS (ARS),  
diamètre de 1 à 14 mm par 1/2 mm.

- Jeu suivant à cone morse 2 Prix : 200 FF

14,5 mm  
15,5 mm  
16 mm  
19 mm  
20 mm  
22 mm  
25 mm  
28 mm  
30 mm

Prix : 950 FF

- Tarauds. On choisira le jeu de 3 tarauds pour chaque dimension  
de

4 mm  
5 mm  
6 mm  
7 mm  
8 mm  
9 mm  
10 mm  
12 mm  
14 mm  
16 mm

Prix : 700 FF

- 2 tourne-à-gauche de 2 à 10  
6 à 20

Prix : 35 FF  
Prix : 90 FF

- Filière et porte-filière

porte-cage de 25,4  
 porte-cage de 38,1

Prix : 25 FF  
Prix : 38 FF

- Les filières retenues seront :  
 M 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16

Prix : 1.000 FF

- Les alésoirs façon Paris  $\emptyset$  10  
 $\emptyset$  12  
 $\emptyset$  16

Prix : 91 FF  
Prix : 103 FF  
Prix : 141 FF

#### 4.5.3. - TOLERIE - CARROSSERIE

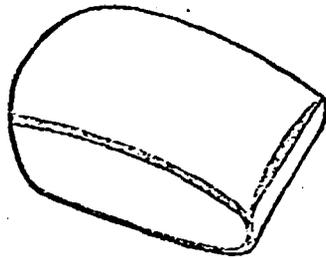


Fig. 14



Fig. 15

- Un tas américain (fig. 14)
- Une batte à planer (fig. 15)
- Un maillet pour carrossier
- Un jeu de boulerolles
- Un jeu de pinceau et brosses à peinture

Prix : 88 FF

Prix : 70 FF

Prix : 30 FF

Prix : 30 FF

Prix : 70 FF

#### 4.5.4. REPARATION DE PNEUS

- 4 démonte-pneus voiture
- 4 démonte-pneus vélo
- 1 clé à valve
- 1 décolleur de jante
- une petite presse à vulcaniser
- une pompe à pied
- 1 manomètre de contrôle

Prix : 60 FF

Prix : 16 FF

Prix : 30 FF

Prix : 30 FF

Prix : 80 FF

Prix : 100 FF

Prix : 50 FF

#### 4.5.5. -- ELECTRICITE AUTO

- Un contrôleur universel Voltmètre  
Ampèremètre  
Ohm mètre Prix : 231 FF
- Un tate-accu Prix : 100 FF
- Un pèse acide Prix : 20 FF
- Un chargeur de batterie pour 6, 12 V  
et 24 V Prix : 500 FF
- Une pince à sertir de capacité 0,75  
à 6 mm<sup>2</sup> pour couper, dénuder et sertir. Prix : 50 FF
- Un ciseau à chatterton Prix : 21 FF
- Un couteau à 2 lames Prix : 25 FF

#### 4.5.6. - REPARATION DES MOTEURS

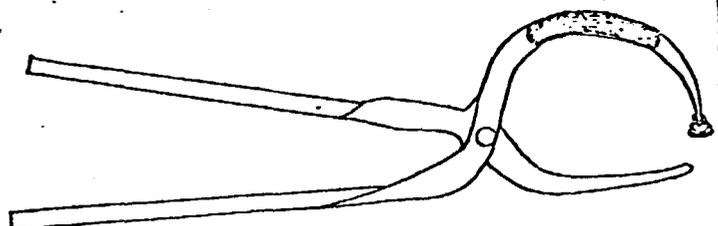


Fig. 16

- Une pince pour frein à tambour (fig.16),  
utilisée pour la mise en place rapide  
des ressorts de frein. Prix : 71 FF
- Nécessaire de rodage de soupape :  
Jeu de rodoir avec ventouse, et pâte à roder  
comportant 2 graduations. Prix : 100 FF
- Collier à remonter les segments Prix : 20 FF

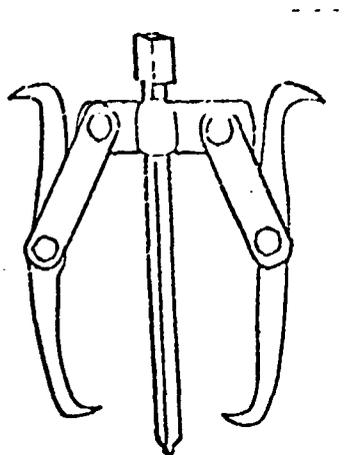


Fig. 17

- Arrache-moyeux (fig. 17).  
Le modèle à retenir en acier forgé au Cr-Va présente un système autoserreur maintenant les crochets en position. Les crochets sont réversibles. Prix : 166 FF
  
- Un compte-tours (facultatif). L'appareil à retenir devrait comporter plusieurs sensibilités
  - de 20 à 200
  - 200 à 2.000
  - 200 à 20.000Prix : 600 FF
  
- Une montre comparateur (facultatif). Elle devra être livrée avec un support magnétique. Prix : 330 FF
  
- Une clé à douille pour bougie avec rallonge et cardan. Prix : 100 FF
  
- Un jeu de jauges d'épaisseur de  $\frac{5}{100}$  à  $\frac{100}{100}$  Prix : 25 FF

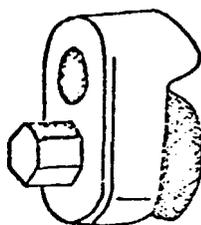


Fig. 18

- Un extracteur de goujon composé d'un entraînement par molette excentrée (fig. 18), capacité 6 à 15 mm Prix : 110 FF
  
- Cinq extracteurs à gauche après percement d'un trou à l'intérieur du goujon cassé - Ø 4, 5, 6, 8, 11. Prix : 90 FF
  
- Une pompe à tarer les injecteurs (facultatif). Prix : 1.000 FF
  
- Un appareil à agraffer les courroies plates. Prix : 300 FF
  
- Un taraud spécial pour filet hélicoïdal destiné à rechanger les filetages des trous de bougie détériorés (avec filet acier carré) Prix : 200 FF

#### 4.5.7. - GRAISSAGE

- Une pompe à graisse à levier manuel et plusieurs embouts.  
Prix : 60 FF
- Une burette à piston.  
Prix : 35 FF
- Un entonnoir avec embout flexible (ou seringue à huile).  
Prix : 32 FF
- Une clé à sangle pour filtre à cartouche. Prix : 93 FF
- Deux cuvettes en plastique pour nettoyage des pièces.  
Prix : 100 FF
- Pâte à joints et filasses.

#### 4.5.8. - FORGE

- Une forge manuelle - p.m. - (cf. 4.4.2.)
- Un lot de 5 tenailles de forge :

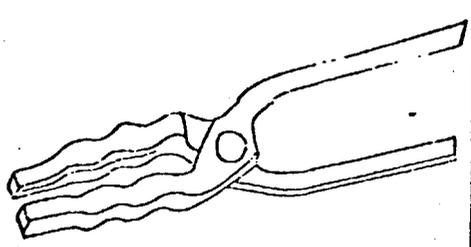


Fig. 19

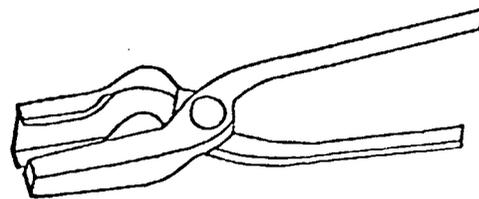


Fig. 20

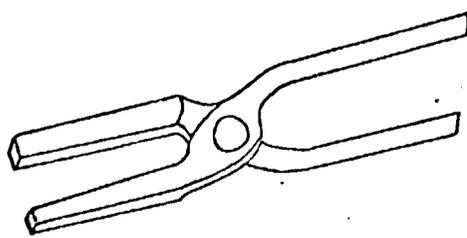


Fig. 21

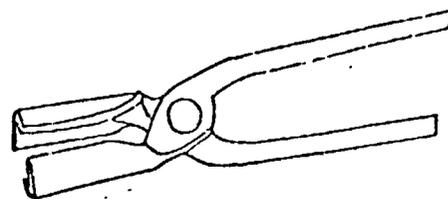


Fig. 22

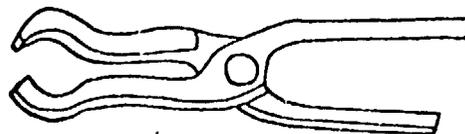


Fig. 23

- . universelle (fig. 22)
- . plate à coquille carrée (fig. 20)
- . plate ouverte (fig. 24)
- . coquille ronde (fig. 22)
- . bouterolle (fig. 23)

Prix :	90 FF

- un lot comprenant :

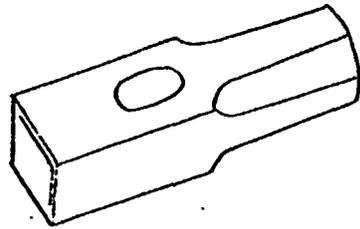


Fig. 24

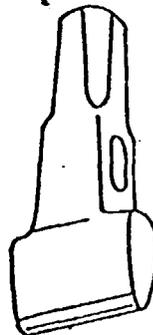


Fig. 25



Fig. 26

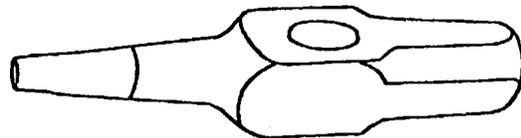


Fig. 27

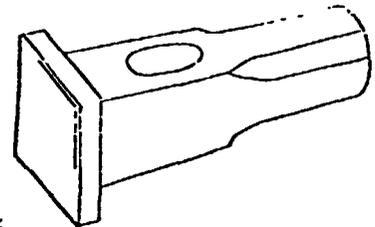


Fig. 28

- . une chasse carrée (fig. 24)
- . un dégorgeoir (fig. 25)
- . une tranche à chaud (fig. 26)
- . un poinçon (fig. 27)
- . une chasse à parer (fig. 28)
- . deux étampes  $\varnothing$  10  
 $\varnothing$  16
- . un marteau à frapper devant  
de 4 kg environ

Prix :	80 FF
Prix :	85 FF
Prix :	90 FF
Prix :	90 FF
Prix :	90 FF
Prix :	120 FF
Prix :	120 FF

Prix : 130 FF

#### 4.5.9. - OUTILS DE TRAVAIL DU BOIS

- Un vilebrequin de menuisier de 250 mm  
et un jeu de 6 mèches de 10 à 25  
une mèche extensible de 22 à 75 mm

Prix :	80 FF
Prix :	110 FF
Prix :	110 FF

- Les outils de combiné :

- . une molette composite pour effectuer  
les feuillures et petits tenons de  
longueur 50 mm maximum

Prix : 1.300 FF

. un jeu de mèches à mortaiser compatible avec le combiné Ø 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20.	<u>Prix : 250 FF</u>
. deux lames de scie circulaire avec dents au carbure	<u>Prix : 400 FF</u>
- une meule boisseau d'affûtage des fers	<u>Prix : 50 FF</u>
- un trusquin de menuisier	<u>Prix : 25 FF</u>
- un jeu de 3 ciseaux à bois 6, 14, 20 mm	<u>Prix : 110 FF</u>
- un jeu de bédanes 6 et 8 mm	<u>Prix : 27 FF</u>
- un jeu de gouges 6, 13, 25	<u>Prix : 50 FF</u>
- une râpe à bois demi-ronde de 350	<u>Prix : 35 FF</u>
- deux scies égoïnes : une grande et une petite	<u>Prix : 45 FF</u> <u>Prix : 25 FF</u>
- une pierre à huile 200 x 50	<u>Prix : 25 FF</u>
- un marteau de menuisier coffreur	<u>Prix : 25 FF</u>
- un maillet	<u>Prix : 62 FF</u>
- un rabot	<u>Prix : 170 FF</u>
- une varlope	<u>Prix : 260 FF</u>
- un bouvet métallique avec 3 jeux de lames	<u>Prix : 150 FF</u>
- un guillaume métallique	<u>Prix : 170 FF</u>
- un valet d'établi menuisier	<u>Prix : 50 FF</u>
- une plane de charpentier	<u>Prix : 25 FF</u>
- un pied de biche avec arrache-clou	<u>Prix : 40 FF</u>
- un coupe-vitre	<u>Prix : 40 FF</u>
- un crayon de charpentier	
- un balai d'atelier.	

#### 4.5.10. - OUTILLAGE DE MACONNERIE

- une auge en plastique	<u>Prix : 40 FF</u>
- un seau en caoutchouc	<u>Prix : 22 FF</u>
- une truelle ronde	<u>Prix : 20 FF</u>

- une truelle carrée	<u>Prix : 20 FF</u>
- deux pelles plates	<u>Prix : 80 FF</u>
- un fil à plomb	<u>Prix : 15 FF</u>
- deux brouettes	<u>Prix : 2 x 1.200: 2.400 FF</u>
- une taloche	<u>Prix : 35 FF</u>
- deux broches : une grande et une petite	<u>Prix : 35 FF</u> <u>Prix : 27 FF</u>
- un pic de maçon	<u>Prix : 150 FF</u>
- une barre à mire	<u>Prix : 100 FF</u>
- un ciseau à froid	<u>Prix : 30 FF</u>

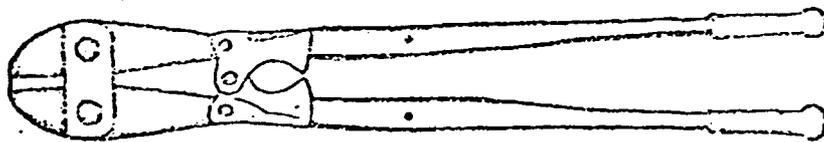


Fig. 99

- une cisaille pour fer à béton (fig. 99) (identique au coupe-boulon)	<u>Prix : 200 FF</u>
- une hachette	<u>Prix : 50 FF</u>
- une scie à bûches à tendeur	<u>Prix : 30 FF</u>
- une échelle articulée de 4,2 m	<u>Prix : 600 FF</u>

#### 4.5.11. - PROTECTION

Nous rappelons ici les principaux articles de protection :

- casque pour chantier de charpente métallique	
- lunettes noires pour soudure oxyacétylénique	
- tablier, gants, guêtres en cuir	
- lunettes de meulage et soudage	
- masque à peinture	
- masque grillagé pour fonderie aluminium	
- gants de caoutchouc pour gasoil	
- un extincteur à poudre - 6 kg - pour feu, d'origine électrique	<u>Prix : 502 FF</u>
- un extincteur mouillant, à eau pulvérisée, 6 litres	<u>Prix : 465 FF</u>

#### 4.5.12. - PRODUITS CONSOMMABLES DIVERS

- Peinture antirouille au minium
- Peinture
- Enduit noir à châssis
- Mastic de carrossier
- Fibre de verre enrobée de résine
- Mastic de réparation à poudre d'aluminium
- Filet à rapporter pour réparation de trou de bougie
- Huiles et graisses
- Fluide pour circuit hydraulique
- Acide sulfurique pour batterie et eau distillée
- Carbonyl pour traiter le bois de charonnage
- Dégrippant
- Abrasifs : meules, disques  
papier de verre pour travailler à l'eau
- Pâte à roder, fine et grossière
- Pâte à joint, pâte à filasse, mastic à l'huile
- Charbon de forge (gras ou charbon de bois)
- Brasure argent et flux de soudure pour soudage, brasage, acier et cuivre
- Colle . néoprène pour caoutchouc, rustine, dissolution
  - . ester-cyano-acrylique (genre Loctite) pour faire les joints toriques
  - . pour sceller les roulements (Loctite)
  - . à bois.
- Graisse au graphite (Belleville)
- Craie spéciale acier et craie sanguine pour tracage
- Pâte à savon.

#### 4.6. - BATIMENTS

Le projet d'acquisition de machines conditionnera l'agencement et la surface des bâtiments. Le bâtiment de niveau 4 aura une surface minimale de 6,5 m x 4,5 m.

Il sera construit en dur selon les techniques locales. Mais la face exposée aux vents et pluies dominants sera en maçonnerie pleine. En pays chauds, les autres murs pourront être ajourés par des constructions à claustra.

L'atelier comportera plusieurs espaces :

- l'espace métal-mécanique muni de ses rideaux protecteurs;
- l'espace travail du bois où le risque d'incendie est plus élevé;
- l'espace magasin où seront stockées les matières approvisionnées x (la longueur de certains fers (6 m) impose la longueur du bâtiment);
- l'espace gestion qui peut comprendre, outre le petit bureau pour la comptabilité, un ensemble pour les dossiers techniques avec table à dessin (de 800 FF à 2.000 FF) et dans certains cas une tireuse de plans (8.000 FF).

TABLEAU DES INVESTISSEMENTS

	Equipement de base	Option	1er niveau complémentaire	2ème niveau complémentaire	Total arrondi	
<u>Niveau 1</u> Camionnette aménagée.	25.000	620			26.000	Ajouter le prix de la camionnette
<u>Niveau 2</u> Machines manuelles Outillages	< 15.000 < 19.000				< 34.000	Ajouter le prix du bâtiment
<u>Niveau 3</u> Machines à moteur Machines manuelles Outillage	25.000 16.000 15.000	620 25.540 8.360			26.000 42.000 25.000	Ajouter le prix du bâtiment
TOTAL niveau 3	56.000	34.520			93.000	
<u>Niveau 4</u> Machines à moteur . métal-mécanique . bois . maçonnerie Machines manuelles Outillages + divers	25.285 32.000 3.400 16.000 22.500	2.200 25.540 8.360	6.450	118.000		Ajouter le prix du bâtiment
TOTAL niveau 4	99.185 arrondi à 100.000	36.100	6.450	118.000	261.000	

# Annexe 2

**TECHNOLOGIES «PERTINENTES» ET DEVELOPPEMENT RURAL**

par Maurice OGIER, Ingénieur AM-GA, de la CINAM

# TECHNOLOGIES « PERTINENTES » ET DÉVELOPPEMENT RURAL

par Maurice OGIER, Ingénieur AM-GA, de la CINAM

*Tant qu'on invente dans la mécanisation et pas dans l'amour, on n'aura pas le bonheur.*

Jean GIONO (Jean le Bleu)

## INTRODUCTION

La CINAM (1) s'est dotée depuis quelques années d'un bureau d'études spécialisé dans les technologies « adaptées » ou « appropriées » afin de créer des prototypes de matériels fabricables dans des systèmes de production simples, à promouvoir dans le cadre de projets de développement ruraux.

Cet article expose l'état actuel de ses analyses relatives aux inter-actions des technologies introduites par le développement et des réalités socio-culturelles et socio-économiques des pays concernés.

Nous avons divisé cette réflexion en quatre chapitres :

*I - Réflexions sur quelques aspects généraux des actions de développement rural.*

*II - Critère d'étude des technologies.*

*III - Problèmes actuels posés par la diffusion des technologies adaptées.*

*IV - Un exemple de solution proposée pour une promotion des technologies pertinentes en milieu rural.*

## REFLEXIONS SUR QUELQUES ASPECTS GÉNÉRAUX DES ACTIONS DE DÉVELOPPEMENT RURAL

01 - Les actions de développement rural, qu'elles soient mises en œuvre par les villageois eux-mêmes, par des projets privés, gouvernementaux, avec ou sans aide bilatérale ou internationale comportent deux domaines d'activité :

- un domaine « doux » consistant en actions sur les mentalités collectives, grâce à des messages d'information, de formation, de persuasion même, des campagnes de sensibilisation, des réunions de réflexion, de discussion, de décisions enfin...

- un domaine « dur » consistant à mettre en œuvre des

moyens matériels, à transférer des technologies, à introduire l'utilisation de nouveaux matériels, à créer des chantiers, des ateliers, des plantations, etc...

02 - Globalement, un projet de développement rural réussit si la population concernée se l'approprie, l'intègre dans son schéma de reproduction sociale, le pérennise après l'avoir parfois fait évoluer.

03 - Cela est possible lorsque plusieurs conditions sont réunies :

- le projet correspond à un *besoin* ressenti, ou mieux, exprimé,
- le projet respecte la culture du milieu concerné,
- il améliore les conditions de vie des villageois (niveau de vie, qualité de la vie), créant ainsi une motivation,
- il ne crée pas une *dépendance* du milieu (matérielle, financière, culturelle...) par rapport à l'extérieur de la région,
- il vise à diminuer les inégalités de conditions de vie entre zones urbaines et rurales, entre régions, entre pays,
- le projet est réaliste et efficace, et son coût est raisonnable, pour ne pas endetter fortement les pays concernés.

## QUALITÉS D'UNE TECHNOLOGIE TRANSFERABLE DANS LE CADRE D'UNE ACTION DE DÉVELOPPEMENT RURAL

04 - Des exigences citées en 02 il ressort que les technologies introduites à l'occasion d'une action de développement doivent « agresser » le moins possible le milieu auquel elles sont destinées.

Mais il n'est pas possible toutefois d'introduire une technologie nouvelle sans agir sur la culture du milieu, sur son organisation sociale, son économie traditionnelle etc...

05 - L'exemple de la mécanisation des cultures est significatif : pour passer de l'agriculture manuelle à l'agriculture moderne, on doit sédentariser les cultures, utiliser les engrais, abandonner au moins en partie, la pratique de la jachère. Cela modifie donc le système foncier, justifie le bornage, l'appropriation individuelle des terres, alors qu'elles appartenaient au village et étaient

(1) - CINAM : Compagnie d'Etudes Industrielles et d'Aménagement du Territoire - Boîte postale 218 - 75024 Paris Cedex 01 - Tél. : 233-82-54.

redistribuées périodiquement par exemple. Puis l'utilisation des rotations (nécessité agronomique) impose d'introduire et rentabiliser (ou commercialiser) certaines cultures nouvelles (comme le stylosanthès) et donc souvent d'associer agriculture et élevage...

La zone concernée peut être appelée à introduire l'élevage et il se peut que culturellement elle soit hostile à cela.

La répartition sexuelle des tâches est bouleversée : des femmes vont être sollicitées pour aider aux sarclages des cultures de rente, alors que certains transports qui leur étaient réservés seront faits par les hommes grâce à la mécanisation introduite.

Des changements profonds se produisent dans la structure sociale du village, du fait que le pouvoir du chef du village diminue pour être partagé avec celui du chef du groupement de travail, ou du président de la coopérative.

Enfin les circuits des échanges à l'intérieur du village vont également être notablement modifiés.

06 - Les technologies introduites par les projets de développement rural devront donc faire l'objet d'une analyse par rapport au milieu, afin que les changements économiques, culturels, sociaux, induits puissent être pesés, évalués, discutés et acceptés préalablement en fonction du mieux-être escompté.

07 - Au niveau de la conception des technologies introduites cela implique un grand souci de rechercher l'harmonie entre le passé et le futur proposé : le critère d'adaptation de la technologie au milieu utilisateur est fondamental.

08 - Idéalement, il faut que les nouvelles technologies soient imaginées par des techniciens et des socio-économistes, issus du milieu lui-même, afin de «sentir» au mieux les interactions futures entre la culture, les coutumes, l'art de vivre local et les impératifs économiques, sociaux, culturels, etc... qui seront induits par le développement proposé.

09 - Ces réflexions ont conduit depuis une dizaine d'années aux concepts de technologies «intermédiaires» (visant à aider la mutation économique et culturelle des pays pauvres vers le «progrès»), de technologies «adaptées», «appropriées», «douces», «alternatives» etc...

#### CRITERES D'ETUDE DES TECHNOLOGIES

10 - Pour de nombreuses personnes, la technologie «intermédiaire» ou «appropriée», ou «adaptée», etc... est une sorte de bricolage évolué destiné à pallier, par les moyens locaux et à bas prix, le sous-équipement des pays pauvres.

A ce titre, elle est refusée par les responsables de nombreux pays du Tiers-Monde qui voient là des solutions «au rabais».

11 - Pour d'autres, c'est une technologie simplifiée pour se mettre au niveau des connaissances techniques et des possibilités financières des jeunes Etats. Le caract

ère paternaliste de cette conception n'échappe pas aux intéressés.

12 - Pour d'autres encore, il s'agit là de l'utilisation d'organes de technologie «avancée» et de grande diffusion, dans des applications que leur concepteur n'avait pas prévues et qui remplacent, en partie au moins, des appareils, ou organes que l'on ne pouvait créer sur place (ex. : voitures transformées en tracteurs agricoles en Europe après 1945, utilisation d'une pédale de bicyclette pour en faire une manivelle de meule en grès de menuisier, utilisation de parties de bicyclettes ou vélomoteurs pour actionner ou constituer des batteuses à riz, etc...).

Cette conception est trop restrictive.

13 - On rencontre aussi la notion de technologie «douce» lorsque celle-ci utilise peu ou pas d'énergie non renouvelable, qu'elle est particulièrement non polluante et qu'elle n'agresse pas la culture du milieu utilisateur.

14 - Il a été introduit aussi la notion de technologies «alternatives», relative à la possibilité d'obtenir les mêmes résultats concrets en partant de technologies non retenues dans les pays industrialisés, mais efficaces et rentables en pays pauvres pour diverses raisons climatiques, ou humaines (incidence des coûts de main-d'œuvre différente, etc...). Ex. : les petites sucreries villageoises indiennes, la fonderie villageoise de marmites en aluminium en Afrique de l'Ouest, etc...

Il est donc intéressant d'étudier des critères de classement des différentes technologies capables d'effets analogues.

Nous en avons retenu trois surtout : l'autonomie (non dépendance) du milieu utilisateur, la performance, et le degré de rentabilité financière.

#### DEFINITION DES TECHNOLOGIES ADAPTEES (INTERMÉDIAIRES, APPROPRIÉES)

16 - Parmi plusieurs conceptions technologiques différentes (alternatives) d'un même objet (outil, appareil !!) ou procédé répondant à un usage donné par une population déterminée, seront appelées conceptions technologiquement adaptées (ou appropriées, ou intermédiaires) celles qui réaliseront un optimum entre les deux exigences contradictoires suivantes :

1 - Assurer les meilleures performances.

2 - Tout en rendant les utilisateurs de l'objet ou du procédé autonomes au maximum (non-dépendants du milieu extérieur pour la mise en œuvre et l'entretien de l'objet, ou du procédé).

17 - Seront appelées solutions technologiquement archaïques celles qui satisfont la 2ème condition, mais pas la 1ère.

18 - Seront *sophistiquées* celles qui satisfont la 1ère exigence, mais pas la 2ème.

19 - Seront *inadaptées* les solutions qui ne satisfont ni la 1ère, ni la 2ème.

20 - Remarque : Il n'est pas fait allusion ici au lieu

d'utilisation, cette définition reste valable dans les pays riches également.

#### DEFINITION DES TECHNOLOGIES PERTINENTES

##### CRITERE D'AUTONOMIE : A

21 - Nous proposons d'appeler pertinentes les technologies adaptées qui sont, de plus, rentables financièrement.

22 - La non-dépendance (ou autonomie) d'un utilisateur découle surtout de sa relative possibilité d'entretenir ou faire entretenir l'objet concerné. Il existe aussi un savoir-utiliser l'objet (ou le procédé), mais ceci est subordonné à cela. Le plus délicat est d'entretenir.

On posera donc :

23 - Critère d'autonomie A :

$$A = \frac{\text{Nombre d'agents d'entretien de l'objet dans le milieu étudié}}{\text{Population totale du milieu étudié}}$$

24 - Il y a une ambiguïté dans le niveau de l'entretien : courant, pannes exceptionnelles, etc...

Nous définirons ici le niveau de l'entretien comme celui qui permet d'utiliser normalement l'objet durant la durée prévue par son constructeur (donc le niveau statistiquement suffisant, excluant les cas rarissimes).

Ex. : Si un village X de 1.200 habitants abrite 2 forgerons capables de reforcer (ressouder) une houe

$$A(\text{houe, X}) = \frac{2}{1.200} = 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ pour ce village X}$$

Ex. : S'il n'y a que 4 agents capables d'entretenir un hélicoptère dans un pays Y de 6 millions d'habitants.

$$A(\text{hélicoptère, Y}) = \frac{4}{6.000.000} = 0,66 \cdot 10^{-6} \text{ pour ce pays Y.}$$

Une échelle logarithmique sera utilisée.

##### SEUIL D'AUTONOMIE

25 - On posera  $A = 10^{-3}$  le seuil d'autonomie à partir duquel l'utilisation d'un objet ou procédé devient très commode (c'est le niveau du village de 1.000 h environ).

##### CRITERE DE PERFORMANCE : P

26 - Utilisant la méthode couramment pratiquée dans les revues spécialisées qui comparent entre elles des automobiles, des téléviseurs, des appareils de photo, etc..., nous choisirons divers critères de performances affectés de coefficients de pondération et nous noterons sur 10 chaque objet concurrent pour chaque critère retenu. Nous ferons ensuite la moyenne pondérée/10 et nous la diviserons par 10 pour obtenir l'indice P compris entre 0 et 1 de ce fait.

27 - D'où l'expression mathématique de l'indice de

##### performance P

$$P = \frac{\sum n_i \cdot C_i}{10 \sum \eta_i}$$

(si les notes  $C_i$  sont données sur 10 avec  $\eta_i$ , coefficient du critère  $C_i$ ).

Un critère  $\eta_i$  sera positif pour une qualité, négatif pour un défaut.

28 - Le résultat est subjectif si un seul observateur remplit la fiche de notation, mais si l'on a recours à une petite enquête auprès de la population cible, le résultat tend à l'objectivité statistique.

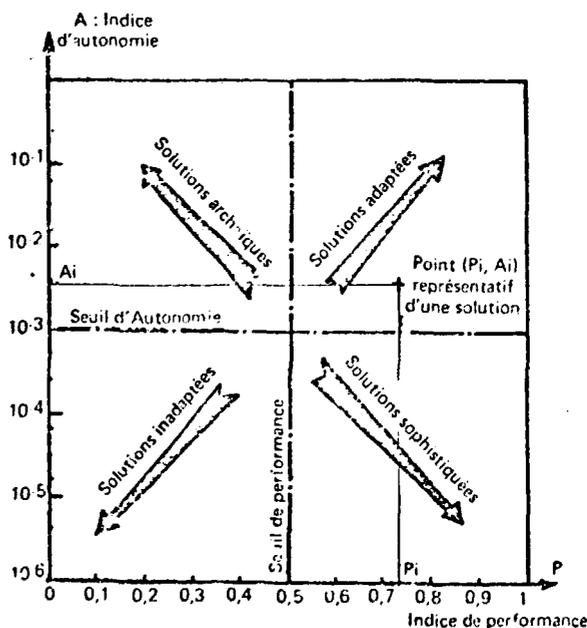
##### SEUIL DE PERFORMANCE

29 - Par principe, si l'on suppose qu'une note de 5/10 est attribuée à un objet (procédé) tout juste acceptable, le seuil de performance est donc situé à 5/10 soit 0,5.

##### REPRESENTATION GRAPHIQUE (par 4 zones) DES SOLUTIONS A COMPARER

30 - On établit un graphique en croisant les 2 indices A et P. Chaque solution technologique est représentée par un point de coordonnées  $P_i$  (indice de performance) et  $A_i$  (indice d'autonomie) qui se situe dans l'une des 4 zones du graphique (voir figure 1).

Le degré d'adaptation, etc... se juge dans le sens des 4 flèches centripètes.



(Fig. 1) Diagramme croisant les deux critères d'autonomie A et de performance P.

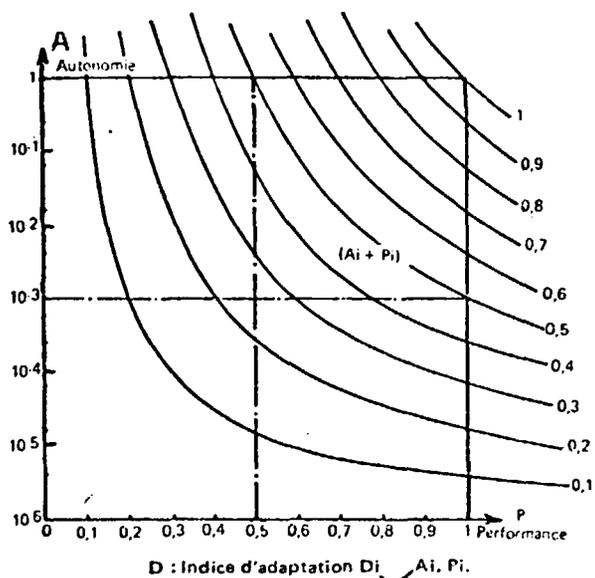
31 - On peut superposer à ce graphique, une grille de codage composée d'un réseau d'hyperboles équilatères graduées de 0 à 1. (ces hyperboles sont le lieu des points tels que  $A_i \cdot P_i = \text{constante}$ ), cette constante allant de 0 à

1 puisque  $A_i$  et  $P_i$  varient de 0 à 1. (Pour  $A_i$  il s'agit de la mesure sur le graphe).

32 - Nous appellerons cette cote Indice d'adaptation  $D$ ; c'est un indice qui remplace le doublet ( $A_i, P_i$ ).

33 - Ce procédé traduit mathématiquement l'intuition que l'on a du lieu géométrique des technologies «iso-adaptées».

34 - La figure 2 montre cette grille.



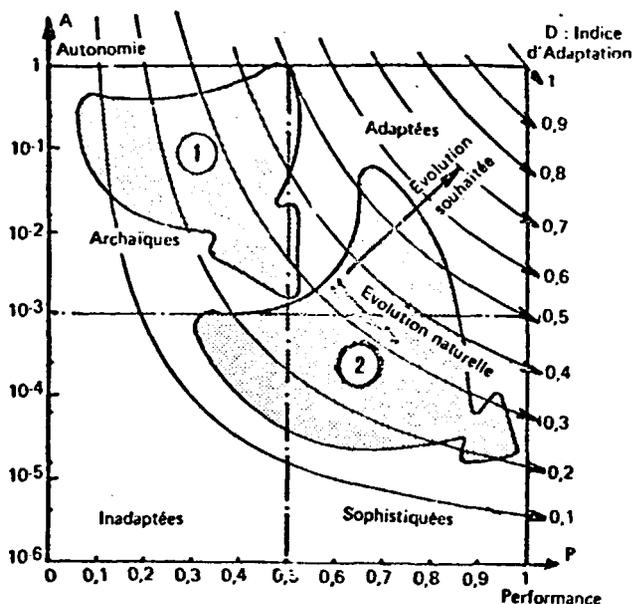
(Fig. 2) Réseau d'hyperboles : courbes d'isoadaptation  
Le point ( $A_i, P_i$ ) reçoit un indice d'adaptation  $D_i$  qui vaut ici 0,45

35 - La figure 3 montre comment évoluent de façon «naturelle» les technologies dans le temps. Il semble qu'elles suivent les «iso-adaptées», les orientant en quelque sorte.

36 - Cette évolution est due au progrès technique lié lui-même à des nécessités économiques certes, mais on peut tout de même remarquer qu'il existe dans l'esprit des concepteurs une tendance à chercher la «beauté» dans la perfection rationnelle, au détriment de la simplicité.

37 - En d'autres termes, les hommes des sciences et des techniques n'ont-ils pas tendance à «se faire plaisir» en imaginant sans cesse des organes légèrement plus performants certes, mais au prix de quelle complexité !

38 - Cette évolution tend à créer une société de spécialistes où chacun dépend de tous pour utiliser le moindre objet. Il n'est pas exagéré de parler d'une aliénation par la complexité croissante de notre environnement d'outils, de machines, etc... L'école de pensée «écologiste» est peut-être l'expression d'un certain «ras le bol» technologique.



(Fig. 3) (1) Zone des solutions technologiques traditionnelles des pays du tiers-monde, et sens d'évolution.  
(2) Zone des solutions technologiques des pays industrialisés et sens d'évolution naturelle : les «iso-adaptées» sont «orientées».

#### INDICE DE RENTABILITE FINANCIERE

39 - L'indice  $D_i$  est le fruit de l'analyse du technicien.

40 - Pour l'économiste, il ne suffit pas qu'une technologie soit adaptée. Il convient encore qu'elle soit rentable.

41 - Nous proposons ici de définir l'indice de rentabilité financière de l'utilisation d'une technologie comme l'avantage (chiffré) retiré de sa mise en œuvre, divisé par le coût de cet objet (procédé), c'est-à-dire par l'investissement initial combiné aux coûts d'amortissement, de fonctionnement, de maintenance de cette technologie et aussi aux incidences financières sur le fonctionnement de la société cible (retombées positives et coûts sociaux induits).

$$R_i = \frac{\text{Produit tiré de l'exploitation}}{\text{Coût élargi de la mise en œuvre}}$$

42 - Ainsi, si l'on considère que l'urbanisation est la conséquence de la grande industrie concentrant main-d'œuvre et services, il faut inclure le coût social de la lutte contre la délinquance dans le coût de mise en œuvre des usines importantes.

43 - Dans le cas de l'introduction de grands blocs agricoles mécanisés par exemple, il faut inclure dans les coûts les dépenses d'animation rurale, de persuasion des villageois à céder une partie de leur patrimoine foncier, les coûts de formation, etc...

44 - Certes, il est possible de considérer que ces coûts sont des investissements à long terme en acceptant provisoirement que les projets ne soient pas rentables financièrement, mais il faut savoir qu'on le fait.

Calculer la rentabilité d'un bloc mécanisé uniquement

en chiffrant l'incidence des engrais, du carburant, des salaires, de l'amortissement du matériel et de sa maintenance n'est pas correct.

45 - Certains coûts sociaux liés à des technologies «dures», concentrées, sont très élevés. A la limite, il faut chiffrer le coût du chômage qui peut être engendré, ou même le coût des conflits sociaux potentiels.

#### SEUIL DE RENTABILITE FINANCIERE

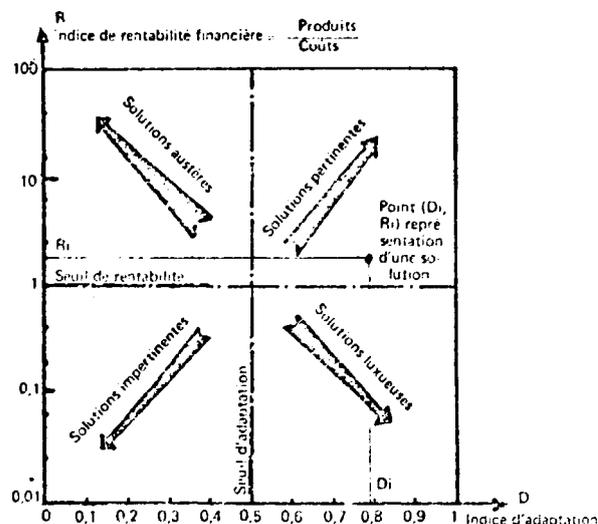
46 - Nous poserons ce seuil égal à 1.

C'est le cas où l'introduction d'un objet ou d'un procédé dans un milieu cible coûte exactement autant que ce qu'il rapporte, produit (opération «blanche»).

#### CROISEMENT GRAPHIQUE DES CRITERES D'ADAPTATION ET DE RENTABILITE

47 - En suivant exactement le même cheminement qu'aux § 30 et 31, nous obtenons un graphique à 4 zones et nous superposons une grille de codage (réseau d'hyperboles) permettant de doter chaque technologie d'un indice unique  $T_i$  de pertinence qui remplace le triplet  $(A_i, P_i, R_i)$ ,

48 - Les figures 4 et 5 illustrent cette démarche.

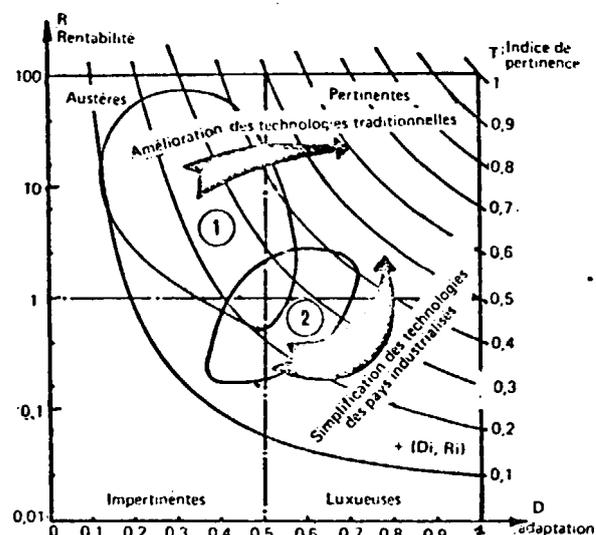


(Fig. 4) Diagramme croisant les deux critères d'adaptation D et de rentabilité financière R.

#### REFLEXIONS SOULEVEES PAR L'ANALYSE DE CES GRAPHIQUES

48 - la figure 4, nous faisons apparaître deux zones dites «technologies austères» et «technologies luxueuses».

49 - La première de ces zones contient d'une façon générale les technologies traditionnelles. Pour les rendre «pertinentes», il convient d'améliorer leur performances sans trop accroître leurs coûts de mise en œuvre. Exemple : la daba, tous les outillages manuels, etc...



(1) Technologies traditionnelles

(2) Technologies introduites par les projets de développement rural.

(Fig. 5) Réseau d'hyperboles courbes d'isopertinence  
Le point  $(D_i, R_i)$  reçoit un indice de pertinence  $T_i$  unique (ici 0,12).

50 - Dans ce but, certains pays acceptent actuellement d'entreprendre des études «d'amélioration des technologies traditionnelles». Cette démarche qui part de l'acquis technoculturel d'une population est certainement «pertinente» !

51 - La deuxième zone est celle des technologies adaptées ou sophistiquées qui coûtent trop cher.

Des efforts peuvent être déployés pour en diminuer le coût : essais de fabrication en petite série, simplifications, création de nouveaux prototypes après études complémentaires.

52 - Il est certain que si l'on impute comme coût d'utilisation d'un objet (procédé) les coûts d'adaptation sociale des populations-cibles (formation, restructuration, police parfois !), la pertinence des actions de simplification des technologies est, elle aussi, évidente, ainsi que le choix de petites unités.

#### PROBLEMES ACTUELS POSES PAR LA DIFFUSION DES TECHNOLOGIES ADAPTEES

53 - Rappelons que la diffusion de n'importe quelle technologie nouvelle pose un problème socio-culturel au milieu concerné : ainsi, dans une population hostile pour des raisons religieuses au labour de la terre, toutes les technologies de mécanisation des cultures seront ressenties comme dangereuses, aliénantes, mauvaises. Nous ne nous intéresserons dans ce qui suit qu'aux cas où le principe même d'une amélioration technologique

est admis par la population cible et nous envisagerons quels problèmes se posent alors actuellement quant à la conception des technologies adaptées, pertinentes, et à leur diffusion.

#### PROBLEMES AU NIVEAU DE LA CONCEPTION TECHNOLOGIQUE

54 - De nombreux exemples de créations technologiques adaptées existent çà et là, fruit du travail d'artisans locaux, de volontaires du développement, d'experts engagés dans des projets divers, de chercheurs travaillant dans des universités ouvertes à ces problèmes...

55 - Plusieurs organismes ont été créés récemment pour collationner ces réalisations, constituer des fiches de présentation standardisée sur chaque matériel, technologie nouvelle, etc...

Citons pour les pays francophones le GRET (Paris), et l'ENDA (Dakar).

Il est actuellement aisé d'obtenir rapidement une documentation assez abondante sur les fermenteurs (digesters) à biogaz, l'art d'assembler les barres de bambou à peu de frais, la façon de réaliser et conduire un four à charbon de bois, ou les subtilités de construction d'un chauffe-eau solaire domestique peu coûteux, etc... Cela est déjà un progrès.

56 - Toutefois, il faut admettre que certains problèmes de propriété intellectuelle des inventeurs ne sont pas résolus à ce niveau : si l'on construit en Haute-Volta une jarre de 300 litres en cimentant une armature de vannier (technique originaire d'Afrique de l'Est), on ne songe même pas à verser des royalties à l'artisan africain qui a inventé cela... alors que l'on ne peut fabriquer une charrue de culture attelée sans se poser ce problème relativement aux constructeurs des pays riches...

57 - Par ailleurs, il faut reconnaître que l'on ne saurait mettre en fiche la fabrication d'un motoculteur... On peut divulguer les grandes lignes de la conception, mais pas encore les plans de fabrication, les débits, les gammes d'usinage, etc... ni les budgets prévisionnels et les plans des ateliers.

58 - Il n'existe pas encore de plans types prêts à être diffusés, de fours solaires, sucreries villageoises, etc... Il faut donc des techniciens et des économistes avertis pour créer ces plans à partir d'une idée ou de l'existence d'un prototype, ou même seulement d'un besoin.

59 - Or, il est actuellement très difficile de financer ce genre d'études de fabrication, ou de création de matériels nouveaux :

Les marchés étant inchiffrables, faibles de toutes façons (potentiels surtout), les industriels ne sont guère attirés par ces études. D'ailleurs les technologies adaptées sont généralement incompatibles avec une optique de fabrication à la chaîne, en usine située en pays industrialisé.

Les organismes finançant l'Aide au Tiers-Monde cherchent à chiffrer la rentabilité de telles études, et ne savent pas très bien comment faire fabriquer ensuite à

large échelle les produits mis au point par de nombreux artisans dispersés dans de vastes régions. Le problème de l'encadrement paraît délicat. Il n'existe pas de corps intermédiaire de transfert de technologies vers les artisans, ni de structures polyvalentes dispersées et organisées pour multiplier rapidement les objets retenus.

60 - Au niveau de la conception, il n'existe que de très rares techniciens autochtones capables de ces recherches, et les experts expatriés qui conduisent ces travaux rencontrent une certaine difficulté à dialoguer sur un plan technique avec les populations utilisatrices : là encore, il n'existe pas actuellement de structure représentative des utilisateurs au point de vue technique. La plupart des conceptions se font à l'extérieur du milieu, sans référence directe, et seule la bonne connaissance des conditions locales par les experts peut conduire à des résultats acceptables.

61 - La « récupération » par les firmes industrielles des concepts de technologies adaptées serait un progrès. Mais la coopération locale seule est à ce terme satisfaisante. Des négociations étroites avec les constructeurs des pays industrialisés seraient consenties, venant à chaque partenaire des avantages réciproques.

#### PROBLEMES POSES AU NIVEAU DE LA FABRICATION DE MASSE D'OBJETS DE TECHNOLOGIES ADAPTEES

62 - Actuellement il est presque impossible de fournir une commande, un jeu de plans et une notice technologique à un artisan villageois afin d'obtenir une dizaine d'exemplaires d'un objet donné.

Cela est parfois possible, toutefois, en distribuant des modèles d'objets simples...

63 - Or, les fabrications dans le cadre des projets de développement font appel à des quantités souvent faibles de matériel dispersé sur de vastes régions (culture attelée, habitat rural, équipement de puits, latrines, pistes, etc...). Si l'on doit encadrer une vingtaine d'artisans dispersés sur des centaines de km<sup>2</sup>, il apparaît moins onéreux d'importer des matériels tout faits et le projet est alors totalement plaqué sur le milieu.

64 - Certaines P.M.E. urbaines pourraient parfois construire des matériels de technologies adaptées.

#### PROBLEMES RELATIFS A L'ENTRETIEN COURANT DES MATERIELS (PROCEDES) DIFFUSES

65 - Il est certain que l'absence actuelle de réseaux d'artisans d'entretien structurés, bien approvisionnés en pièces détachées, est un handicap très sérieux à la réussite notamment des opérations de mécanisation de l'agriculture.

66 - Mais la seule activité d'entretien des matériels existants est insuffisante pour faire vivre les artisans. Il faut nécessairement trouver des activités rémunératrices complémentaires pour les ateliers ruraux d'entretien.

La solution du salariat est onéreuse et démobilisatrice.

67 - En effet, les pointes d'utilisation (dans le temps)

des objets (procédés) introduits coïncident souvent avec les périodes d'intense activité agricole des artisans sur leurs plantations vivrières. Ils préfèrent alors assurer leur vivrier et négligent leur métier d'artisan sachant qu'en morte-saison ils n'auront aucun revenu tiré de l'artisanat pour acheter de la nourriture.

68 - Le niveau technologique de base des populations est un élément fondamental. Si un milieu cible a une bonne connaissance des principes de base de la mécanique, il est plus facile d'introduire et de mettre en œuvre des matériels variés qui, de ce fait, deviennent adaptés par suite de l'élévation du niveau technologique des utilisateurs.

#### UN EXEMPLE DE SOLUTION PROPOSEE POUR UNE PROMOTION DES TECHNOLOGIES PERTINENTES EN MILIEU RURAL

69 - A travers son expérience de mise en œuvre et d'évaluation de projets de développement ruraux, la CINAM, peu à peu, a imaginé une structure intégrée de production, maintenance, et même d'élévation du niveau technologique de base des populations.

Celle-ci peut être globalement définie comme un réseau d'artisans ruraux décentralisé, coiffé par une cellule atelier-magasin centralisée.

70 - Nous appellerons «Réseau d'Ateliers Ruraux», R.A.R., l'ensemble des petits ateliers villageois liés à la C.A.F. : «Centrale d'Approvisionnement et de Fabrication».

#### LE SYSTEME DES «C.A.F. - R.A.R.»

71 - Le principe de base des C.A.F. - R.A.R. est d'associer maintenance en période agricole et fabrication en morte-saison.

72 - Il serait impossible de doter chaque atelier rural d'un matériel complet; on concentrera donc les machines dotées d'un moteur à la C.A.F., le R.A.R. étant pourvu d'outillages manuels complets (dans une première phase).

73 - Cet outillage suffit à résoudre de nombreux problèmes de maintenance, et permet d'effectuer de la sous-traitance pour la C.A.F.

74 - Dans ce but, la C.A.F. standardise ses fabrications et présente un «catalogue des productions standard du réseau». Elle prévoit, pour chaque objet, la préparation de «kits» semi-élaborés (les opérations nécessitant l'usage des machines étant exécutées). Ces «kits» sont alors expédiés vers la R.A.R. qui termine et vend les objets simples, ou exécute un travail de sous-traitance et retourne à la C.A.F. les éléments de matériels complexes en vue du montage final.

75 - Les artisans du R.A.R. viennent travailler à la C.A.F. (à la tâche) lors des mortes-saisons. Les C.A.F. assurent le gros entretien (pannes complexes).

76 - Il est particulièrement intéressant d'associer les disciplines classiques, bois, fer, bâtiment, dans un ensemble C.A.F. - R.A.R. car il est alors plus facile d'équilibrer la gestion du matériel roulant de la C.A.F., etc...

77 - La gestion de l'ensemble se fait à l'aide de pièces comptables standard associées au catalogue de production standard et aux kits normalisés.

Les devis-types, prix-types sont distribués dans le réseau à partir de la C.A.F.

La C.A.F. prélève de l'ordre de 15% de marge sur les matériaux qui transitent par elle. Elle s'approvisionne à prix de gros; le prix livré sur place dans le R.A.R. reste très compétitif, tous calculs faits.

78 - Chaque élément du réseau est indépendant financièrement (auto financé). La C.A.F., subventionnée au besoin par les ministères concernés est le relais pour les actions de formation.

Les artisans du R.A.R. viennent préparer à la C.A.F. des sessions ou des séances de démonstration à destination de leurs clients.

79 - La formation transite alors vers les paysans par le R.A.R. (Utilisation des matériels simples, règles de bon entretien, etc..., promotion des matériels nouveaux).

Ceci concourt à l'élévation du niveau technologique de base des populations.

80 - La C.A.F. est le cadre du perfectionnement permanent des artisans du R.A.R. Les apports technologiques sont concrétisés par l'introduction d'un nouvel article du catalogue des productions standard du réseau par exemple.

81 - Divers projets de C.A.F. - R.A.R. sont notamment en cours d'étude au Togo et en Côte-d'Ivoire.

#### LA FORMATION DE CONCEPTEURS AUTOCHTONES EN TECHNOLOGIES PERTINENTES

82 - La CINAM a défini un premier niveau d'équipement de coût modéré pour les C.A.F. En mécanique par exemple, il n'est pas prévu de tour, fraiseuse, rectifieuse, tailleuse d'engrenages, etc... mais, par contre, on introduit la perceuse calibre 30 (à colonne), la scie alternative (capacité 200) et la soudure à l'arc, une forte cisaille et un outillage à main (et portatif à moteur) très complet.

83 - Avec ce niveau d'équipement, et grâce à une recherche d'astuces constructives, il est possible de construire la plupart des machines agricoles simples (tracteurs simplifiés (1) et motoculteurs y compris).

84 - La CINAM envisage de créer un manuel regroupant ces astuces constructives (ex. : portées de roulements à billes brutes de mécano - soudure grâce à des chaudes de retrait contrôlées) et même d'organiser des stages de formation pour concepteurs autochtones ayant déjà des notions de mécanique.

(1) - La CINAM développe par exemple en R.C.I. le véhicule PANGOLIN, etc...

85 - Certains éléments doués pourraient ainsi devenir créatifs et à terme les réseaux C.A.F. - R.A.R. pourraient constituer en zone rurale ce tissu «pré industriel» indispensable à la pérennité des projets de création de PME dans les zones en voie d'émergence.

Là est le but à long terme de ces opérations.

#### LA LIAISON AVEC LES INDUSTRIELS DES PAYS RICHES

86 - Les C.A.F. importent sous forme de «kits» des matériels produits par les pays industrialisés (moteurs, pneumatiques, roulements à billes, certaines boîtes de vitesse, etc...). Dans ce but, elles passent des accords avec des PME qui rassemblent pour elles ces éléments, fabriquent certaines pièces usinées délicates et expédient par ensembles groupés ces organes.

87 - Par exemple pour PANGOLIN, les Ets JACQUET (France) fournissent l'ensemble moteurs diesel, boîte CITROEN GS avec freins, embrayage et adaptation moteur-boîte JACQUET, tout assemblés.

#### RESUME

*La CINAM dispose d'un bureau d'études spécialisé dans les technologies «appropriées» dont le but est de créer des prototypes de matériels fabricables dans des systèmes de production simples.*

*L'article de M. OGIER constitue une réflexion sur les inter-actions existant entre l'introduction de technologies nouvelles et les réalités socio-culturelles et socio-économiques des pays concernés.*

*Après avoir rappelé les principales conditions de transfert d'une technologie en milieu rural et donné une définition des technologies adaptées, l'A. énumère les problèmes posés par leur diffusion au niveau de la conception, de la fabrication et de l'entretien.*

*Une solution imaginée par la CINAM est proposée : il s'agit d'un réseau d'artisans ruraux coiffé par une cellule atelier-magasin, ce qui permet d'assurer la maintenance en période agricole et la fabrication en morte-saison.*

#### ABSTRACT

*The CINAM research department is specialized in appropriate technology; its purpose is to design equipment prototypes of possible manufacturing in unsophisticated systems of production.*

*The paper by Mr. OGIER constitutes a reflection on the inter-actions which exist between the introduction of new technology and socio-cultural, socio-economic realities in the countries concerned.*

*After reviewing the main conditions for transferring technology to rural communities and defining the appropriate technology, the writer enumerates the problems their diffusion can set as far as design, manufacturing and servicing are concerned.*

*A CINAM-imagined solution is proposed : a network of rural craftsmen working for one repair/store unit, which allows to assume servicing during the agricultural campaign and manufacturing during the off season.*

#### RESUMEN

*La CINAM dispone de una sección de estudios especializada en las tecnologías apropiadas, cuya finalidad consiste en crear prototipos de equipos que puedan ser fabricados en sistemas de producción simples.*

*El artículo del Sr. OGIER constituye una reflexión sobre las interacciones existentes entre la introducción de tecnologías nuevas y las realidades socio-culturales y socio-económicas de los países interesados.*

*Después de recordar las principales condiciones de transferencia de una tecnología al medio rural y de dar una definición de las tecnologías apropiadas, el autor enumera los problemas que plantea su difusión a nivel del diseño, de la fabricación y del mantenimiento.*

*Está propuesta una solución ideada por la CINAM : se trata de una red de artesanos rurales trabajando para una unidad de taller-almacén, lo que permite llevar a cabo operaciones de entretenimiento y reparación durante el período agrícola y producir equipos durante el período de actividad reducida.*

88 - Dans le cas de fabrication d'équipements de tracteurs, l'industriel livrera des kits comprenant les pièces travaillantes en aciers spéciaux forgés à chaud (socs, versoirs, etc...) certaines roues de terrage, etc...).

89 - Les bâtis seront conçus spécialement pour être fabriqués sur place dans les C.A.F. - R.A.R.; on évitera les conceptions en tôles fortes pliées, etc... pour utiliser des profilés classiques soudés, etc...

90 - Il semble que ce type d'accord entre PME des pays riches et C.A.F. - R.A.R. soit bénéfique et équitable pour les deux parties, permettant une marge d'initiative et d'autoformation importante pour les artisans, etc...

#### PROBLEMES DE FINANCEMENT DE LA RECHERCHE (PROTOTYPES, etc...)

91 - On peut espérer qu'il sera aussi plus aisé d'obtenir des aides pour étudier de nouveaux marchés dans le cadre de projets C.A.F. - R.A.R.

C'est là le souhait que l'on peut formuler pour conclure !

# Annexe 3

## Exemples de technologies simplifiées pour atelier du stade 4.

Extrait du manuel "Memento du mécanicien rural"  
CEEMAT-CINAM - A paraitre.

### EXECUTION DE LOGEMENTS PRECIS EN MECANOSOUURE PAR PRETTAGE AU RETRAIT DE SOUDURE SUR UN MANDRIN CALIBRE

Ce procédé, peu connu, permet d'obtenir des surfaces femelles de logement de roulements à billes, bagues bronze, etc..., sans usinage aucun, brutes de soudage à l'arc. Ces surfaces n'auront toutefois pas la qualité de fini de surfaces usinées.

Le principe est d'utiliser le retrait de soudure pour faire frotter un mandrin calibré (froid) par une virole en fer plat disposée autour (ou un tube fendu) et de souder ensuite cette virole à sa place, dans l'ensemble, sans retirer le mandrin.

Les figures 22, 23 et 24, montrent comment préparer la virole.

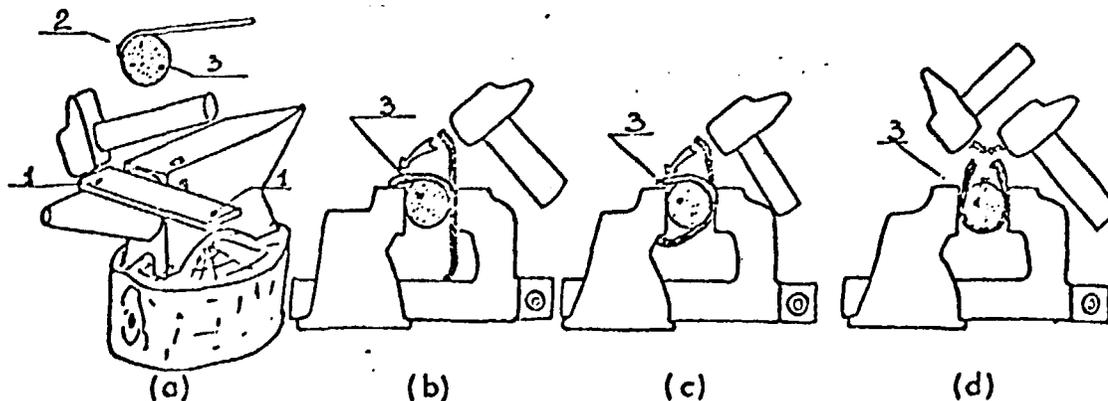


Fig 2.2

1er Cas : à partir d'un fer plat :

. Calculer la longueur développée du fer plat par la formule pratique suivante :

$$L = 3,141 \times (\text{Diamètre extérieur du mandrin calibré} + \text{épaisseur du fer plat}) - 4 \text{ mm}$$

En effet la fibre neutre (celle qui ne change pas de longueur pendant le roulage) est située un petit peu au-dessous du milieu du fer plat.

Ex ::  $\phi$  extérieur 80, fer plat 15 x 5 :

$$L = 3,141 (80 + 5) - 4 = 273,1 \text{ soit } 273.$$

. Se procurer un mandrin calibré exactement du diamètre du logement à obtenir : dans la pratique on prendra un vieux roulement à billes hors d'usage, robuste, (genre à double rangée de billes, rigide par exemple) et dont le diamètre est celui du logement à construire.

. Couper le fer plat avec précision. Le broser, l'ébavurer.

. Rouler le fer plat sur un mandrin (rep. 3) de diamètre approchant celui du mandrin final au marteau (fig. 22).

L'opération se conduit en 4 phases dont 3 à l'étau :

- (a) - amorcer les 2 extrémités (rep. 1) sur l'enclume (contrôler la courbure 2 sur le mandrin (rep. 3)).
- (b) - serrer au milieu. Couder le haut.
- (c) - retourner, serrer, couder le bas.
- (d) - terminer par les extrémités.

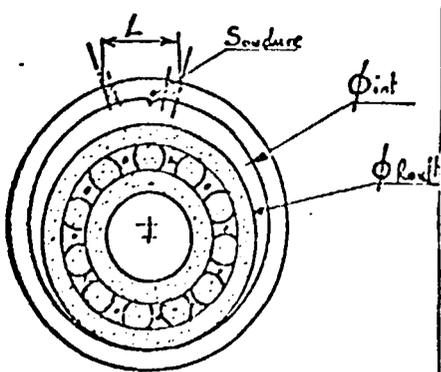


Fig. 23

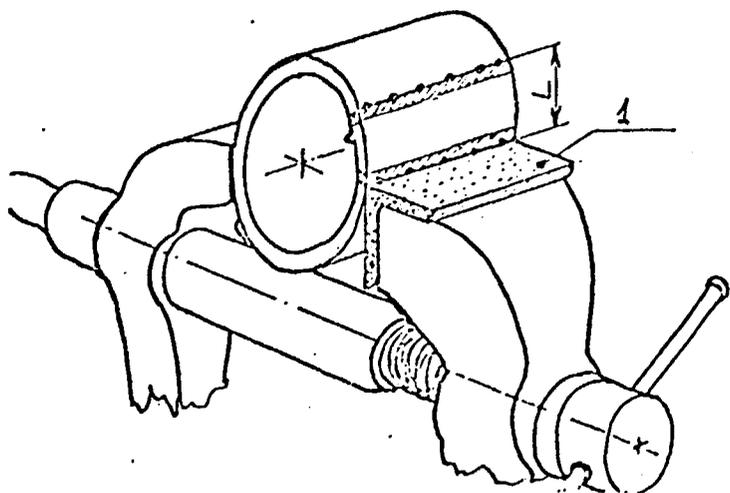


Fig. 24

2ème cas : A partir d'un tube trop grand que l'on fend avant de le resserrer au diamètre voulu.

- . Calculer de combien il faut resserrer le tube sur son développement.

$$L = 3,141 (\varnothing \text{ intérieur du tube} - \varnothing \text{ logement final})$$

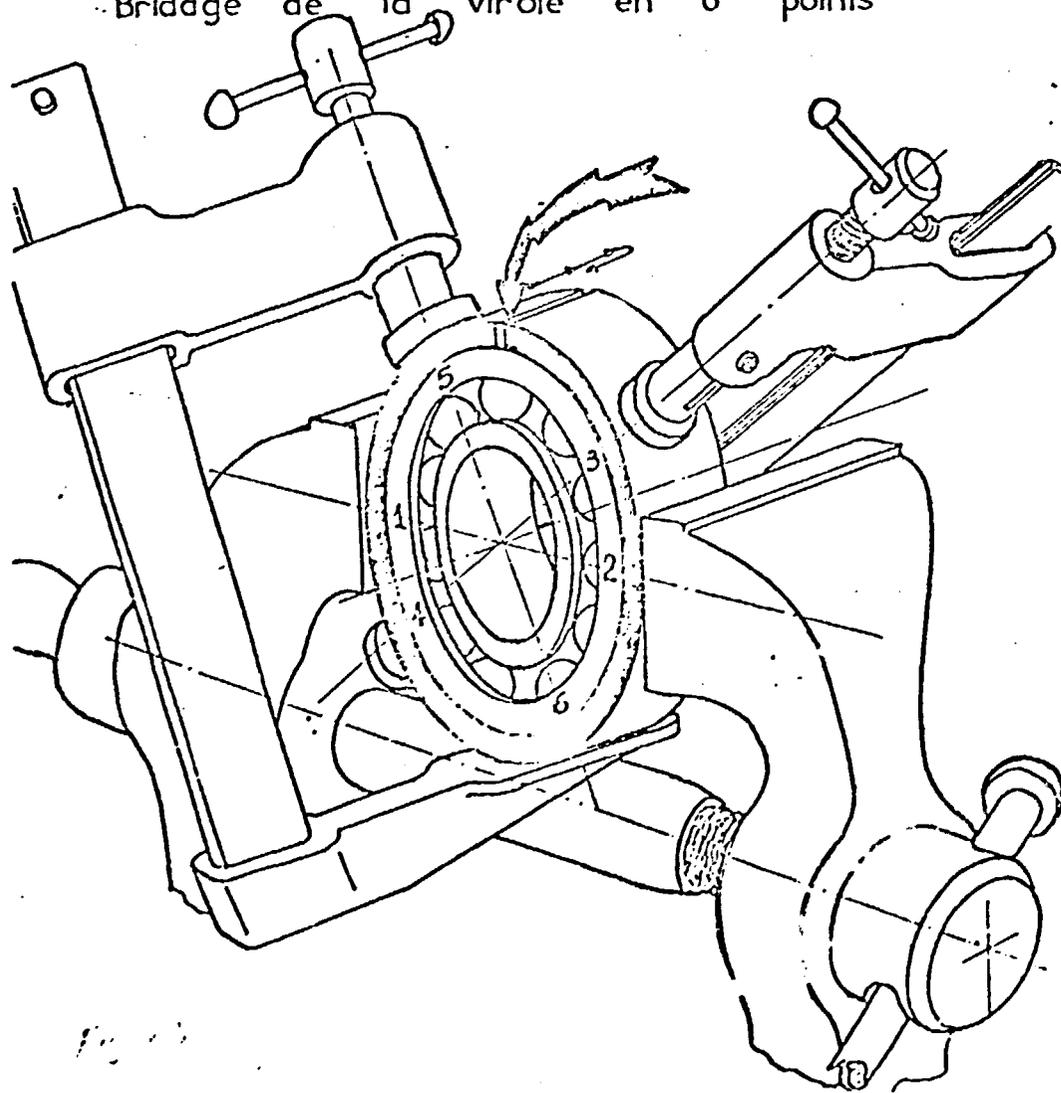
- . Découper à la disqueuse un rectangle sur le tube de largeur L précisément (profiter de cela pour ôter la zone de la soudure si le tube est un tube soudé) (fig. 23 et 24).

- . S'appuyer pour plus de précision sur une cornière (rep. 1) (fig. 24).

- . La virole est prête.

D'une façon générale, le 1er cas sera utilisé pour un logement de roulement de 15 à 30 mm de largeur, le 2ème cas convient pour des logements de bagues bronze longues.

Bridage de la virole en 6 points



Puis il faut brider la virole sur le mandrin calibré (vieux roulement), ou sur l'ensemble arbre plus bague bronze (définitive dans le cas d'utilisation d'une bague bronze) en 6 points au moins comme indiqué en fig. 25.

Lors de la soudure de la virole (du tube fendu resserré) la dilatation est contre-carrée par le bridage en 6 points, on aura donc un retrait de soudage au refroidissement, et celui-ci fretttera (resserrera) la virole sur le mandrin calibré ou sur la bague bronze plus son bout d'axe calibré.

Après refroidissement total, on peut débrider l'ensemble.

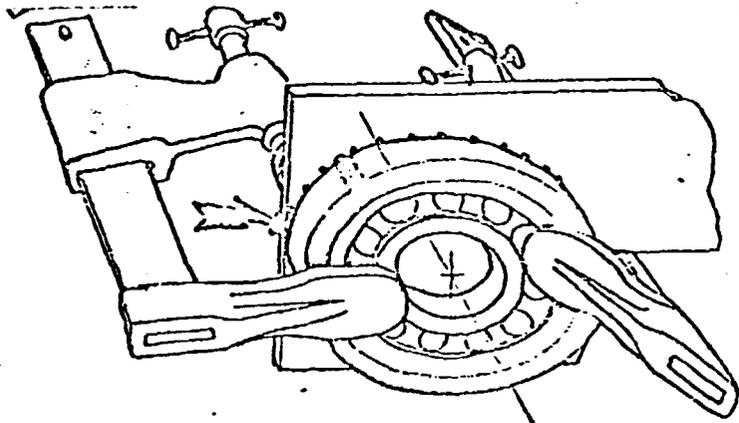


Fig. 26

On porte alors la virole, toujours frettée sur son mandrin calibré ou sur la bague bronze, sur le châssis, bâti de machine, etc..., qu'elle doit équiper (fig. 26). On la place en position (presses à vis), on la pointe. Puis on la soude. On refroidit le mandrin à mesure (avec de l'eau) et l'ensemble en fin de soudure. A ce stade, un deuxième retrait s'est ajouté au frettage. Si le mandrin massif ne s'est pas déformé, le logement qui est plaqué contre lui a la même forme (moulage), et a la même cote (ajustement fretté, serré donc).

On retire alors le mandrin (roulement à billes usagé) et on peut introduire à sa place un roulement à billes neuf : il entrera en emmanchement serré puisque le roulement pilote est sorti au maillet. Dans le cas d'une bague bronze, celle-ci reste en place, c'est son axe calibré que l'on retire pour introduire l'axe définitif. En effet, la bague bronze ne craint pas l'échauffement lors de la soudure (il faudra simplement l'huiler pour lui faire réabsorber une quantité de lubrifiant qu'elle avait rejetée en s'échauffant), on a donc pu la monter d'emblée définitivement. Par contre, il était nécessaire de mettre un "faux" roulement à la place du roulement définitif, sinon l'échauffement au soudage bleuit la cage extérieure, qui, détrempee, devient moins dure et s'use plus rapidement ensuite.

NB. Dans le cas des bagues, il faut parfois frapper à petits coups le fourreau extérieur pour "décailler" l'axe qui s'est "figé" à l'intérieur pendant la soudure.

## Exemples de montages

Les figures 22, 23, 24, 25 et 26 au Chapitre "tours de main" exposaient comment réaliser des alésages pour roulements à billes sans usinage.

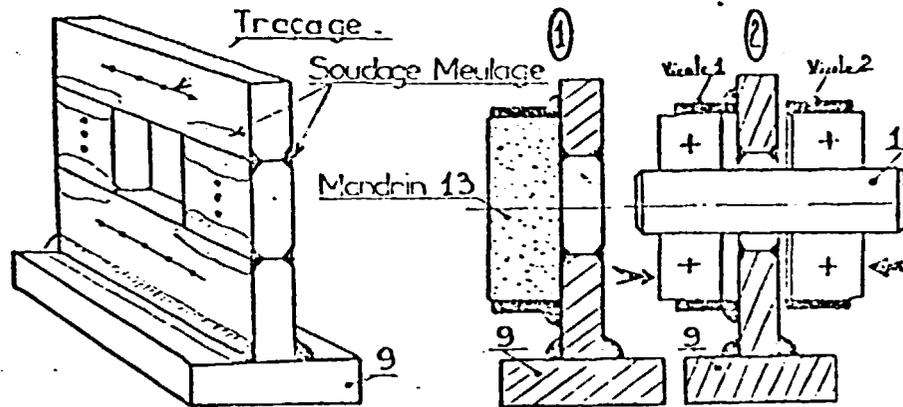


Fig. 39

Les virolés (rep. 5) sont frettés par retrait de soudage sur des mandrins calibrés (vieux roulements) puis soudées sur le boîtier (rep. 9), suivant la suite d'opération décrite en figure 39.

Noter la façon proposée pour réaliser le boîtier (rep. 9) en ménageant un trou carré de passage de l'arbre : on soude du métal autour du trou au lieu de percer une plaque pleine (fastidieux).

1 - Placer la virole n° 1 frettée sur son mandrin (vieux roulements) en position sur le boîtier (rep. 9) (tracage). Pointer. Souder en refroidissant le roulement, avec de l'eau. Refroidir totalement en fin de soudage. Déboîter au maillet le mandrin (rep. 13).

2 - Placer un roulement neuf dans la virole n° 1. Glisser un bout d'arbre (rep. 12) et glisser de l'autre côté la virole n° 2 frettée sur un roulement neuf. Faire plaquer. On est sûr, ainsi, d'avoir l'alignement parfait des 2 viroles. Pointer et refroidir aussitôt.

3 - Démontez les deux roulements neufs. Replacer le mandrin (rep. 13) dans la virole n° 2. Souder la virole n° 2 et refroidir.

Dans le cas du montage d'un seul roulement, il faut pincer sa cage extérieure pour la fixer latéralement. Ceci se fait classiquement par une bague fileté (voir fig. 44, par exemple). Mais il est impossible de réaliser des filetages intérieurs sans l'usage du tour. On rapportera, par exemple, des douilles filetés du type manchon de tube gaz pour soudage. Ou, encore, on peut monter un couvercle mécano-soudé rapporté par quelques vis (2..., 4..., 6).

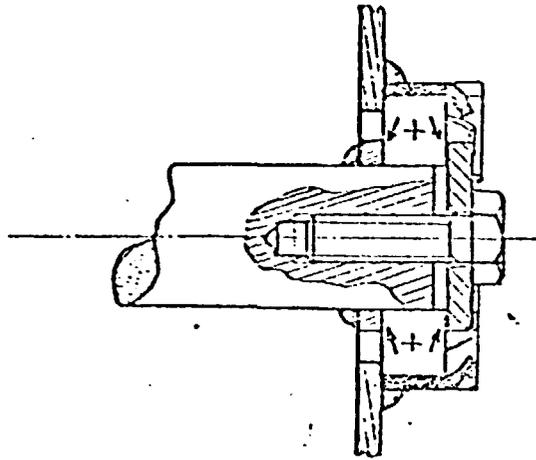


Fig. 57

Un montage un peu simpliste, sans doute, est proposé en fig. 57. Il utilise des languettes sciées rabattables, et sa fabrication est fort simple.

c) - PROBLEMES SPECIALEMENT LIES A L'EXECUTION DE MOYEURS DE ROUES A PNEUS (CHARRETTES) EN ATELIER RURAL

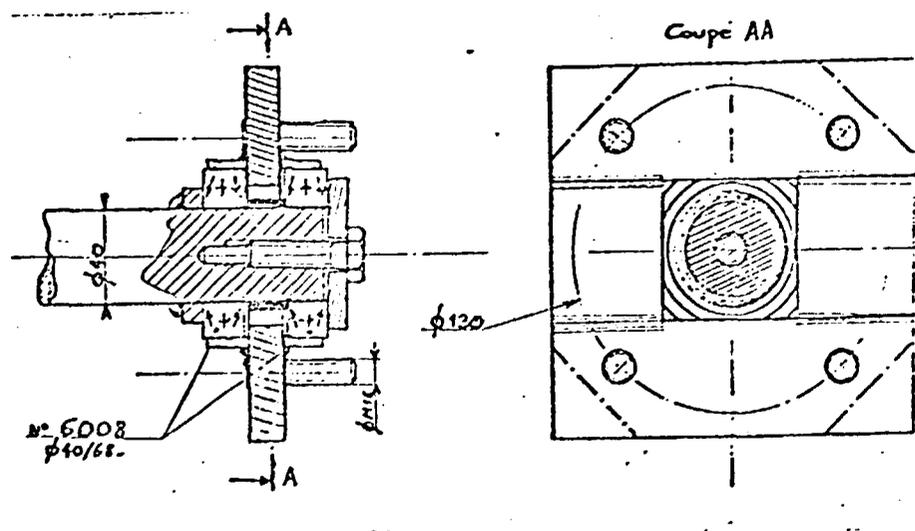


Fig. 56

Les moyeux utilisent une partie de pièce en forme de rondelle épaisse sur laquelle sont placés les goujons de fixation des roues.

C'est l'obtention de cette galette qui peut poser des problèmes. Ou bien on forgera de telles couronnes (voir au chapitre "Gestes du métier" la figure 55) mais cela est assez laborieux, ou encore on utilisera des brides de tuyauteries d'eau ou de vapeur, mais il est aussi possible d'imaginer des montages évitant cette pièce, comme l'indique la figure 56: Un assemblage de 4 fers plats reçoit 4 tiges filetées soudées pour serrer une jante classique

à 4 trous de diamètre 17, au perçage standard 85-130. Les deux roulements n° 6008 ont un diamètre de 68 extérieur, et la virole frettée autour n'atteint pas le diamètre 85 du trou de la roue. Ce montage est à exécuter suivant la succession décrite en fig. 59.

La figure ci dessous est un exemple de fabrication d'essieu conventionnel (tourné).

