

**REPUBLIQUE DU SENEGAL  
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP**



GM.0065

**ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE  
CENTRE DE THIES**

**DEPARTEMENT DE GENIE ELECTROMECHANIQUE**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception

Sujet :

**Production locale de moteur à courant continu adapté à la filière photovoltaïque pour l'équipement rural au SENEGAL**

Réalisé par :

**M.Ibrahima THIAM**

Encadré par :

**M. Cheikh WADE**

Ingénieur à l'ASER

Année universitaire 2001/20002

# DEDICACES

Louanges à ALLAH, le tout puissant

Gloire à son prophète MOUHAMED (PSL)

A mes parents ;

A mes frères et sœurs ;

A mes amis ;

A ma future femme ;

A tous ceux qui m'aiment.

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail passionnant mais fastidieux, je remercie très sincèrement :

- Monsieur Cheikh WADE mon directeur externe pour sa confiance, ses encouragements et son soutien indéfectible.
- Monsieur Alassane DIENE :Professeur à l'école supérieure polytechnique centre de Thiès de sa participation à la documentation.
- Monsieur Mame Abdou DIAGNE pour son soutien à l'obtention des prix.
- Monsieur Mouhamadou Siradji DIA de sa participation à la correction.
- M.MBaye DIOP : Architecte et vacataire à l'Ecole Supérieure Polytechnique centre de Thiès de ses apports sur le Plan de construction.
- M.Talla NDIAYE :Professeur à l'Ecole Supérieure Polytechnique centre de Dakar à la documentation.
- M.I.CYPHELLY : de la documentation.
- Mlle Mariama CISSE de la correction

Enfin, tous ceux qui, moralement ou matériellement, ont contribué à la réussite de ce travail, trouveront ici l'expression de notre profonde gratitude.

## SOMMAIRE

L'étude nous a été proposée par M.Cheikh WADE ingénieur à l'Agence Sénégalaise d'Electrification Rurale (ASER) et professeur à l'Ecole Supérieure Polytechnique (ESP).

Comme le préconise actuellement l'Etat et les organismes de développement à savoir le Programme des Nations Unis pour le développement (PNUD) et le Fond des Nations Unis pour l'Equipeement Rural (FNUER), le projet a pour but de mettre à la disposition du monde rural, des moteurs à courant continu fonctionnant avec des installations de filière photovoltaïque.

Cette étude est en lien direct avec celui de l'élève ingénieur M.Ndiaga WADE :Modèle d'électrification rurale décentralisé pour les services en milieu rural. Ce qui favorise un grand marché d'évacuation de notre produit. Dans ce même souci un atelier de fabrication de moulin à courant continu a vu le jour à Louga.

**TABLES DES MATIERES**

DEDICACES.....	I
REMERCIEMENTS.....	II
SOMMAIRE.....	III
TABLE DES MATIERES.....	IV
LISTES DES TABLEAUX ET DES FIGURES.....	VIII
Chapitre 1 :	
I.1 Introduction.....	2
I.2 Généralités sur les moteurs électriques.....	3
Chapitre 2 :	
II. Equipement rural adapté aux moteurs fonctionnant avec les cellules photovoltaïques.....	6
II.1 Sélection des gammes de moteurs actuellement utilisés en milieu rural.....	6
II.2 Fonctionnement et problème rencontré actuellement avec ce type moteurs.....	10
II-3 Avantages et inconvénients des moteurs à courant continu.....	11
a) Avantages.....	11
b) Inconvénients.....	12
Chapitre 3 :	
III. Etude du marché.....	14
III.1 Dimensionnement d'un village.....	14

a) Vulcanisateur .....	14
b) Moulin à mil .....	15
c) Un menuisier .....	15
d) Centre de formation de couture .....	15
e) Elevage.....	15
f) Centre de formation en mécanique .....	16
g) Une unité de refroidissement .....	16
h) Agriculture.....	17
i) Pompe Electrique.....	17
III.2 Etendue de marché.....	18
Chapitre 4 :	
IV. Processus de fabrication.....	22
IV. 1 Etude et calcul concernant la conception du moteur.....	22
a) Présentation du moteur.....	22
b) Etude et Exemple de conception d'un moteur.....	23
1) Particularités de la machine à courant continu .....	23
2) Structure de la machine.....	24
3) Exemple de calcul de conception.....	26
3-1) Choix de l'aimant.....	27
3-2) Calcule du flux.....	27
3-3) calcul du nombre de spires.....	27
3-4) Calcul du couple moteur.....	29

3-5) Vitesse en charge.....	30
3-6) Résistance de démarrage.....	30
3-7) réglage de la vitesse par la tension.....	31
3-8) Réglage de la vitesse par un rhéostat.....	31
3-9) Puissance électromagnétique .....	31
3-10) Collecteurs .....	31
3-11) Balais.....	33
3-12) Encoche du rotor.....	34
3-13) Calcule de masse.....	35
3-14) Dimensionnement de l'arbre.....	36
3-15) Choix du roulement.....	38
IV. 2 Procédé de fabrication.....	38
Chapitre 5 :	
V. Equipement de l'unité de fabrication.....	43
V.1 Détermination et distinction des différents ateliers de fabrication.....	43
V.2 Equipement du milieu.....	48
Chapitre 6 :	
VI. Aspect financier.....	55
VI.1 coût de construction .....	55
VI.2 coût de l'équipement.....	56

Chapitre 7 :

VII. Réseau de distribution et de maintenance.....61

Chapitre 8

VIII. Recommandation et conclusion.....65

Bibliographie.....67

Annexes .....68



## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Besoin en moteurs :puissance, vitesse et caractéristiques.....	8
<b>Tableau 2</b> :Tableau de récapitulation des villages ayant un besoin de moteurs.....	19
<b>Tableau 3</b> :Répartitions de la surface.....	46
<b>Tableau 4</b> :Détails des coûts de construction.....	55
<b>Tableau 5</b> :coûts des équipements.....	57

## Liste des figures

<b>Figure III.1</b> : Carte du Sénégal et répartition.....	20
<b>Figure IV.1</b> :Flasque et Rotor.....	26
<b>Figure IV.2</b> :Collecteurs.....	33
<b>Figure IV.3</b> :Schématisation d'un ensemble balais, porte balais, collecteur.....	34
<b>Figure IV.4</b> :Schéma d'ensemble de moteur a courant continu.....	41
<b>Figure VI.1</b> :Plan de construction.....	47

# Chapitre 1

## **I.1 Introduction :**

Le Sénégal se place parmi les premiers au rang mondial pour son ensoleillement 3040h par an à Dakar contre 2950h à Miami, 2800h à Nice, 2750h au Canaries et 1800h à Paris. Mais ce potentiel est très mal exploité par les Sénégalais. La SENELEC qui assure la distribution de l'électricité trouve même des difficultés à assurer le besoin des villes.

Donc la seule solution est de faire recours à d'autres formes d'énergie et particulièrement l'énergie solaire pour aider les villages à leur projet d'électrification. C'est ainsi que ASER a été créée. Ce dernier va dans le sens à encourager tous les projets ayant trait à l'électrification rural. C'est ainsi qu'un grand projet a été réalisé : c'est la centrale des îles du Saloum qui parvient à délivrer 100kw.c : elle fait parti des plus grande centrale solaire de l'Afrique de l'ouest.

Ce problème d'électricité fait que les villages trouvent d'énormes difficultés pour exécuter correctement où améliorer leurs travaux. L'énergie leur fait défaut et pour contourner ce problème ils utilisent les moteurs thermiques avec comme conséquence des coûts exorbitant de l'exploitation du à la cherté du carburant. Au moment où beaucoup de projets montrent que les villages peuvent assurer l'autosuffisance alimentaire des sénégalais. C'est dans cette optique que ce projet a été initié visant à fabriquer des moteurs à courant continu qui fonctionnent avec les installations photo voltaïques. Ces moteurs vont remplacer

le gasoil et peuvent beaucoup contribuer à la politique de développement des villages. Donc il serait nécessaire de faire recours à cette énergie solaire qui pourrait solutionner une partie de la problématique des projets d'électrification rurale.

Pour ce la nous allons faire une étude des coûts de réalisation du projet après avoir donné une étude du marché et un exemple de conception de machine.

## 1.2 Généralités sur les moteurs électrique

Il existe différents types de moteurs : les moteurs synchrones, les moteurs asynchrones, les moteurs pas à pas et les moteurs à courant continu. Ils ont tous comme rôle de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique. Ils se différencient par leurs méthodes de fonctionnement et un peu par leurs constitutions. Après l'entrefer, l'induit et l'inducteur qu'ils ont de commun, le moteur à courant continu leur est avantageux du fait de sa constance du couple de fonctionnement.

### **Rôle du champ tournant**

Une machine a pour but, la conversion électromécanique d'une énergie électrique polyphasée en une énergie mécanique de rotation. Toute machine électrique est constituée d'un stator fixe et d'un rotor tournant, séparés par un espace d'air, l'entrefer.

La conversion électromécanique s'accompagne de la génération intermédiaire d'une énergie magnétique. Afin de générer un mouvement mécanique tournant, la succession des opérations est alors la suivante :

- ▶ Alimentation des bobinages de l'inducteur par une source électrique polyphasée
- ▶ Conversion de l'énergie électrique en une énergie magnétique tournante.
- ▶ Conversion de l'énergie magnétique tournante en une énergie de rotation.

# **Chapitre 2**

## **Equipement rural adaptable aux moteurs fonctionnant avec les cellules photovoltaïques**

## **II- Equipement rural adapté aux moteurs fonctionnant avec les cellules photovoltaïques :**

Beaucoup d'appareils ne peuvent être utilisés dans le monde rural du fait qu'ils fonctionnent en courant alternatif. Alors qu'en ce milieu, s'y trouve au plus souvent des cellules photovoltaïques.

Donc il serait intéressant d'essayer d'adapter ces machines au moyen rural. La motorisation a pourtant réglé une grande partie de ce problème mais tout en laissant ses inconvénients. L'utilisation périodique du gasoil qui devient de plus en plus cher, gêne la plus part des utilisateurs. Nous allons donc essayer de recenser ces appareils avec leurs puissances de fonctionnement.

### **II-1 Sélection des gammes de moteurs actuellement utilisés en milieu rural**

Par une documentation fournie par la société Alternativas, un ensemble de machines à courant continu déjà existant est mit à notre disposition, nous allons les citer tout à l'heure mais avant, elle nous a précisé une idée très importante, je cite :

Un « choix a été fait selon les critères d'adaptabilité du moteur cc de 1.5 kW à 4500 tr/min que nous utilisation déjà sur les moulins et les groupes froid, l'idée de n'avoir qu'un seul et même moteur pour toutes ces applications dans cette classe de puissance (sur le touret qui tourne à 2500t/min c'est toujours le même moteur branché sur 12V.) »

Donc nous pouvons nous inspirer de cela pour voir la possibilité de faire un seul moteur fonctionnant sur une marge de puissance regroupant tous les besoins.

Ces moteurs fonctionnent dans un milieu poussiéreux, il est donc nécessaire de revoir précieusement la ventilation qui assure le refroidissement. Sur le plan du démarrage, sachant que le courant de démarrage d'un moteur est très important (peut même atteindre 5 à 6 fois le courant nominal ), cela risque de surdimensionner les panneaux solaires à utiliser. Pour contourner ce problème on suggère dès maintenant d'utiliser un système de démarrage progressif.



Moteur	Puissance	Vitesse	Caractéristiques
Scie de bois et de matière plastique	½ Hp	1425tr/min	Scie verticale U=115/220 V I= 8.2/4.1 A
Ponceuse électrique	½ Hp	3460tr/min	U= 115/230 V
Meule fixe	430 W	3000tr/min	U= 220/380 V I= 1.3/0.8 A
Lame électrique	0.37kW= 0.5 Hp	1500tr/min	U =220V $\cos\varphi =0.88$ I= 3.1 A $\eta \% = 60$ $c= 12 \mu\text{F}$
Tronçonneuse	3.68 W= 5 Hp	2800tr/min	U= 220 V                    U= 380 V I=13.6 A                    I = 7.9 A
Fraiseuse	1.1 kW	1400tr/min	U= 220 V                    U = 380 V I= 5.2 A                    I = 3 A
Batteuse a riz votex	3.33 kW	3000tr/min	Moteur diesel /HATZ E 673 Débit horaire 400 à 1000kgs selon le rendement du champ Consommation 0.8 l/heure Poids de la batteuse m=120 kg Poids moteur 45 kg
Décortiqueur a riz 1D81S	8.14 kW	2300tr/min	Moteur diesel /HATZ 1D81S Débit horaire riz blanc 210 kgs/h Consommation 1.4 l/heure Rendement décortilage 55 à65 % environ

**Tableau 1 : Besoin en moteurs :Puissance, Vitesse et caractéristiques**

Moteur	Puissance	Vitesse	Caractéristiques
Moulin a mil « DIONGAMA »	8.14 kW	2300tr/min	Moteur diesel /HATZ 1D81S Débit 300kgs/h Consommation 1.4l/h Broyage SEL Broyage source Broyage coquillages
Tour	1.5kW		Hauteur de pointe 180 mm Entre pointe 1 m Diamètre maximal de tours 356/220 Poids 880 kg
Touret	0.5 kW	2500tr/min	Disque 260*20*25 Poids 21 kg Moteurs branchés sur 12 V
Scie tournant	1 kW		Diamètre scie 250 mm Ouverture de l'étau 80 mm Poids 90 kg
Bande abrasive	1.1 kW		Distance poulies 800 mm Longueur bande 2260 mm Poids 66 kg
Perceuse à colonne	1.1 kW		Perçage acier 26 mm Hauteur perçage 880 mm Tablier 190*600 mm Déplacement 160*920, Poids 165 kg

**Tableau 1 (suite)** Besoin en moteurs :Puissance, Vitesse et caractéristiques

## II-2 Fonctionnement et problème rencontré actuellement avec ce type de moteur

Le principal problème rencontré actuellement au niveau des villages est un manque de structures. Dans l'agriculture, un problème de moyen se pose. Le matériel utilisé est souvent motorisé. On rencontre même des pratiques totalement archaïques (tel que l'énergie animale et même l'énergie humaine) . Tout cela freine le développement de l'agriculture.

Les pompes jouent un rôle très important dans la culture maraîchère le long de la vallée du fleuve Sénégal et dans les niayes. Nous avons constaté que ces pompes fonctionnent à un très grand débit pour alimenter un certain nombre de champs. Les paysans s'abonnent à un circuit pour bénéficier d'une certaine période d'irrigation, d'autres qui peuvent trouver du carburant, choisissent leurs périodes en faisant une location et les plus aisés achètent leur propre pompe. Ces régions ont une potentialité extrêmement importante. Le seul problème est de trouver une source d'énergie pour puiser l'eau du fleuve en direction des champs.

Après les pompes on peut citer les batteuses de mil ou de riz. Tout ce qui manque aux paysans est de pouvoir faire la transformation sur place de leurs produits. Le mil est cultivé dans une grande partie du territoire. Dans les zones tel que :le Saloum, la Casamance, le Sine, etc.

Et pourtant les batteuses de mil sont très rares à trouver. Ce qui constitue un blocage énorme pour l'exploitation de cette culture.

En ce qui concerne le riz, il peut être un produit cultivé et transformé sur place, surtout dans les régions de la vallée du fleuve et de la Casamance. Il y a d'autres machines très importantes pour l'activité des villageois comme le moulin à mil qui est presque indispensable, de même que le décorticage à riz et à arachide etc.... Tout cela demande une certaine motorisation. Mais le problème actuel est le prix du carburant à utiliser. Les habitants de ces villages sont obligés de se réunir en GIE avec l'aide extérieure pour pouvoir assurer la consommation des machines. Ce qui évidemment diminue le nombre normal qu'on devait y trouver. En plus de cette difficulté s'ajoute le problème de maintenance. Ces villageois n'ont pas de mécanicien pour assurer la maintenance des machines. C'est toute cette panoplie de problèmes qui a poussé notre projet à vouloir trouver une solution beaucoup plus adaptée. Cela consiste à maître en place des moteurs à courant continu adaptés à la filière photovoltaïques. Ce système aura besoin de moins de maintenance, il est plus léger à l'utilisation et sa source d'énergie est plus accessible. Cela peut aller jusqu'à la création d'autres structures dans les villages. [1]

### II-3 Avantages et inconvénients des moteurs à courant continu

#### a) Avantages

Le moteur à courant continu allie les qualités suivantes :

- Grande souplesse de fonctionnement et simplicité relative des commandes nécessaires.

- Fonctionnement aisé dans les quatre quadrants à savoir moteur ou frein dans les deux sens de rotation.
- Souplesse de réglage du couple.
- Réalisation facile d'un freinage d'urgence.
- Démarrage réglable à volonté en pente et en couple
- Finesse possible de la variation de vitesse.
- Fonctionnement stable jusqu'à l'arrêt.

#### b) Inconvénients

Ces inconvénients sont surtout relatifs à la présence du collecteur :

- Limitation du produit PN (kW.tr/min)
- Pièces sous tension non isolées (lames de collecteur.)
- Production endogène de poussières conductrices (usure des balais.)
- Nécessité d'une surveillance du système de commutation.

# Chapitre 3

## Etude de marché

### III Etude de marché

Le projet cherche à équiper les villageois en moteurs à courant continu pour leurs systèmes photovoltaïques. Le Sénégal compte un très grand nombre de villages non électrifiés. Ce manque d'électricité les pousse à l'utilisation d'autres moteurs qui présentent beaucoup plus de difficultés. Le moteur à courant est plus adapté au travail du point de vue couple, force, et manutention. Pour cela, nous allons essayer d'estimer le nombre de machines qu'aurait besoin un village en moyenne pour enfin connaître le nombre total dont notre entreprise pourrait mettre en disposition sur le marché à l'avenir.

Pour estimer la consommation d'un village, on tient compte du projet de développement des villages avec le système solaire qui essaye de créer le maximum de services possibles dans un village.

#### III.1 Dimensionnement d'un village

Le projet de développement rural, vise à créer le maximum de services dans les villages. Pour cela, nous voyons la nécessité d'implanter certaines structures tel que :

##### a) Vulcanisateur :

Il est constaté que dans beaucoup de villages, d'énormes difficultés se présente pour la réparation de leurs charrettes et vélos en cas de panne de pneu. Il leur faut aller en ville pour pouvoir faire le nécessaire. De ce fait, il serait important de mettre en structure ce vulcanisateur qui aura besoin **d'un moteur** pour son compresseur.

b) Moulin à mil :

Une machine très utilisée dans ce monde. Pour assurer la satisfaction en ce domaine, il va falloir disposer d'au moins d'un moulin par village accompagné d'une machine de broyage d'arachide cuite ( « tigadégé »), de broyage d'arachide sèche (« noflaye »).

Nous aurons besoin de **trois machines** pour assurer la demande de cette structure.

c) Un menuisier :

Un métier très recherché dans le monde rural et engendre l'installation de centre de formation. Il aura besoin d'une toupie, circulaire, d'une raboteuse et d'une mortaiseuse. Chacune de ces machines aura besoin d'un moteur interchangeable d'une machine à l'autre.

Ce qui fait un besoin de **quatre moteurs** au minimum.

d) Centre de formation de couture :

Pour faire la couture et assurer en même temps une certaine formation. Le besoin en machines va être au minimum trois à quatre machines à coudre (Machine simple, Machine de « broderie », Machine « damina », Machine à manivelle) dont **deux à trois seront motorisés**.

e) Elevage :

La plus part des villages pratiquent l'élevage comme activité principales.

Ils auront besoin d'une machine à traire : au moins **un moteur**.



f) Centre de formation en mécanique :

C'est l'atelier le plus important à créer au niveau des villages, pour la simple raison que dans la plus part de ces villages les jeunes n'ont aucune activité durant la saison sèche. Ce qui a accentué l'exode vers les villes sans qualification. Cette formation pratique peut beaucoup aider les villageois sur le plan de la maintenance de tout appareil agricoles ou autre.

L'équipement de ce milieu aura comme matériel principal :

- Scie de bois et de matière plastique, Scie verticale
- Ponceuse électrique
- Meule fixe
- Lame électronique
- Tronçonneuse
- Fraiseuse
- Tour moyenne
- Meule déplaçable
- Une machine de soudage à arc électrique

il sont tous équiper d'un moteur.

g) Une unité de refroidissement :

Qui assure la conservation du lait, de la viande, du poisson, etc.

Besoin : **un moteur**

#### h) Agriculture :

Au début du projet nous avons proposé d'installer une unité de production au niveau des villages pour leur permettre de faire la transformation des produits sur place. Pour cela, les machines à installer seront :

-Batteuses de tous genres : suivant l'activité du village concernant.

Besoin : **un moteur**

-Décortiqueuse de tout genre

Besoin : **un moteur.**

#### i) Pompe Electrique

Pour l'irrigation des cultures maraîchères.

Le village aura besoin d'au moins de deux pompes, car un seul risque de ne pas suffire du fait de la faiblesse de la puissance de notre moteur (**deux moteurs.**)

Selon l'étude que nous avons menée plus haut, il est constaté que pour satisfaire un village moderne il faudrait fabriquer au moins **24 moteurs.**

Nous allons maintenant à estimer le nombre de villages à moderniser pour connaître l'étendu du marché que nous aurons à assurer.

En plus de ces villages, il est évident que d'autres marchés peuvent provenir des entreprises ou d'autres. Mais comme nous ne maîtrisons pas cela, nous allons nous contenter seulement de notre étude dans la monde rurale.

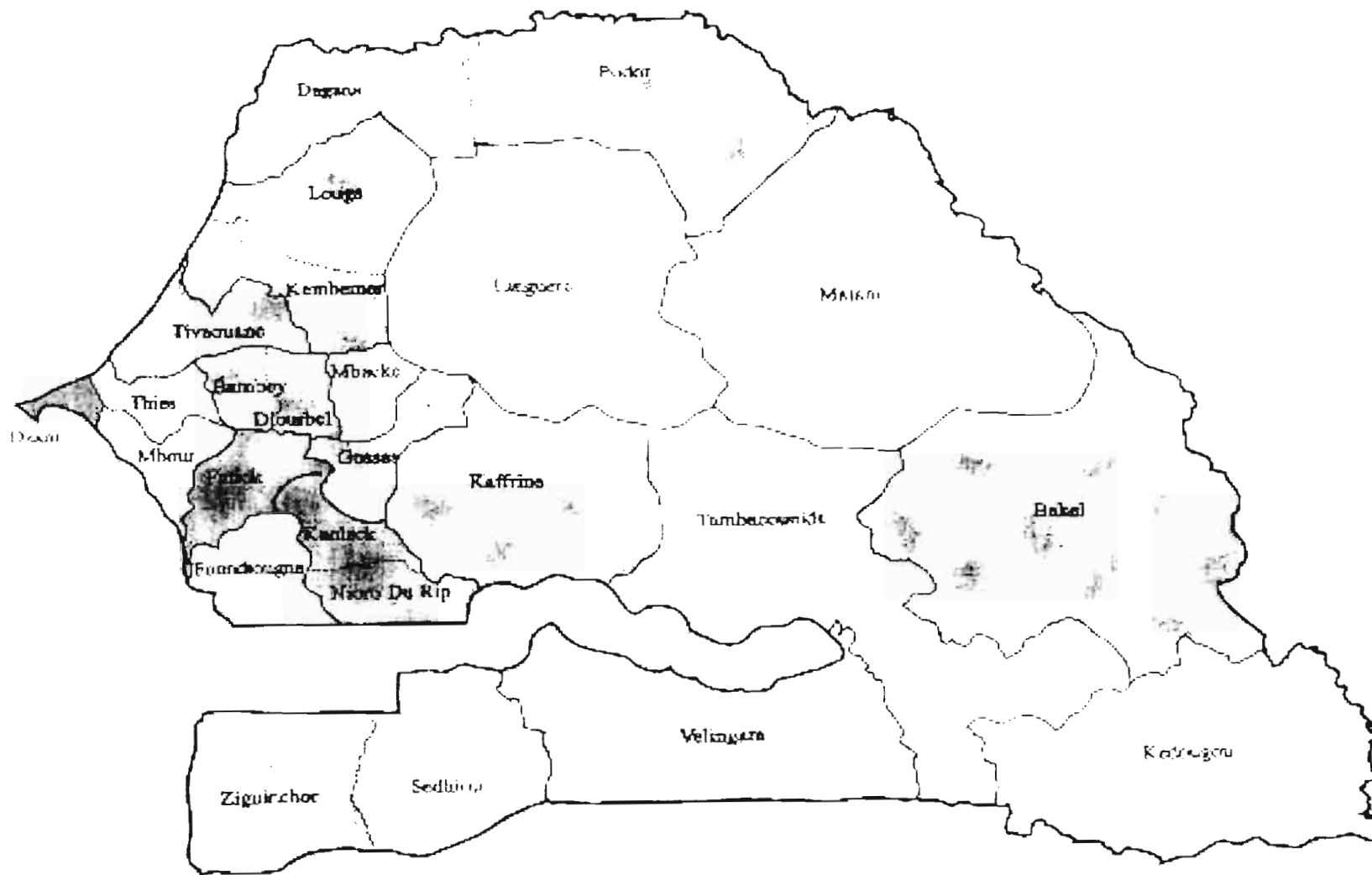
### III.2 Etendue de marché

Nous allons nous baser du plan de l'électrification rurale fait par les Japonais [2] pour estimer le nombre de villages dont le besoin se fait sentir. Ce document nous à été fourni par l'Agence sénégalaise d'Electrification Rural (ASER.) Dans ce plan ils ont fait une étude selon le nombre d'habitant par village et de sa distance du réseau nationale.

De ce fait, nous sentons très bien le besoin en moteurs. Nous avons une moyenne de 11219 villages qui auront besoin de ces moteurs. Si nous l'associons à la demande moyenne de moteur par village qui est de **24 moteurs** on aura à satisfaire un marché de **269256 moteurs**.

Régions	Départements	Nombres de communautés rurales	Nombres de villages
Dakar	Rufisque	1	10
Diourbel	Bambaye	13	401
	Diourbel	11	340
	Mbecké	11	282
Fatick	Fatick	14	185
	Foundiougne	9	307
	Gossas	12	282
Kaolack	Kaffrine	21	847
	Kaolack	9	429
	Nioro du Rip	11	456
Kolda	Kolda	13	677
	Sédhiou	20	573
	Vélingara	10	422
Louga	Kébemer	16	796
	Linguère	17	664
	Louga	15	776
Saint Louis	Dagana	6	261
	Matam	12	254
	Podor	10	148
Tamba	Bakel	10	400
	Kédougou	10	221
	Tamba	13	737
Thiès	Mbour	8	123
	Thiès	9	348
	Tivaouane	15	859
Ziguinchor	Bignona	15	279
	Oussouye	4	68
	Ziguinchor	5	74
	<b>Total</b>	<b>320</b>	<b>11219</b>

**Tableau 2** Tableau de récapitulation des villages ayant un besoin de moteurs



**Figure III.1 :** **Carte du Sénégal et répartition**

# Chapitre 4

## Processus de fabrication

## **IV Processus de fabrication**

### **IV-1 Etude et Exemple de calcul concernant la conception du moteur**

#### **a) Présentation du moteur**

Le moteur à courant continu comprend 4 parties principales : l'inducteur, l'induit, le collecteur et les balais.

Nous pouvons aussi citer les différentes parties complémentaires qui constituent le moteur :

- Un flasque palier coté bout d'arbre ;
- Deux roulements ;
- Turbine de ventilation ;
- Anneau de manutention ;
- Stator ;
- Porte balais ;
- Porte visite ;
- Planchette à bornes didactique ;
- Borne dynamo.

Le collecteur est un ensemble de lames ( ou segments ) de cuivre isolées les unes des autres par des feuilles de mica et montées sur l'arbre de la machine, mais isolées de celui ci. Les conducteurs de l'induit sont reliés aux lames de cuivre dans une génératrice bipolaire, deux balais fixes diamétralement opposés appuyés sur le collecteur assurent le contact électrique entre l'induit et un circuit extérieur.

La construction du collecteur demande un soin considérable car s'il faut qu'une des lames dépasse les autres d'une fraction de millimètre seulement des étincelles seraient produites par les rebondissements des balais quand la machine serait en charge.

De sur-chauffant et en carbonisant le collecteur, ce qui ne peut évidemment être toléré.

La pression des balais sur le collecteur est généralement de l'ordre de 15 kPa ( $1.5 \text{ N/cm}^2$ )

La densité de courant qui les traversent est environ  $10 \text{ A/cm}^2$ .

## b) Etude et Exemple de conception d'un moteur

### 1) Particularités de la machine à courant continu :

Le principal avantage de la *machine à courant continu* est l'entraînement à vitesse variable, auto-ajustable ou réglable de façon externe. Cet avantage est lié à un certain nombre d'inconvénients.

Citons principalement :

- La nécessité d'une source à courant continu ;
- Le prix (2 à 2.5 fois celui d'un moteur asynchrone) ;
- L'entretien (usure des charbons et du collecteur.)

L'emploi du moteur à courant continu pour les entraînements à vitesse variable est très fréquent dans le domaine de la traction électrique, pour les machines de conditionnement et dans de nombreux appareils d'usage courant (électronique de loisirs, automobile, etc..)



## 2) Structure de la machine

La machine à courant continu est, du point de vue de sa construction, la plus compliquée des machines tournantes classiques, bien qu'elle ait été la première machine réalisée (1836)[3]. C'est en fait une machine alternative munie d'un redresseur mécanique, le *collecteur*. La structure est inverse de celle de la machine synchrone. *L'inducteur*, alimenté en courant continu ou à aimants permanents, se trouve au stator, alors que *l'induit*, parcouru par un courant alternatif, se trouve au rotor.

La disposition générale, fait intervenir les éléments suivants :

- La culasse statorique qui supporte les pôles. Elle est parcourue par un flux continu et peut donc être exécutée en acier.

- *Les pôles principaux* (stator) sont traversés par le flux magnétique inducteur créé par l'enroulement correspondant auquel ils servent de support. Ils sont généralement constitués par des tôles de 1 mm afin de limiter les pertes par pulsation liées aux encoches rotoriques. L'ensemble des pôles crée une alternance périodique de flux Nord et sud. Le nombre de paire de pôles dépend de façon secondaire de la vitesse. On a cependant en première approximation :

$$p \cong 50/n_{\max} + 1$$

$n_{\max}$  est exprimé en t/s

Pour de faibles puissances, les pôles principaux sont constitués par des aimants permanents.

- *Les pôles de commutation* sont disposés entre les pôles principaux. Leur but est d'améliorer la commutation. Ils créent une variation de flux dans la spire quittant les charbons de façon à compenser l'effet de la coupure de courant et éviter la formation d'étincelles. Le bobinage qu'ils supportent est parcouru par le courant continu rotorique. Ils sont généralement massifs. Ils ne sont réalisés que pour des moteurs de plusieurs kW.

- Les pôles principaux peuvent également être constitués par des aimants permanents, qui génèrent alors un flux constant. Leur axe de magnétisation est généralement radial. Les moteurs de puissance inférieure à 2 kW sont à aimants permanents.

- Du fait de la rotation du rotor, l'induit est traversé par un flux de fréquence  $p.n$ . il doit donc être constitué de tôles isolées de 0.5 mm. Des encoches sont disposées à la périphérie.

- *L'enroulement rotorique* est formé d'un bobinage enchevêtré, généralement à deux plans, du type imbriqué ou ondulé. Cet enroulement est fermé sur lui-même ; il est relié régulièrement aux différentes lames du collecteur.

- Le collecteur est formé de *lames de cuivre* alternées avec des lames isolantes. L'ensemble forme un cylindre sur lequel frottent des *charbons*. Il y a autant de rangées de charbon que de pôles[3].

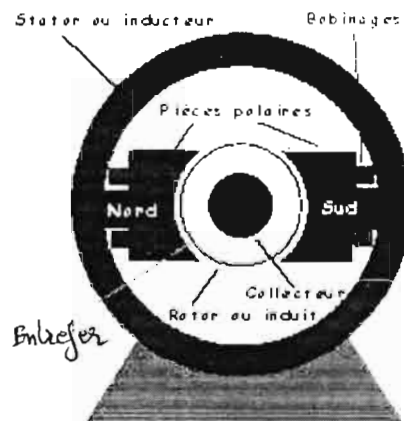


figure IV.1 Flasque et Rotor

### 3) Exemple de calcul de conception

Dans la plus part des machines à courant continu, l'aimantation est créée par un bobinage du stator (machine à champ fixe) ou un bobinage du rotor ( machine à chine à champ tournant.)

Mais nous avons vu dans les paragraphes précédant que pour les moteurs de puissances inférieures à 2 kW, il est conseillé d'utiliser un champ à aimant permanent. Et nous nous trouvons exactement dans ce cas du fait que notre conception concerne une puissance de 1.5 kW. Le choix de cette valeur se justifie par le fait que les plaques solaires à utiliser ne peuvent pas supporter une certaine puissance ou demanderont un espace difficile à gérer.

### 3-1) Choix de l'aimant

Les aimants permanents utilisés sont le plus souvent de champ  $B < 4T$ . Comme nous avons une petite machine, essayons avec un champ  $B = 1.5 \text{ T}$ . Nous pouvons calculer le nombre de pôles.

$$p = 50/N_{\max} + 1 \quad \text{on a } N_{\max} = 4500 \text{ tr/min} \quad \Rightarrow p \approx 2 \text{ pôles}$$

Si on utilise 2 pôles dont les dimensions sont d'une longueur  $L = 10\text{cm}$  et largeur de  $l = 6\text{cm}$  alors nous aurons.

Une surface d'un pôle d'aimant de :

$$S = 10 \times 6 = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

### 3-2) Calcul du flux

Ce flux est celui délivré par l'aimant permanent il est proportionnel à la surface de l'aimant

$$\phi = B \times S \quad \Rightarrow \phi = 60 \cdot 10^{-4} \times 1.5$$

$$\Rightarrow \phi = 90 \cdot 10^{-4}$$

### 3-3) calcul du nombre de spires

$E$  est la force électromotrice (f.e.m) du moteur. Il a une valeur qui est inférieure à la tension d'entrée. Il peut lui rapprocher quand les pertes sont très réduites.

$$\text{On a } E = U - rI$$

Avec  $U$  la tension d'alimentation et  $I$  le courant. Mais comme nous savons que la valeur de  $E$  n'est pas loin de la valeur de  $U$ , supposons

alors pour le moment que  $E=U$  pour avoir une estimation du nombre de spires.

$$\text{On a } E = \frac{KNn\phi}{60} \Rightarrow n = \frac{60U}{KN\phi}$$

$$\underline{\text{AN :}} \quad n = \frac{60 \times 24 \times 10}{2 \times 4500 \times 90 \times 10^{-4}} \Rightarrow n = 177.77 \text{ spires}$$

Pour avoir un nombre qui puisse être bien réparti dans les 10 paires d'enroulements en parallèle nous pourrions prendre :

$$N = 180 \text{ spires}$$

Les spires sont d'une longueur moyenne de 30cm d'où la longueur totale de bobinage est  $L = 180 \times 30 \text{ cm} = 5400 \text{ cm}$

Nous pouvons maintenant calculer la résistance de la bobine du fait qu'il doit être en cuivre.

$$r = \rho_{cu} \times \frac{L}{S}$$

C'est la section de file qu'on peut calculer pour le moment.

Pour ne pas avoir de problèmes avec les plaques, nous allons essayer de maintenir le courant de démarrage égal au courant nominal (voir calcul de démarrage). Donc le fil ne supporte que le courant nominal  $I_n = 62.5 \text{ A}$ .

La densité de courant est de l'ordre de

$$1.8 < J < 3.5 \text{ A/mm}^2$$

mais comme le refroidissement est fait par l'air libre, nous pouvons admettre une densité de courant relativement faible tel que

$$J = 1.8 \text{ A/mm}^2$$

Nous avons S : section du conducteur

$$S = \frac{I}{J} \Rightarrow S = \frac{62.5}{1.8} \Rightarrow S = 34.7 \text{ mm}^2 \Rightarrow S \approx 35 \text{ mm}^2$$

la résistance à chaud du cuivre est  $\rho_{\text{Cu}} = 2 \mu\Omega\text{cm}^2/\text{cm}$

$$r = \rho \cdot \frac{L}{S} \Rightarrow r = 2 \cdot 10^{-6} \times \frac{5400}{35 \times 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow r = 0.031 \Omega$$

Nous pouvons maintenant calculer la force électrique E

$$E = U - rI \Rightarrow E = 24 - 0.031 \times 62.5$$

$$\Rightarrow E = 22.1 \text{ V}$$

Nous pouvons aussi calculer les pertes par effets joules

$$P_1 = R I^2 \Rightarrow P_1 = 0.031 \times 62.5^2$$

$$\Rightarrow P_1 = 122 \text{ W}$$

### 3-4) Calcul du couple moteur

$$C = K I \phi \quad \text{avec} \quad K = \frac{1}{2\pi \times u} \times Pn$$

$$\Rightarrow C = \frac{P \cdot n}{2\pi \times u} \times I \times \phi \quad C = \frac{2 \times 180}{2\pi \times 10} \times 62.5 \times 90 \cdot 10^{-4}$$

$$\Rightarrow C = 3.22 \text{ N.m}$$

3-5) Vitesse en charge

$$E = \frac{N \cdot n \cdot \phi \cdot p}{60 \cdot a} \quad \Rightarrow \quad N = \frac{60 \cdot a \cdot E}{n \cdot \phi \cdot p}$$

$$\underline{\text{AN :}} \quad N = \frac{60 \times 10 \times 22,1}{180 \times 90 \cdot 10^{-4} \times 2} \quad \Rightarrow \quad N = 4093 \text{ tr/min}$$

Nous avons un moteur à courant continu dont le flux est constant.

Donc le courant est le seul paramètre qui influe le couple moteur. Il est totalement indépendant de la vitesse de rotation.

3-6) Résistance de démarrage

Nous voulons que le moteur démarre avec l'intensité nominale pour ne pas épuiser les plaques solaires, car il peut arriver d'utiliser le moteur au fil du soleil. Pour cela, nous devons installer un rhéostat de démarrage qui augmente la résistance au démarrage et qui l'abaisse progressivement jusqu'à la valeur nul.

Nous devons donc pouvoir calculer la résistance maximale qu'il faut donner au rhéostat.

$$I_d = \frac{U}{r+R} \quad \Rightarrow \quad r+R = \frac{U}{I_d}$$

R : résistance maximale du rhéostat

$$\Rightarrow \quad R = \frac{U}{I_d} - r \quad \Rightarrow \quad R = \frac{24}{62,5} - 0,031 \quad \Rightarrow \quad R = 0,353 \, \Omega$$

### 3-7) réglage de la vitesse par la tension

la vitesse à vide ( $i=0$ ) est proportionnelle à la tension aux bornes du

moteur 
$$N_{\omega} = \frac{U}{K \cdot \phi}$$

Il est aussi possible de régler la vitesse par le biais de la tension aux bornes dans une plage de vitesse de  $-RN$  et  $+RN$ .

Dans notre cas il est très difficile de manier la tension du fait qu'elle est imposée par des batteries de tension.

### 3-8) Réglage de la vitesse par un rhéostat

Nous trouvons un problème pour varier la vitesse à l'égard d'une variation de tension, nous allons mettre en série un rhéostat de résistance  $R$  avec la bobine d'induction. Cette résistance varie de 0 à une valeur  $R_{\max}$  qui dépend de la vitesse minimum que l'on veut attribuer à la machine.

### 3-9) Puissance électromagnétique

$$P_{em} = E \cdot I \quad \Rightarrow \quad P_{cm} = 22.1 \times 62.5 \quad \Rightarrow \quad P_{cm} = 1381.25 \text{ W}$$

### Rendement de la machine

$$\eta = \frac{P_{cm}}{P_{cl}} \quad \Rightarrow \quad \eta = \frac{1381.25}{1500} \times 100$$

$$\eta = 92\%$$

### 3-10) Collecteurs

Ils sont formés par des lames de cuivres de section trapézoïdale, isolées de l'axe d'induit et assemblées de façon à constituer un bloc

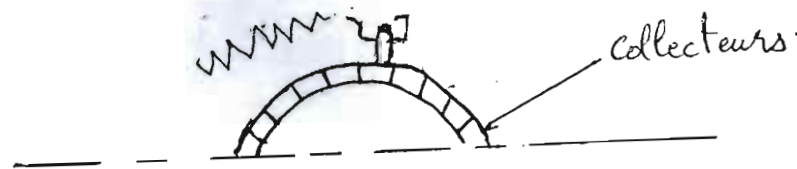


cylindre. Chaque lame porte une embase dont l'ensemble forme la collerette ; elle est fraisée et nous pouvons y souder les extrémités des conducteurs.

Le collecteur est la partie dont la construction est la plus délicate. Il est également la partie la plus fragile du moteur à courant continu. Ici nous avons une tension faible d'où les lames de collecteurs doivent être larges et surdimensionnées du fait de l'importance du courant.

Ils sont séparés les uns des autres par des feuilles de micas. Sa construction demande un soin considérable pour éviter toute possibilité de jaillissement d'étincelles. Celles ci peuvent être dues à un dépassement d'un des collecteurs même si c'est une fraction de millimètre. L'apparition de ces étincelles est évidemment à éviter du fait qu'il peut ronger ou détériorer les ballais tout en surchauffant et en carbonisant le collecteur.

Nous avons dans notre conception 20 voies d'enroulement. Dans la plus part des cas, le nombre de collecteur est égal au nombre de voies d'enroulement d'où nous avons 20 collecteurs isolés entre eux par une légère couche de feuille de mica et isolée de l'arbre par cette même matière.



**Figure IV.2: collecteurs**

### 3-11) Balais

Ils sont faits en carbone car cette matière possède à la fois une bonne conductibilité thermique et il est assez doux pour ne pas user le collecteur.

Nous allons ajouter une petite quantité de cuivre à ce matériau pour améliorer la conductivité.

La pression des balais sur le collecteur est réglée à une valeur appropriée grâce à des ressorts ajustables (voir figure IV.3)

En effet, si la pression est trop grande, le frottement provoque un réchauffement excessif du collecteur et des balais ; par contre si elle est trop faible, le contact imparfait peut produire des étincelles. Dans

la plus part des cas nous utiliserons 15 kPa comme pression des balais sur le collecteur. Nous pouvons donc utiliser cette pression pour voir.

La largeur de ces balais est 1.5 fois la largeur d'une lame de collecteur.

Au montage, il faut ajouter leurs courbures à celle du collecteur à l'aide d'un abrasif fin. L'ajustage est amélioré en faisant tourner la machine à vitesse réduite et à vide pendant quelques heures.

Ces balais sont généralement au nombre de deux et montés diamétralement.

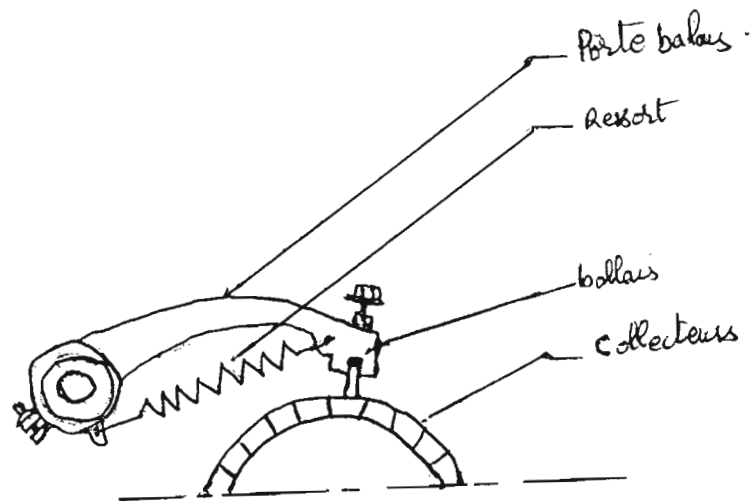


Figure IV.3 Schéma d'un ensemble balais, porte balais collecteurs

**Figure IV.3** Schéma d'un ensemble balais, porte balais collecteurs

3-12) Encoche du rotor

C'est un cylindre magnétique en rotation coaxiale au rotor. Les conducteurs induits sont fixés à la périphérie du rotor, ordinairement dans des encoches. Ils sont isolés de la masse du rotor. Pour éviter de violent courant de Foucault, il doit être feuilleté.

Il est constitué d'un empilement serré de couronnes découpées dans une tôle d'acier au silicium de 1 mm d'épaisseur isolées les unes des autres. Le stator, tout au moins la carcasse, peut être en acier moulé.

Le bobinage de l'induit est compliqué( enroulements « imbriqués » ou « ondulés »). Les conducteurs de l'induit sont parcourus par le courant débité par la machine. Ils sont isolés du noyau par plusieurs couches de papiers ou de mica et maintenus solidement en place dans l'encoche au moyen de cales en fibre.

Tout le bobinage doit se trouver dans le champ magnétique donc nous pouvons dire que la longueur de l'empilement peut être 12 cm. Nous aurons besoin de 120 disques de 1 mm d'épaisseur et de 10cm de diamètre par exemple.

Pour le calcul de masse, ne connaissant pas encore ni le diamètre de l'arbre ni les dimensions exactes des encoches, nous allons considérer un disque plein puis enlever une masse de 25%.

### 3-13) Calcul de masse

Calcul de la masse d'un disque

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 10^{-6} \Rightarrow V = \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \times 10^{-6} \Rightarrow V = 7.86 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$\rho = 7.6 \text{ kg/dm}^3 \Rightarrow m = \rho \cdot V \Rightarrow m = 7.6 \times 7.86 \cdot 10^{-6}$$

$$m = 6 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

la masse de l'ensemble des disques

$$M_{ic} = 6 \cdot 10^{-5} \times 120 \Rightarrow M_{ic} = 0.0072 \text{ kg}$$

Masse réelle

$$M_{\text{réel}} = 0.0072 \times (1 - 20\%) \Rightarrow M_{\text{réel}} = 0.00576 \text{ kg}$$

On a un cuivre de  $35 \text{ mm}^2$  de section et de  $5400 \text{ cm}$  de longueur

$$\Rightarrow \text{le volume } V = 5400 \times 0.35 \text{ cm}^2 \Rightarrow V = 1890 \text{ cm}^3$$

masse totale de cuivre

$$\gamma_{\text{cu}} = 8.9 \text{ kg/dm}^3 \Rightarrow M_{\text{cu}} = \gamma_{\text{cu}} \times V$$

$$M_{\text{cu}} = 8.9 \times 1.89 \Rightarrow M_{\text{cu}} = 16.821 \text{ kg}$$

### 3-14) Dimensionnement de l'arbre

L'arbre doit supporter un couple d'au moins de  $C = 3.22 \text{ N.m}$ . Nous pouvons donc calculer avec  $C = 3.5 \text{ N.m}$ .

Cet arbre permet de transmettre le couple moteur à une machine ou à un élément de machine, il est fait en acier.

Nous allons utiliser la méthode du code Asme pour calculer le diamètre de l'arbre nécessaire [4].

Nous avons :

$$d = \left\{ \frac{5.1}{S_p} \left( (c_m M)^2 + (c_t T)^2 \right)^{1/2} \right\}^{1/3}$$

$M$  = Moment maximal. Ici, comme la distance est réduite et que la machine est en pleine rotation, nous pouvons la négliger devant le couple que doit supporter la machine.

$$\text{On a } S_p = h(0.18 S_w : 0.30 S_t) \text{ min}$$

$$\text{Où } b = \begin{cases} 1.0 \text{ sans concentration de contraintes.} \\ 0.75 \text{ avec concentration de contraintes} \end{cases}$$

Ici nous pouvons considérer qu'il y a concentration de contraintes.

Si nous considérons aussi que l'arbre est en acier UN5G10350 laminé à chaud (matière qui constitue la plus part des arbres de transmission.)

$$S_{ut} = 500 \text{ Mpa} \quad \text{et} \quad S_y = 270 \text{ Mpa}$$

$$S_p = 0.75 (0.18 * 500 \cdot 10^6 ; 0.30 * 270 \cdot 10^6) \text{ min} \quad S_p = 6.075 \cdot 10^7$$

$$C_b = \text{facteur de charge (tableau 6.1)} \quad [4]$$

$$C_t = 1$$

La valeur  $S_p$  peut être réduite de 25% si la faillite de l'arbre est susceptible d'entraîner des conséquences catastrophiques.

Comme nous concevons un moteur dont nous ne connaissons pas le lieu de montage, nous pouvons, pour plus de sécurité, appliquer la règle.

$$\Rightarrow S_p' = 6.075 \cdot 10^7 (1-25\%) \quad \Rightarrow S_p' = 4.55 \cdot 10^7$$

$$\Rightarrow d = \left( \frac{5.1}{4.55 \times 10^7} \times ((1 \times 3.5)^2)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \Rightarrow d = 0.00732 \text{ m}$$

$$\Rightarrow d = 7.32 \text{ mm}$$

**Pour plus de sécurité nous pouvons prendre comme diamètre  $d = 1.5 \text{ cm}$ .**

### 3-15) Choix du roulement

Nous choisissons simplement des roulements capables de maintenir le rotor bobiné au repos. De ce fait, comme l'effort est radial nous allons prendre un roulement à billes. Ce qui nous permettrait de choisir un petit roulement à bille capable de contenir le diamètre de l'arbre car l'effort à supporter au repos n'est pas important.

### IV-2 Procédé de fabrication

Il serait difficile pour une entreprise de procéder à la fabrication de toutes les pièces de sa production. Il n'est même pas souhaitable sur le plan économique. Donc, nous pouvons dire que la majeure partie de nos pièces seront sous traitées et d'autres, fabriquées. Par exemple toutes les gammes de vis et écrous sont sur le marché à des prix abordables. Il est difficile de trouver une production moins coûteuse de même que les roulements, les rondels et les câbles.

Seules les plus grandes pièces qui décrivent un caractère spécial sont à fabriquer :

- flasque palier coté bout d'arbre ;
- feuilles d'encoches de l'induit ;
- arbre ;
- coque du stator ;
- flaque palier coté collecteur ;
- porte de visite ;
- anneau de manutention ;

- collecteur ;
- balais ;
- porte balai ;
- planchette à bornes didactique.

### **Matériaux de construction**

- Carcasse ou culasse : Il est généralement fait en acier moulé ou soudé et même quelque fois en fonte. Sa forme est circulaire et cuirassée. Il est quelque fois répartie en trois parties principales : le flasque palier coté bout d'arbre, le cote stator et le flasque palier coté collecteur.

- Flasque palier coté bout d'arbre : Sa forme est un peu compliquée et peut être moulée. Quelques travaux peuvent surgir dans sa fabrication lors de finition comme le perçage, le taraudage et le limage pour avoir un bon état de surface.

- Coté stator : Il peut d'une manière beaucoup plus simple être construit par le ceintrage d'une tôle. Sur la quelle est fixé l'anneau de manutention. Après travail, nous procédons par le soudage des pieds de fixation.

- Flasque coté collecteur : Il est lui aussi moulé et présente la planchette à borne didactique.

- Noyaux polaires : Généralement feuilletés. Les feuilles sont faites de tôle d'acier au silicium et isolées entre elles par l'oxydation naturelle.



Celles ci ont la construction la plus simple (découpage de la tôle puis limage et assemblage.)

- Arbre : il est fabriqué par usinage et est fait en acier résistant car c'est lui qui supporte tout le couple.
- Bobinage du rotor : Il est fait en fil de cuivre rond, émaillé dont la section et le nombre de spires varient avec l'importance de la machine et son type d'excitation.
- Collecteur : La fabrication la plus simple consiste à prendre une barre de cuivre obtenu par moulage et y découper les cuves de collecteur de section trapézoïdale pour assurer la rondeur en assemblage.

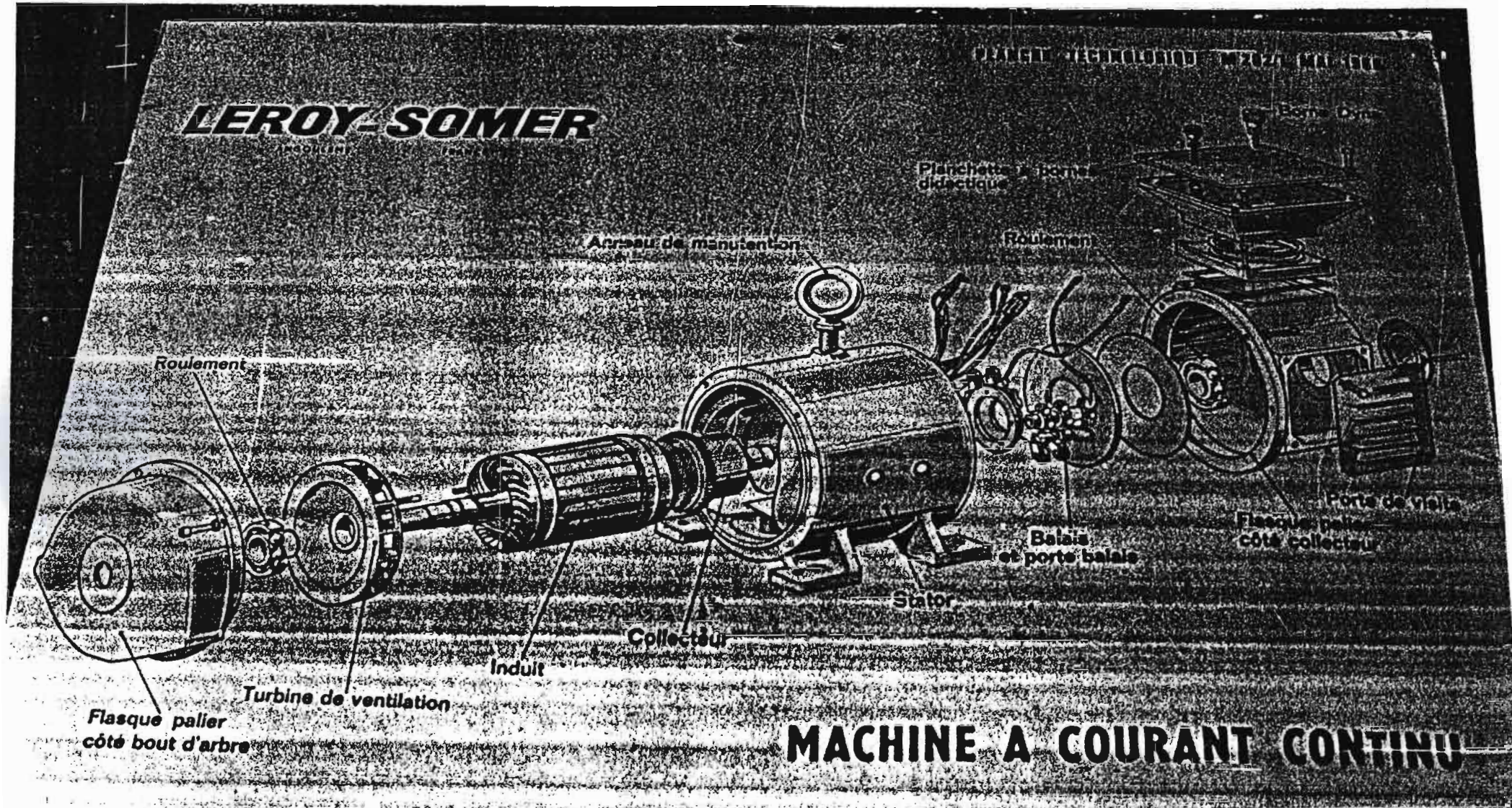


Figure IV.4 Schéma d'ensemble de moteur a courant continu

# Chapitre 5

## Equipement de l'unité de fabrication

## **V. Equipement de l'unité de fabrication**

### **V.1 Détermination et distinction des différents ateliers de fabrication.**

La structure de l'entreprise est une chose très importante. Il influe beaucoup sur la production. C'est vrai que l'architecte est celui qui doit établir le plan de construction, mais il est très important de savoir que c'est à nous de donner nos suggestions pour la disposition que nous devons tenir en compte.

Les différents services dont nous aurons besoins dans notre entreprise seront :

(figure V.1)

♣ Un grand magasin pour la conservation des pièces de la maintenance, des moteurs non encore évacués après fabrication et du produit brut. Donc, nous avons vu que pour une meilleure gestion de ce magasin nous aurons besoin de le diviser en trois compartiments en dehors du bureau du chef de magasin qui assure la gestion de ce dernier. Il est souhaité pour ce bureau qu'il soit accessible à partir de n'importe quel compartiment, l'agent doit avoir une visibilité sur les trois compartiments à partir même du bureau. Il est aussi conseiller que le magasin soit le plus proche possible de l'atelier et de la porte de sortie.

♣ Un atelier qui sera constitué par : l'atelier de fabrication, l'atelier de fonderie et l'atelier d'essai de la machine après montage.

Les trois ateliers peuvent former un bloc bien qu'ils doivent être séparés par des cloisons.

- Un atelier de fonderie, il demande une construction spéciale qui tient compte de la chaleur dégagée. Il doit être une structure isolée pour ne pas déranger les autres.
- Un atelier de fabrication : Son emplacement doit être très proche du magasin et le plus loin possible du bloc administratif pour éviter tout risque d'accident ou de dérangement. Il doit être accessible aux véhicules et sa construction doit avoir une très grande ouverture avec au moins un minimum d'issus de secours.
- Un bureau pour le chef d'atelier. Il doit être positionné de telle sorte qu'il est le maximum de regard dans l'atelier à partir même de son bureau.
- Un atelier d'essai des moteurs : où les moteurs seront testés avant livraison. Il pourrait même être considéré comme un démembrement de l'atelier de fabrication. Il n'a pas besoin d'une grande surface mais peut être d'une certaine précision sur l'installation électrique.

♣ Un vestiaire à mettre juste derrière l'atelier pour un lieu d'accueil des ouvriers.

♣ Des bureaux seront construits au près de l'atelier

. Nous proposons qu'ils soient entre l'atelier et le magasin si non le plus proche possible : Ces bureaux seront composés de celui des ingénieurs de fabrication et le bureau du comptable matériel.

♣ Une salle d'attente au niveau de la porte juste à côté du poste de garde. Tout cela pour ne pas créer un accès libre à n'importe qui au niveau de l'entreprise.

Nous pouvons même construire l'infirmierie en ce milieu. Pour au moins assurer les premiers soins en cas d'accident et même pour les visites médicales.

♣ Des lieux de stationnements sont aussi à prévoir dans la zone pour que les voitures ne soient garer n'importe comment : risque de gêne du travail.

♣ Construction du bâtiment administrative :

c'est là où se trouvent toutes les structures administratives. On peut y citer :

• Le bureau du directeur et de sa secrétaire et parfois même d'une salle d'attente à coté.

• La salle de réunion .

• Deux grands bureaux pour les personnels qui peuvent être réunis ensemble dans un bureau.

• Trois petits bureaux pour les cadres.

Au cas ou un problème d'espace risque de se poser, il est conseillé de le mettre en construction R+1. Ce bâtiment administratif doit être au plus loin possible de l'atelier de fabrication pour éviter tout risque d'accident.

♣ Une salle d'exposition pour la vente du produit.

♣ Des toilettes.

Structure	Espace occuper
Atelier(les trois réunis) Vestiaire Bureau du chef d'atelier	368 m <sup>2</sup>
Magasin Bureau du chef de magasin	202 m <sup>2</sup>
Bureaux pour l'atelier et toilettes	38m <sup>2</sup>
Bureaux pour l'administration et toilette	61m <sup>2</sup>
Bureau du directeur Secrétariat Salle d'attente	56 m <sup>2</sup>
Salle de réunion	32 m <sup>2</sup>
Salle d'exposition	70 m <sup>2</sup>
Salle d'attente de la porte Poste de gardiennage	37 m <sup>2</sup>
Deux parkings de voitures	62.5 m <sup>2</sup> chacun donc 125 m <sup>2</sup> au total
Clôture générale	10.000 m <sup>2</sup>

**Tableau 3**     Répartitions de la surface

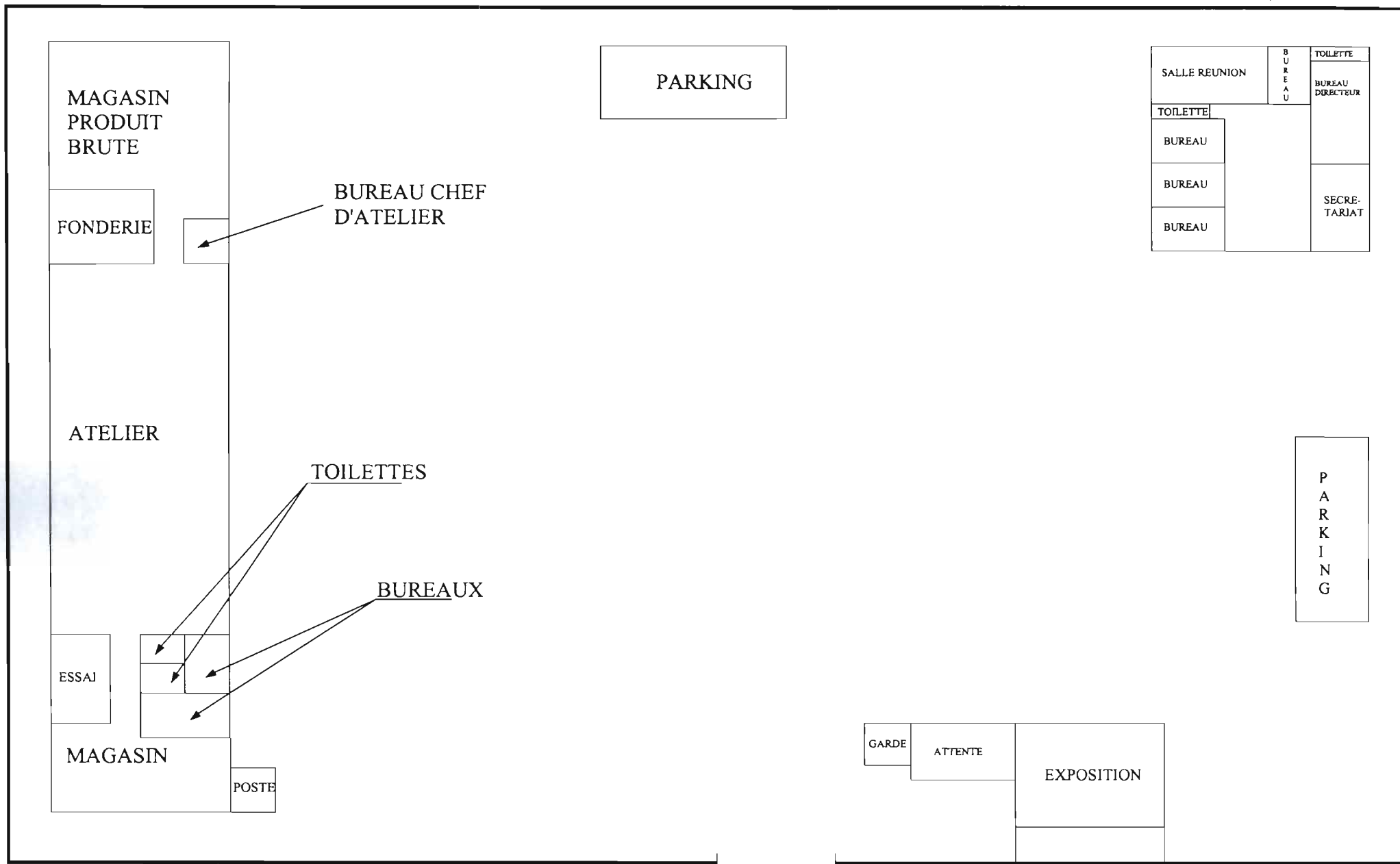


Figure V.1 PLAN DE CONSTRUCTION



## V.2 Equipement du milieu

Le type de machine ainsi que le perfectionnement du procédé de fabrication des pièces accusent une grande influence sur le choix des machines et de l'équipement dont l'atelier doit se disposer.

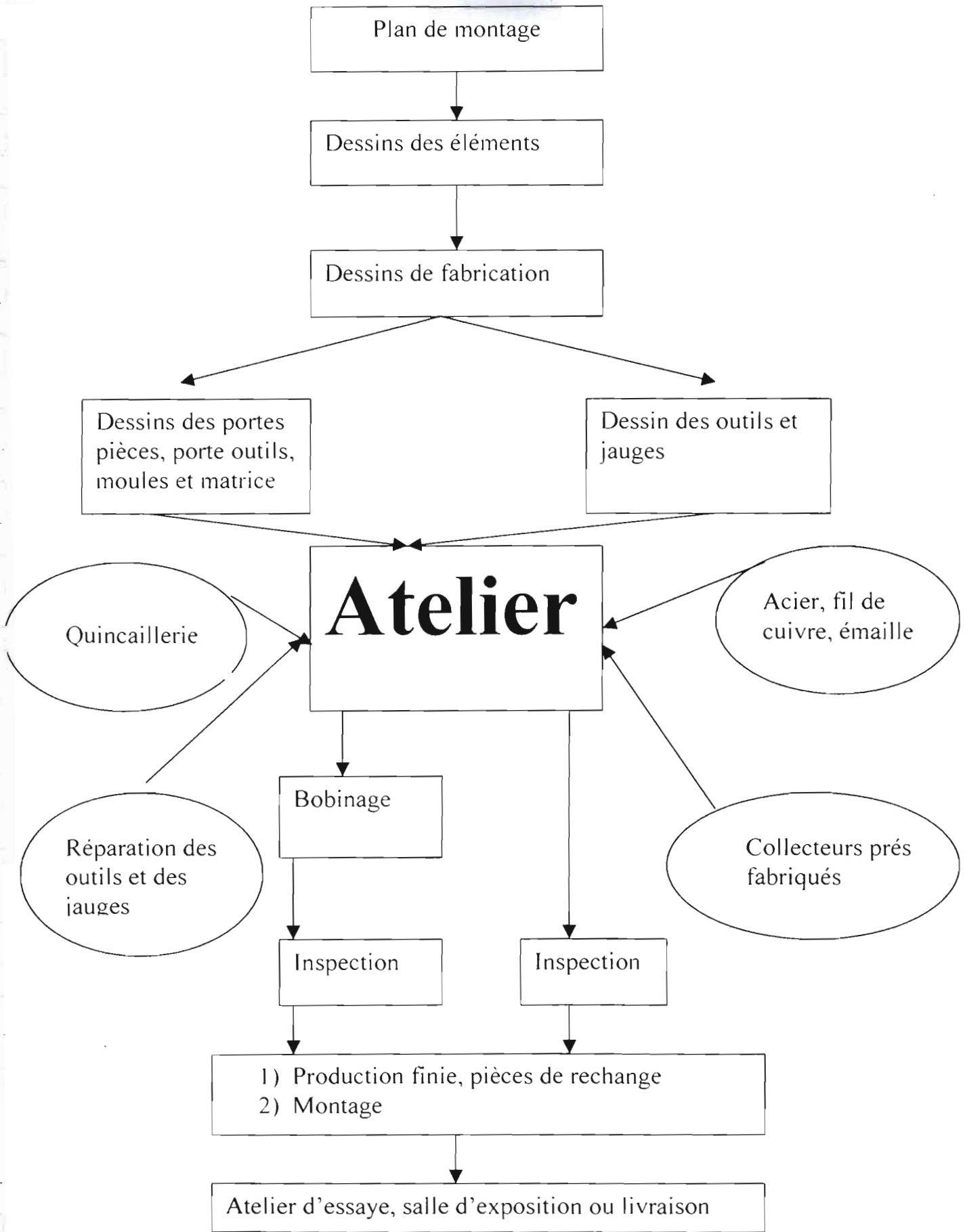
Mais n'ayant moins elle doit disposer d'un équipement de base qui est plus ou moins commun à tous les ateliers mécaniques.

Les différentes catégories d'appareils dont notre atelier de fabrication doit être doté sont d'une façon générale les suivantes [5].

- Palan électrique
- Palan manuel
- Chariots électriques
- Scie horizontales
- Machine tours automatique pour un travail plus rapide
- Perceuses à colonne de type courant
- Fraiseuse automatique
- Machine de soudage électrique à l'arc
- Machine de soudage et d'oxycoupage et machine à braser
- Une cintreuse de tôle métallique
- Une meule mobile
- Une meule fixe à broche métallique
- Fours électriques et équipement de fonderie :
- Equipement d'un banc d'essaye
- Machine de bobinage pour moteur électrique
- Pieds à coulisse, équerres, rapporteurs, jeu de cales, calibre pour petits tours, calibre télescopique, jeu de palmers, calibre de profondeur, micromètre d'intérieur, palmer à grand col de cygne, appareils et vernier de contrôle des filetages, etc.
- Compresseurs à moteur électrique

- Réservoir d'eau, réservoir d'huile, tuyauterie
- Installation de téléphone + fax passant dans un standard + Branchement d'internet.
- Equipement de la salle de réunion : une grande table de réunion de 15 m de long et à peu près 15 chaises.
- Equipement du magasin : 5 étagères à peu près.
- Equipement de bureau : pour équiper 12 bureaux.
- Un salon pour équiper la salle d'attente au secrétariat.
- 5 ordinateurs d'une grande puissance et d'une grande capacité.
- Climatisation d'au moins de 8 bureaux.
- Un grand groupe électrogène pour assurer le relais en cas de coupure De courant du fait qu'au Sénégal les coupures son assez fréquents.

### Technique de travail dans l'atelier



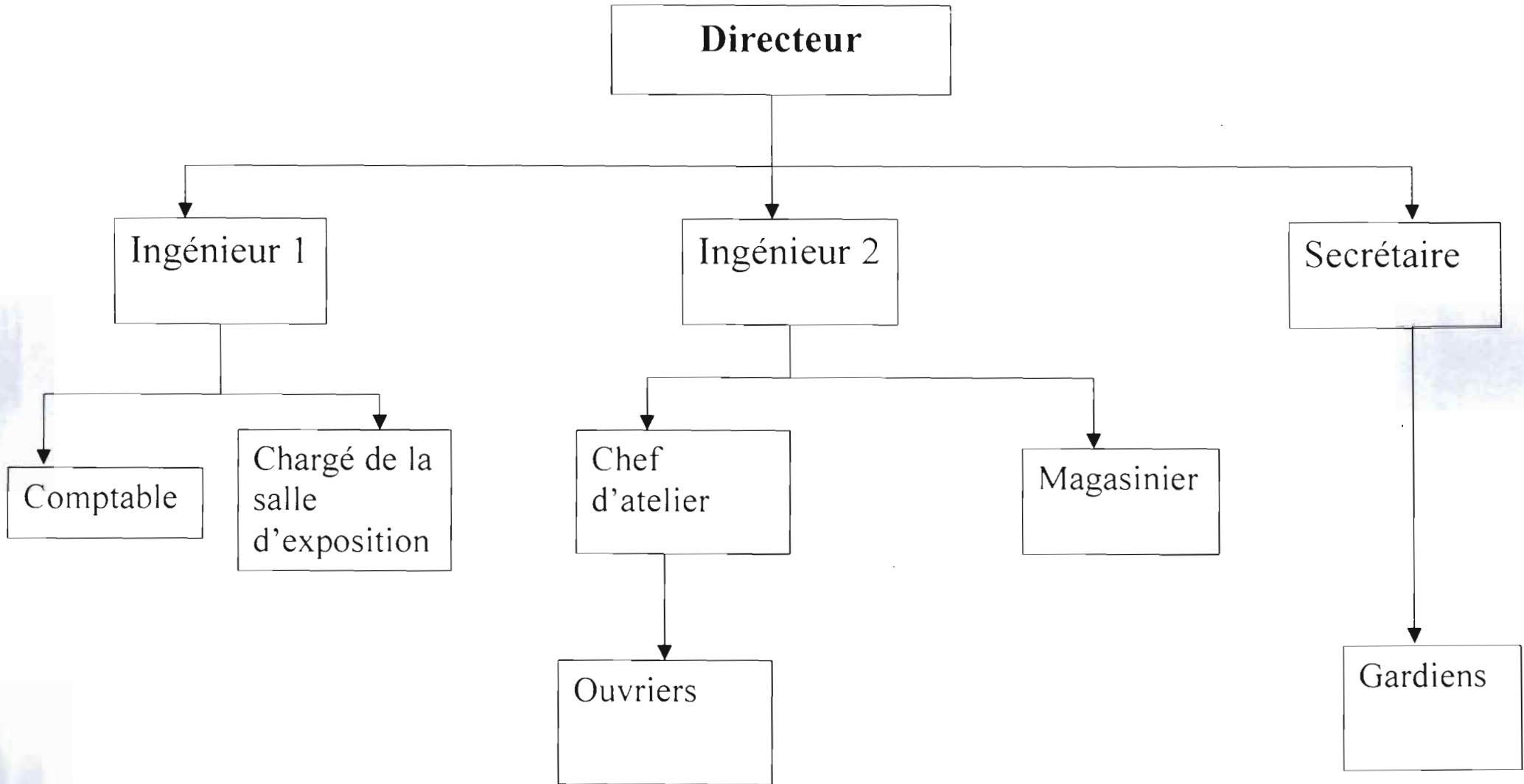
## Personnel de l'entreprise

L'entreprise va avoir le minimum de personnels pour faire fonctionner l'entreprise.

Ce personnel va être composé de :

- Directeur (Administrative, productive, et des ressources humaines).
- D'une secrétaire
- D'un comptable
- D'un ingénieur chargé du commerce de la qualité et de la gestion (ingénieur 1) ;
- D'un ingénieur chargé du département de production ( ingénieur 2) ;
- D'un chef d'atelier ;
- D'un chef de magasin ;
- D'un chargé de la salle d'exposition ;
- Des ouvriers dont au moins un par postes ;
  - 5 ouvriers dans l'atelier de fabrication ;
  - 2 ouvriers dans la fonderie ;
  - 2 ouvriers à l'opération d'essaye.
- D'un total de 9 ouvriers ;
- Deux gardiens ;

### Organigramme



# Chapitre 6

## Aspect financier

## VI Aspect financier

### VI.1 Coût de construction

Il y a deux possibilités d'évaluer le coût de construction :

Faire une étude métrée forfaitaire dans les détails qui demandent une étude beaucoup plus poussée ou faire un coût estimatif basé sur l'expérience de construction.

Nous allons prendre la dernière pour ne pas trop compliquer l'étude par souci de temps.

Structure	Aire en m <sup>2</sup>	Prix unitaire en FCFA/m <sup>2</sup>	Prix en FCFA
Bloc atelier + magasin+bureau	624	150000	93600000
Bloc administratif	210	180000	37800000
Salle d'exposition aménagée	70	180000	12600000
Salle d'attente	28	180000	5040000
Parkings	125	70000	8750000
Local poste de transformation et groupe	9	100000	900000
Poste de gardiennage	9	100000	900000
Total 1			159590000

**Tableau 4** *Détails des coûts de construction*

L'aménagement de l'extérieur + verdure représente 8% du montant total

Donc le Total I constitue 92% du montant total d'où

**Montant total = 173467392 FCFA**

Alors l'aménagement extérieur = 13877392 FCFA

### VI.2 Coût d'équipement

Beaucoup de ces équipements peuvent être fabriqués sur place par nous-même. C'est le cas des bagues à trempes, des étagères qui équipent les magasins, des réservoirs, etc.

C'est aussi le cas de certains matériaux qui équipent l'atelier de la fonderie.

Nous proposons d'utiliser la méthode artisanale : les moules peuvent être des boîtes en bois remplis d'argile battue. C'est une méthode qui marche très bien avec la fonderie traditionnelle. Pour ne pas négliger le prix de ces petits travaux de bricolages nous pouvons les estimer à 500000 FCFA.

L'équipement d'un atelier est bien évident pas facile mais nous allons choisir le matériel au plus simple possible pour obtenir en fin de ce projet un coût de réalisation acceptable. C'est ainsi que nous avons choisi ces machines suivant dont les prix estimatifs sur le marché sont :



Désignation	Référence	Prix en FCFA
Palan électrique (Pont Roulant)		
Cintreuse Rouleuse	3/8 à 2 Po	859299
Meule mobile	Meuleuse Hitachi Ø230	140.605
Touret à meuler	Peugeot TMT 1500tr/min	350.000
Touret parallèle	HB × 360 type BC 360v 5ch	13.000.000
Perceuse Bosch à main	1141	137.195
Meule étanches	200×25×32	22.230
Meules frondeurs	200×25×32	25.497
Meules bosse	200×25×32	26.750
Fraiseuse universelle 9cv	Série FV 30V avec tête mortaiseuse	15.000.000
Gaullotue	Capacité max 8mm	1.500.000
Etau base tournante	De 100	87.820
Pieds à coulisse	Fac Om	17.630
Micro metre	806-25mm	20.795
Jauge d'épaisseur 804		6.930
Soudeuse point	scia kg KT 1119	667.000
Poste oxy flamme	1 m <sup>3</sup> ac, 1 m <sup>3</sup> oxy	255.000

Désignation	Référence	Prix en FCFA
Coffret complet d'accessoires de soudage		350.000
Scie pied		331.950
Poste soudage à l'arc pointif		333.060
Poste de soudage à l'arc	Ø max 5mm	450.000
Perceuse sensitive sur établi	Capacité 13mm	325.000
Tronçonneuse disque	Capacité 230	2.000.000
Scie horizontale alternatif (fabrication sur place)		500.000
Mini four électrique		
Machine à bobinage de moteur électrique		
Compresseurs à moteur électrique	100 litre	391744
Installations téléphoniques + fax		100.000
Equipement des 5 ordinateurs		5.000.000
Equipement de bureau		2.400.000
Equipement de la salle de réunion		500000
Groupe électrogène	15 kvA	6000000

**Tableau 5 Coût des équipements**

Donc nous aurons un prix d'équipement qui s'élève à **50 798 543 FCFA.**

La construction elle s'élève à **173 467 392 FCFA.**

D'où un investissement total de **224 265 635 FCFA.**

Ce montant est hors TVA.

# Chapitre 7

## Réseau de distribution et de maintenance

## **VII. Réseau de distribution et de maintenance**

Le SENEGAL s'étend sur une superficie de 197192 km<sup>2</sup> répartie administrativement en onze régions. Notre entreprise pourrait se baser à LOUGA (étude du milieu nécessairement). Ce choix pourrait engendrer quelques difficultés d'écoulement du fait que les principaux partenaires demeureront dans le milieu rural.

Ainsi dans cette même mouvance, il conviendrait de bien préciser une répartition très appropriée par rapport à l'implantation de ces services de maintenances dans ces localités.

Cette répartition se fera dans vingt (20) zones qui sont les suivantes :

- ✓ Ziguinchor
- ✓ Diourbel-Bambeye
- ✓ Mbacké
- ✓ Dagana-Podor
- ✓ Matam
- ✓ Tambacounda
- ✓ Bakel
- ✓ Kédougou
- ✓ Kaolack-Nioro du Rip
- ✓ Kaffrine
- ✓ Tivaone
- ✓ Thiès

- ✓ Mbour
- ✓ Kébémér-Louga
- ✓ Linguere
- ✓ Gossas
- ✓ Fatick
- ✓ Foundiougne
- ✓ Sédhiou
- ✓ Kolda-Velingara

Chacune de ces localités comportera un point (service) de vente qui s'occupera d'une part de l'écoulement et de la sensibilisation des habitants et de la formation de quelques jeunes pour la maintenance d'autre part. Toujours dans ce même ordre d'idée nous répartissons ces différents services locaux en deux services principaux et en service secondaire.

- Les services principaux : bien équipés, seront les truchements entre la grande entreprise et les services locaux et seront les solutions aux problématiques sur le plan de la décentralisation. Ils peuvent être équipés en atelier de maintenance et en machine de rebobinage. Sa capacité de récupération et de distribution sont très importantes. Ils seront au nombre de trois et seront placés respectivement à Ziguinchor, Kaffrine et Kédougou.

- Les services secondaires : moins équipés, assureront la vente et la maintenance. Ils disposent des ateliers de maintenance d'une capacité d'accueil moins important mais possèdent par ailleurs un réseau de distribution considérable. Cependant ces deux services restent toujours complémentaires.

Les pièces de rechange de ces machines seront mises en disposition dans les magasins de vente de pièces détachées pour faciliter la maintenance.

# **Chapitre 8**

## **Conclusion et recommandations**



## **VIII. Conclusion et recommandations**

Un très grand nombre de moteurs est utilisé dans les villages sénégalais. Mais par manque d'énergie, le gasoil reste toujours le fluide le plus utilisé. Seul inconvénient qu'il présente est un problème de coût. C'est ainsi que nous avons pensé à réaliser ce projet visant à utiliser l'énergie solaire qui est beaucoup plus disponible.

Ce projet présente un grand avenir. Le marché espéré, peut s'étendre sur 11219 villages dont 269256 moteurs à vendre dans le futur. Nous tenons aussi à préciser que les moteurs dont nous avons étudié sont de petites puissances (1.5 kW). Cela n'exclut pas la possibilité de fabrication d'autres plus importants si besoin se fait sentir. Cette limite de puissance est simplement due à une peur d'encombrement des panneaux d'alimentation.

Le coût d'installation de l'entreprise est certes très important ce qui nous pousse à proposer une suite de l'étude comme le temps ne nous le permet pas. La continuité peut s'étendre sur deux domaines principalement.

- ◆ Etude de rentabilité et d'organisation du projet.
- ◆ Etude de l'installation électrique du milieu et d'installation des machines qui constituent l'équipement.

Il est aussi prévu la construction d'autres machines (machines à plat) qui présente plus d'avantages :

- ⊗ Plus petit et pouvant développer une puissance supérieure.
- ⊗ Pas de bobinage : il y a que des bandes.
- ⊗ Ses aimants sont à plat.
- ⊗ Ils ont un rendement de 90% si c'est à commutation électronique.

Ces moteurs s'adaptent plus à nos pays et sa fabrication n'est pas très compliquer.

## BIBLIOGRAPHIE

- ▶ Projet de l'élève ingénieur NDIAGA WADE [1]
- ▶ The study on photovoltaic Rural Electrification Plan in the République of Sénégal fait par les Japonais. [2]
- ▶ Traité d'électricité de Marcel JUFER. Volume IX Electromécanique (1995) troisième édition. [3]
- ▶ Élément de machine de GILBERT DROUNGOU, PIERRE THIRY, ROBERT VINET. [4]
- ▶ Commission économique pour l'Afrique ; Profil des industries mécaniques de base ; E. l'atelier d'outillage ;Etabli par :A.K. Mitra conseiller régional de l'ONUDI. [5]
- ▶ Au Sénégal de Victor FRANCO Hachette-Gides bleus (1988)
- ▶ Aide mémoire d'électromécanique appliquée de pierre MARGRAIN (1989).
- ▶ Encyclopédie des sciences industrielles Quillet  
Electricité, Electronique, Généralité.

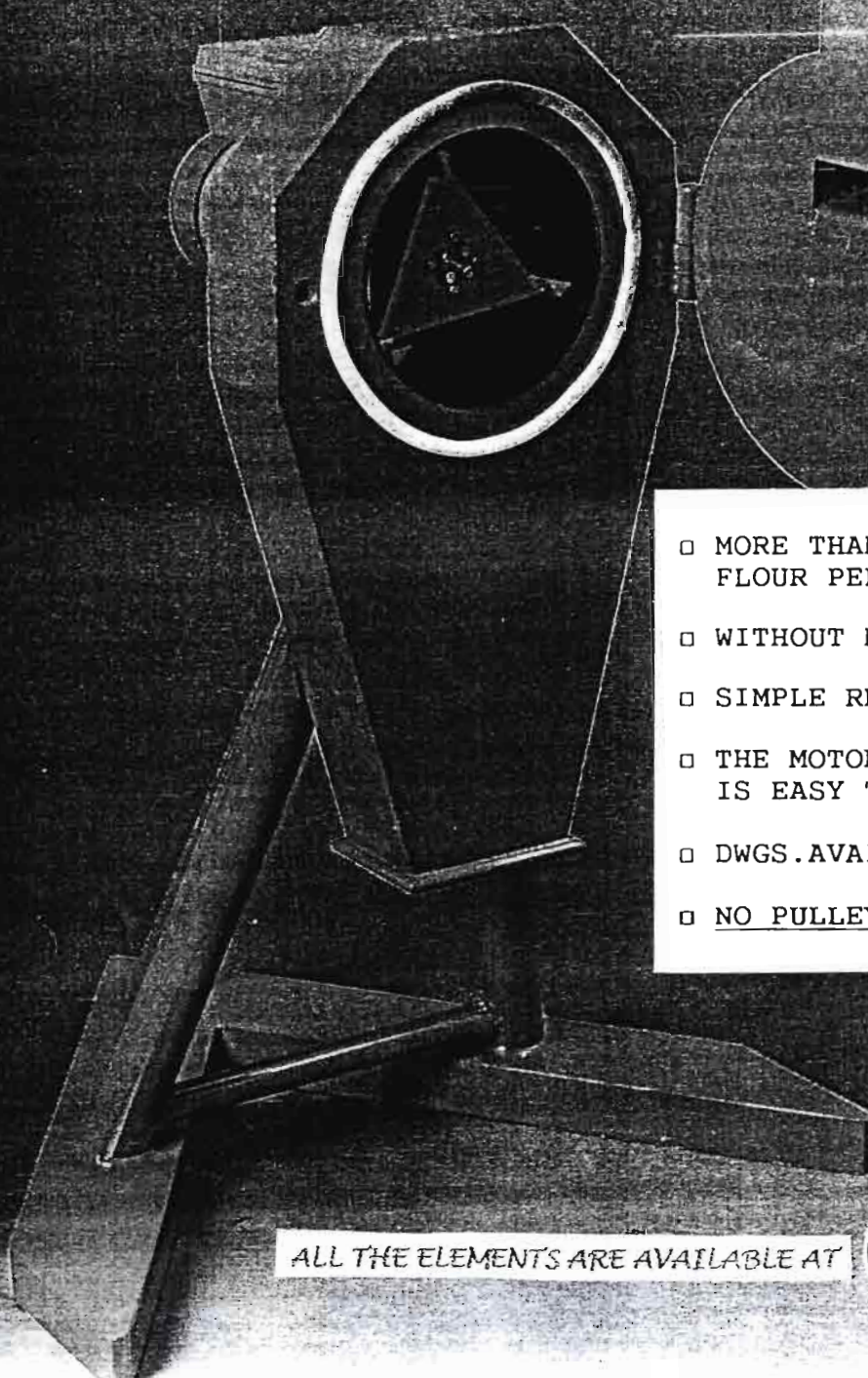
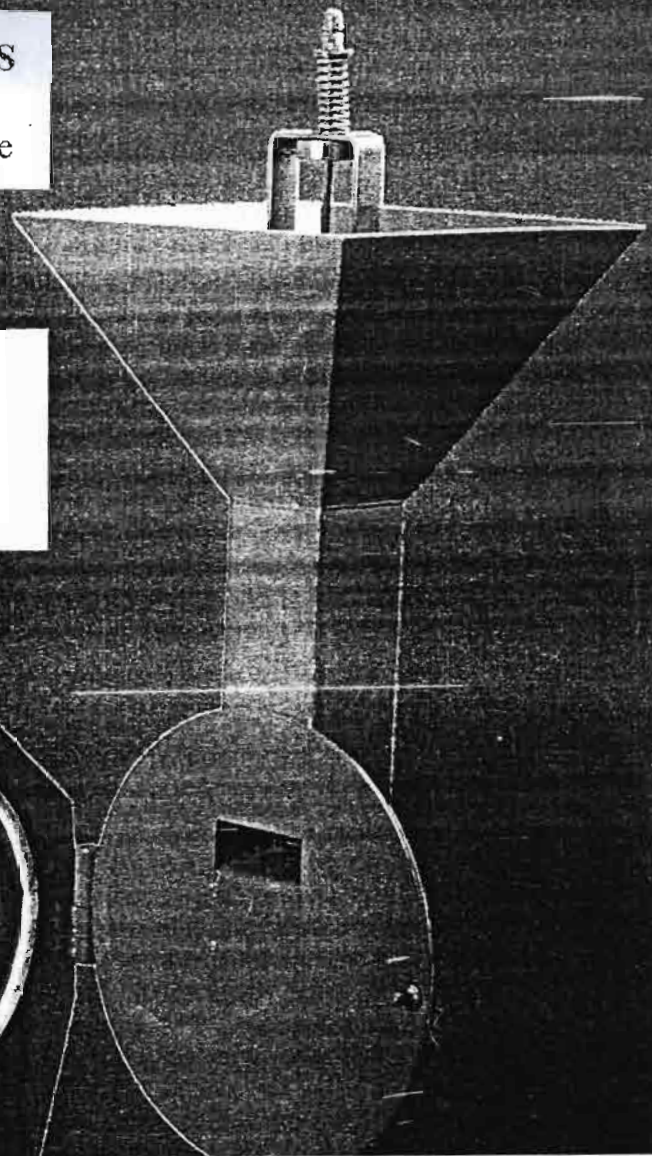
# ANNEXES

# **ANNEXES 1**

ELEMENTS AND INSTRUCTIONS  
for  
the manufacture and commissioning of the

## CEREAL MILL

FOR SOLAR OR WIND ENERGY IN 24 V DC  
(triple hammer system  $\phi$  230 mm)



- MORE THAN 100 kg OF MILLET FLOUR PER HOUR AT 10 Wh/kg!
- WITHOUT NOISE AND VIBRATIONS
- SIMPLE RHEOSTATIC STARTER
- THE MOTOR/TRIPLE HAMMER ASSY. IS EASY TO CARRY AWAY (19 kg)
- DWGS. AVAILABLE F. WELDED PARTS
- NO PULLEYS, NO BELTS!

ALL THE ELEMENTS ARE AVAILABLE AT

*C M R*

## THE DC DRIVES FOR FOOD PROCESSING MACHINES (MILLS) AND HOW TO START IT

Highest amp surges up to demagnetization would occur if high efficiency/high speed (which means : low ohmed) motors would suddenly be connected to batteries ; as high accelerations also damage the driven machines, a special ultra-low cost rheostatic starter with manual speed-up and gravity return was developed, which can be easily fitted in a standard PV control circuit (see cereal mill circuit lay-out) : when the filament wound resistor coil **5** guided by the rod of a shock absorber is moved upwards, the fixed brush contact **6** modulates the resistance in the motor circuit from cut-off (lower position) to short-circuit (upper position), where the the resistor coil is maintained by a magnet **7** piloted by the low voltage cut-off port of a standard solar charge controller. The shock absorber brakes the speed-up movement thus limiting the acceleration and also cushions the falling movement of the coil once the controller or any switch (e.g. at the mill door) induces the machine to stop

The mill is with the ceiling fan certainly the most explicit example of what simple DC motive power can achieve, as we can analyse more than 10 years of experience in this field and check the advantages against a well established competitor : *the diesel ICE driven mill*.

The simplest way to evaluate the situation is to put in line the alleged shortcomings of the diesel mill with the solution given by the DC drive :

The ICE is difficult to start ; a strong man is required and then all the cereals must be processed without interruption.

The DC drive can be started individually by any woman and the machine can be cleaned between the batches.

To get the required 5000 rpm the ICE output must be transformed by a pulley/belt arrangement with strong external bearings.

The DC drive runs directly : at the right speed without any belt system ; the bearings are those of the DC motor. This advantage is also true against AC drives, which can only run at 3000 rpm max .

The ICE engine heats the mill house and the flour gets a light fuel smell. The noise is a nuisance which is hard to accept

No nuisances of that kind.

The ICE mill must be fixed on a concrete base to avoid displacements and vibrations.

The smooth operation allows for the mill to rest on a sandy soil which dampens the noise .

Any breakdown needs the involment of an specialist who must come to the village ; this is very expensive and delays the re-start.

The heaviest breakdown can be solved by bringing the 19 kg-drive to the next town without the help of specialists .

Management of consumables is complex (oil, belt, oil filter, air filter, bearings as they are under strong load, grease for the bearings).

Change of batteries every 3 years, brushes and hammers every 4000 hrs (400'000 kg).

Slow and difficult to stop in case of emergency (product clogging, door not well closed), as only one cumbersome valve on the motor cuts the fuel.

Can be stopped with a switch from anywhere, even from a door contact or overload sensor measuring absorbed current.

Sieve deformation through torque in excess induced by inertia in the drive chain.

Sieves directly protected by the fuse in the electric circuit, as max. current is prop. to max. torque.

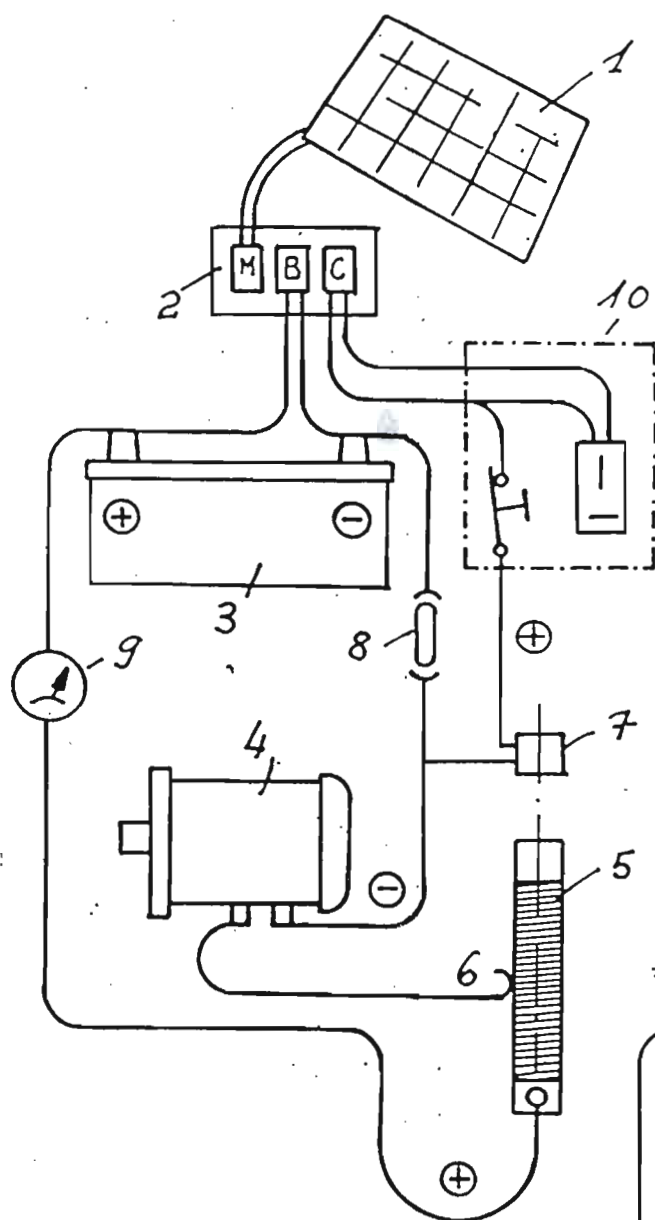
The standard solar mill performance with well prepared millet (accurately shelled with correct moisture) is around 100 kg/hour at a consumption of 43 A under 24 V or 10 Wh/kg. Note that windage losses (the fan action is essential for the process of milling) are around 24 A when idling ; that is why the mill should be stopped when not used and this is what explains the high consumption of ICE mills as they often idle waiting for clients. A consumption of 100 kg/day corresponds to a village of 300 to 500 people and hence can be easily covered by 4 x 50 W-modules in a North-South one axis tracking arrangement adjusted three times a day : by doing so, the harvest will be around some 1200 Wh/day in the Sahel area in April. If operated during day-time, the batteries of >200 Ah will experience very low DOD, so a lifetime of several years can be expected even with truck batteries.

The mill structure – when compared to an ICE model – is substantially simplified and the motor/hammer assembly (the « solar shaft ») can be extracted easily and brought to a service center in case of incident or for overhaul.

# CMR

## Alternativa

THE CIRCUIT LAY-OUT FOR THE CMR CEREAL MILL  
(with rheostatic starter, hand operated)



- 1 : MODULE ARRAY, 24V
- 2 : CHARGE CONTROLLER W. LVC  
M: modules  
B: batteries  
C: consumer on cut-off port
- 3 : BATTERIES, 24V
- 4 : MASOO MOTOR, 24V
- 5 : RESISTOR COIL
- 6 : BRUSHES
- 7 : MAGNETIC ABUTMENT
- 8 : FUSE or BREAKER
- 9 : AMMETER 75A
- 10 : STOP SWITCH W. DC OUTLET  
(CMR A-15/A-20/A-5A)

### SPECIFICATIONS

nominal voltage	24 V
nominal speed	4600 rpm
nominal current	60 A
mean milling current	43 A
idling windage current	23 A
max. current for 5 min.	70 A
battery capacity @ 24V	210 Ah
min. array power (tracked)	200 Wp



# Example of application : THE CEREAL MILL

WELDED STEEL PARTS  
FROM LOCAL SUPPLIER

SUPPLYING AND FITTING-UP  
INSTRUCTIONS BY CMR

**CMR**  
*Alternativa*

## CEREAL MILL

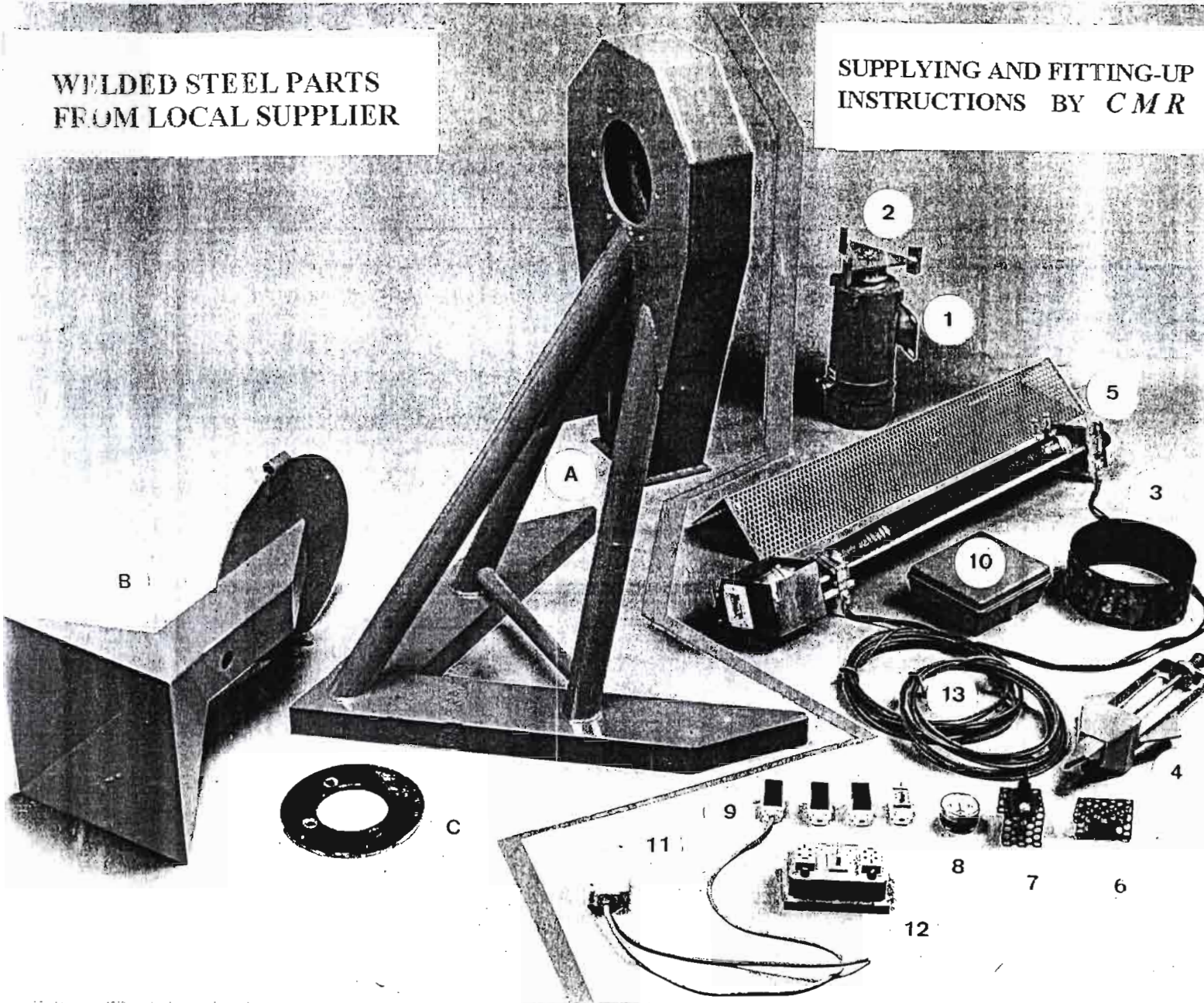
### locally manufactured parts

- A CHASSIS
- B DOOR with INLET
- C SIEVE CENTERING

### parts supplied by CMR

- 1 MOTOR 2 CV , 4600 rpm
- 2 TRIPLE HAMMER with EXTRACTOR
- 3 SIEVE with 1 / 1,5 / 2 mm holes
- 4 HAND VALVE
- 5 RHEOSTATIC STARTER
- 6 PROTECTION FUSE (A-101F)
- 7 CIRCUIT-BREAKER (C-45)
- 8 AMMETER (C-46)
- 9 POLARIZED PLUG/OUTLET
- 10 TOOL BOX
- 11 REMOTE SWITCH (A-5D/A-14bis)
- 12 CONTROLLER with LOW-VOLTAGE CUT-OFF
- 13 CABLES 10 mm<sup>2</sup>

On request we can supply, free of charge,  
the drawings of this mill.

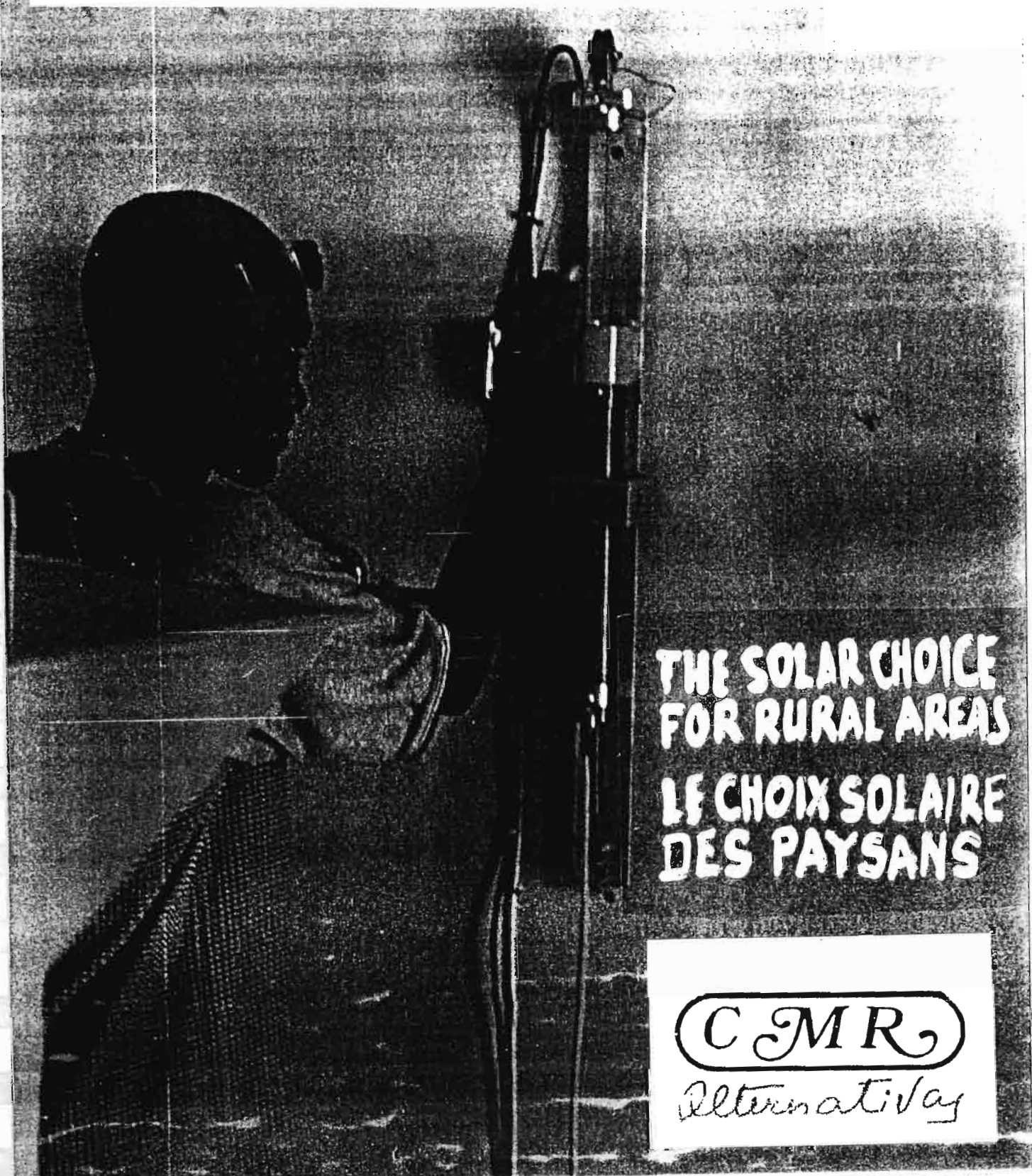


# DEMARREUR RHEOSTATIQUE

pour la motorisation en COURANT CONTINU

# RHEOSTATIC STARTER

for rural driving power with DIRECT CURRENT



THE SOLAR CHOICE  
FOR RURAL AREAS  
LE CHOIX SOLAIRE  
DES PAYSANS

**CMR**

*Alternatives*

### MOTORISATION RURALE CC 1,5 kW

### RURAL DC MOTORIZATION 1,5 kW

La motorisation agricole (REFROIDISSEMENT, CONGÉLATION, VENTILATION, DÉCORTIQUAGE, MOUTURE ETC) a besoin d'un système simple, ultra-robuste et réparable sur place (donc sans électronique - qui plus est a la fâcheuse tendance à provoquer des interférences radio qui brouillent les émissions AM fort répandues dans les PVD).

C'est à ces critères que répond le choix d'un MOTEUR À BALAIS FERMÉ (donc protégé des poussières et de la farine) de 4500 t/min sous 24 V, ce qui permet l'accouplement direct de moulins à percussion et de pompes centrifuges et la réalisation des entraînements les plus variés en utilisant une gamme réduite de courroies et de pignons.

Le MOTEUR M 1500 est livré d'office avec une poulie crantée guidée selon DIN 5294/H100 (largeur courroie 1", pas 1/4") facilement démontable, sur laquelle s'adaptent entre autres les marteaux de moulin; ainsi tous les moteurs peuvent être utilisés indifféremment pour des transmissions par courroie ou pour des moulins: ceci réduit les problèmes d'approvisionnement et de stock. Notez qu'une ouverture dans la zone des balais permet le nettoyage du collecteur au moyen d'un bâtonnet abrasif élastique sans arrêter le moteur.

#### CARACTÉRISTIQUES

tension nominale	24 V @ 4500 t/min
courant nominal	80 A → 3,33 Nm
Δ T sur carcasse à puiss. nom.	60 ° C
rendement en puiss. nom.	78 %
ventilation	forcée
montage	piéd ou bride
poids (av. poulie)	17,5 kg

Le DÉMARREUR RHEOSTATIQUE DM 80 permet le lancement/moteur M 1500 à partir de batteries

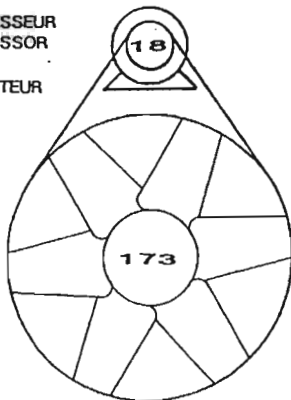
#### FOURNITURES

MOTEUR M 1500 (livré avec une poulie de 18 dents)  
 rechanges: balais, roulements  
 accessoires: poulies menées (dents: 173 ventilée, 120, 84, 60, 40, 30, 20), courroie de 200 dents (2540 mm), bâtonnet abrasif, marteaux pour moulin avec tamis de φ 230 mm  
 DÉMARREUR RHEOSTATIQUE DM 80  
 rechanges: balais, Interrupteur  
 accessoires: fusible 100 A.

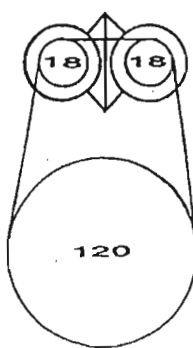
#### CARACTÉRISTIQUES

courant maxi	100 A
tension d'utilisation maxi.	60 V
rampe standard	2 min
poids	9,5 kg

COMPRESSEUR  
COMPRESSOR  
VENTILATEUR  
FAN



OSMOSE INVERSE  
REVERSE OSMOSIS



The rural motorization for COOLING, FREEZING, VENTILATION, MILLING, PEELING etc needs a rugged, simple and locally sustainable design (this means: no power electronics - which tend to interfere with the AM radios used generally in developing countries).

These criteria led to the choice of a DUST-PROOF BRUSH MOTOR design running at 4500 rpm @ 24 V: this allows a direct drive of impact mills and centrifugal pumps; other drives can be readily realized by a reduced set of ISO 5296/H100 timing belts and ISO 5294/H100 pulleys available off-the-shelf.

The M 1500 MOTOR is supplied with a standard 18-teeth pulley which can be easily dismantled for bearing replacement; the mill hammers and the pump impeller can be directly adapted to this pulley: this reduces stockholding and tooling problems. Note that an opening in the brush area allows for collector cleaning in motion with an abrasive rubber stick.

#### MAIN DATA

nominal voltage	24 V @ 4500 rpm
full load current	80 A → 3,33 Nm
Δ T on frame at full power	60 ° C
approx. efficiency at full power	78 %
ventilation	rear shaft fan
mounting	flange or foot
weight (with pulley)	17,5 kg

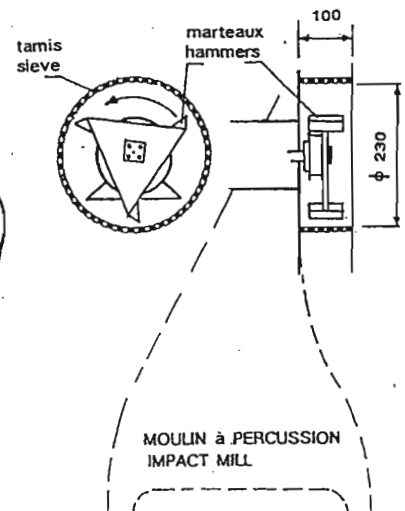
The RHEOSTATIC STARTER DM 80 allows slow starts of the M 1500 motor

#### SUPPLIES

M 1500 MOTOR (with standard 18-teeth pulley)  
 spare parts: brushes, bearings  
 ancillaries: driven pulleys (teeth: 173 with fan, 120, 84, 60, 40, 30, 20), belt 200 teeth (2540 mm), abrasive rubber stick, mill hammer blades (for φ 230 mm sieve)  
 RHEOSTATIC STARTER DM 80  
 spare parts: brushes,  
 ancillaries: 100A-fuse

#### MAIN DATA

max. current	100 A
max. voltage	60 V
standard starting ramp	2 min
weight	9,5 kg



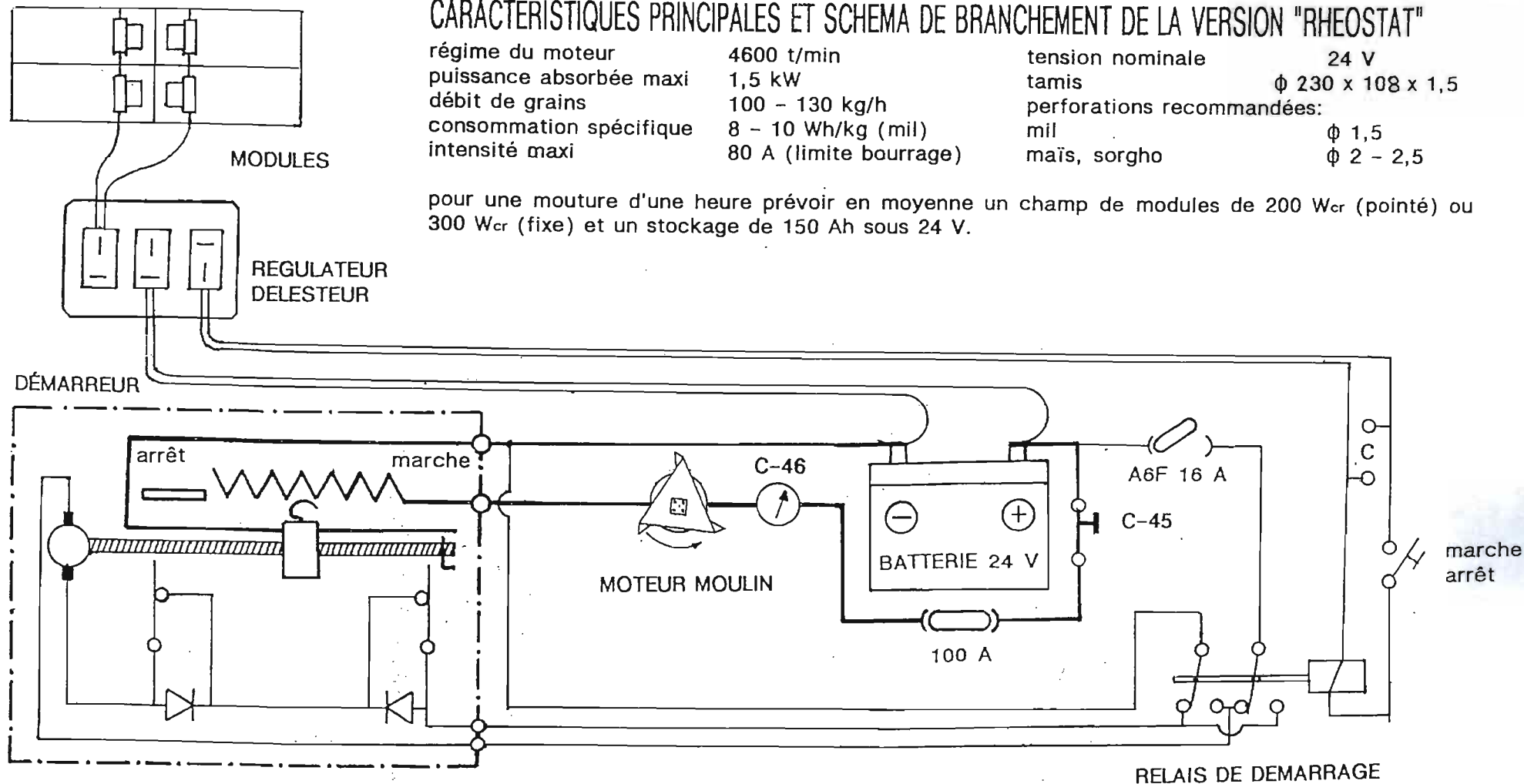
**ATTENTION:** le système de fixation sur l'arbre ne permet que la ROTATION ANTI-HORAIRE (en regardant l'arbre).

**CAUTION:** the shaft coupling allows only COUNTER-CLOCKWISE ROTATION (when looking on the drive shaft end).

## CARACTERISTIQUES PRINCIPALES ET SCHEMA DE BRANCHEMENT DE LA VERSION "RHEOSTAT"

régime du moteur	4600 t/min	tension nominale	24 V
puissance absorbée maxi	1,5 kW	tamis	φ 230 x 108 x 1,5
débit de grains	100 - 130 kg/h	perforations recommandées:	
consommation spécifique	8 - 10 Wh/kg (mil)	mil	φ 1,5
intensité maxi	80 A (limite bourrage)	maïs, sorgho	φ 2 - 2,5

pour une mouture d'une heure prévoir en moyenne un champ de modules de 200 W<sub>cr</sub> (pointé) ou 300 W<sub>cr</sub> (fixe) et un stockage de 150 Ah sous 24 V.



### RECOMMANDATIONS:

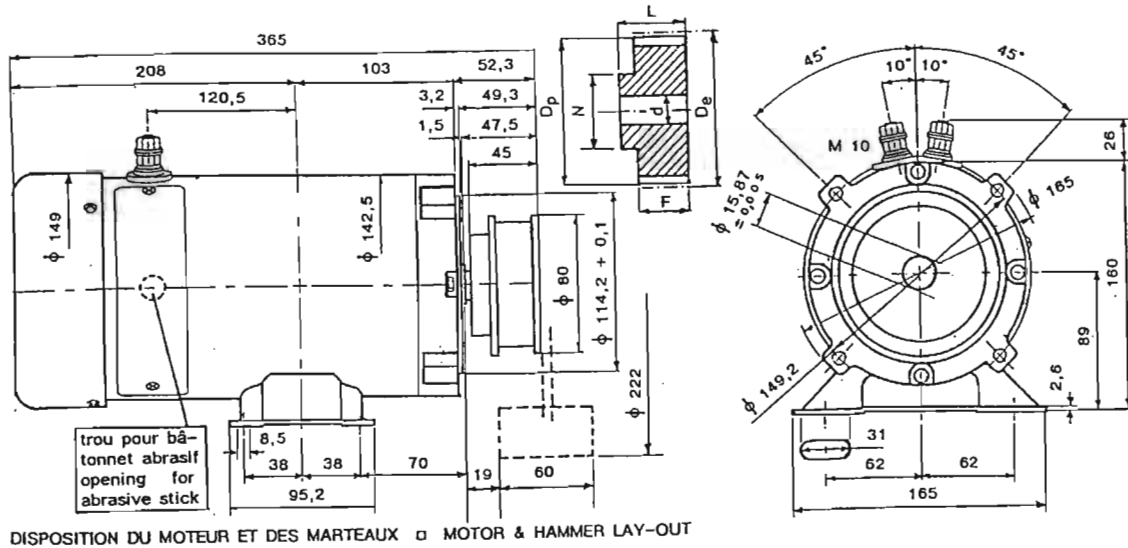
- brancher les consommateurs auxiliaires (lumières, ventilateurs) sur le circuit à délesteur (en C)
- placer le coupe-circuit (C-45) à un endroit facilement atteignable et ne le laissez pas se couvrir de farine.
- effectuer les branchements à courant fort avec du fil souple de 10 mm<sup>2</sup> (brins séparés); si les liaisons dépassent 2 m, torsader deux fois deux brins de 10 mm<sup>2</sup>. (voir: "motorisation rurale")
- instaurer un débit de grains générant un courant nettement en-dessous de 80 A pour éviter les bourrages.
- attendre que le démarreur se soit arrêté en position marche avant de charger les grains
- ne jamais ouvrir la porte tant que le trimarteau tourne encore.

19-6-1996 G

**CMR**

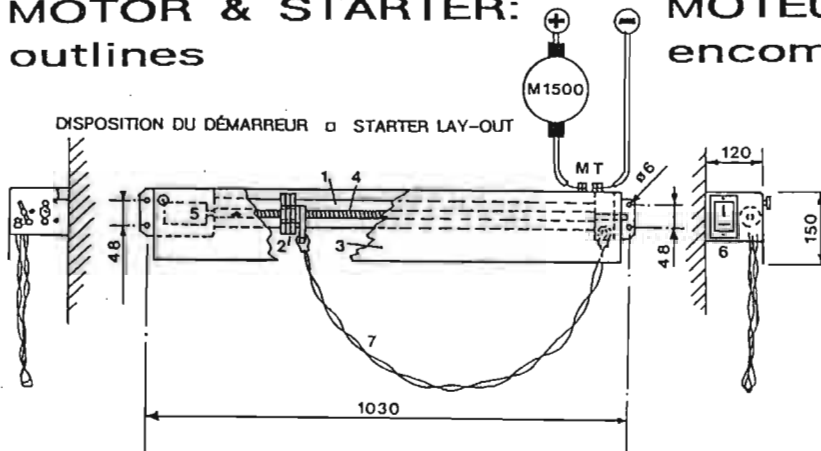
# CMR

## Alternativas



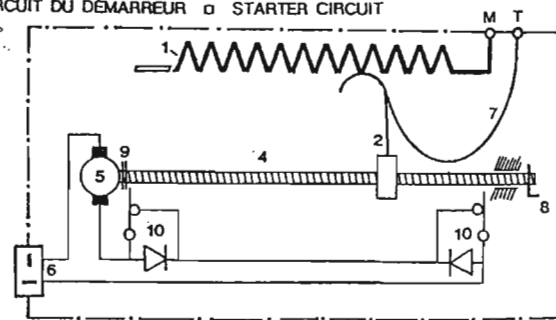
### MOTOR & STARTER: outlines

### MOTEUR & DEMARREUR: encombrements



POULIES teeth dents	MENÉES D <sub>e</sub>	□ D <sub>p</sub>	DRIVEN N	PULLEYS F	L	d
20	79,48	80,85	62	46	58	19
30	119,90	121,29	80	46	58	19
40	160,33	161,70	80	46	58	19
60	241,18	242,55	120	46	65	19
84	338,20	339,57	120	46	65	24
120	483,73	485,12	120	46	65	24
173	696,80	699,38	-	51	80	190

### CIRCUIT DU DÉMARREUR □ STARTER CIRCUIT



### REPÈRES □ LEGEND

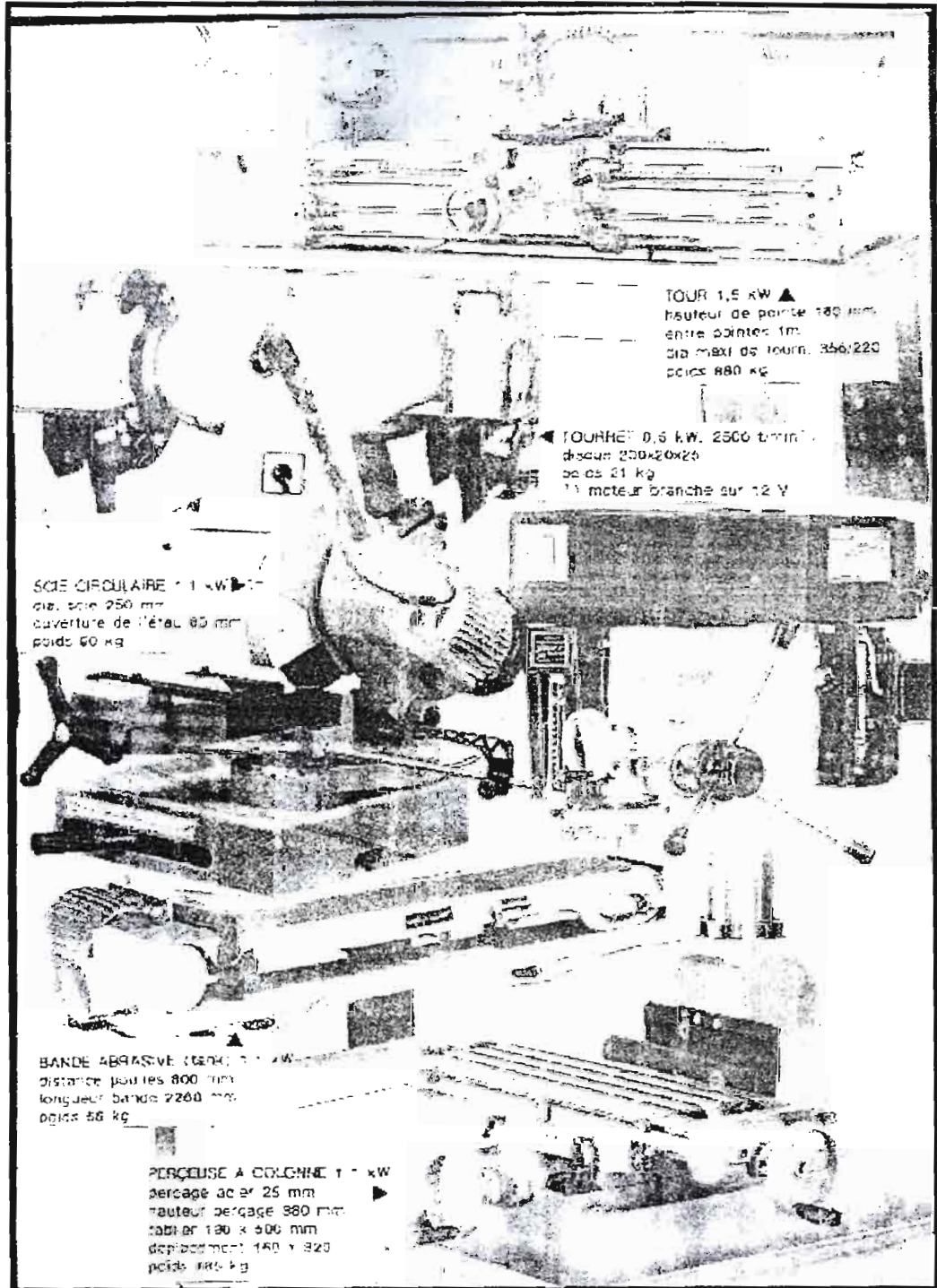
- 1) RÉSISTANCE □ RESISTOR
- 2) CURSEUR □ SLIDING CONTACT
- 3) PROTECTION PERFORÉE □ PERFORATED COVER
- 4) TIGE FILETÉE □ SCREW
- 5) MICRO-MOTEUR □ MICRO-MOTOR
- 6) FICHE INSTRUMENT A-4 □ PANEL PLUG A-4
- 7) CABLE DE CONTACT □ CONTACT CABLE
- 8) MANIVELLE (clé Allen) □ CRANK (Allen key)
- 9) ACCOUPLEMENT □ COUPLING  
(pour ouvrir: 8) □ (opens with 8)
- 10) INTERRUPTEUR FIN DE COURSE □ LIMIT SWITCH

IMPORTANT CONTRÔLEZ VOTRE PROTECTION CHECK YOUR FUZE PROTECTION (VDE 0100, Gr. 1 & Gr. 2, 30°C)	WIRE □ FIL [mm <sup>2</sup> ]	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25
		cable multi-conducteur multipolar cable	10	16	20	25	35	50	63
	brins séparés et aérés separate strands in air	10	20	25	35	50	63	80	100 (Gr. 3)

**CONCLUSION:** pour le M 1500 au maxi il faut au moins 2x10 mm<sup>2</sup> par côté avec fusible de 126 A  
for full power with the M 1500 take at least 2x10 mm<sup>2</sup> per side and a 126 A fuse

Susceptible de modifications sans préavis □ Subject to changes without notice

# Pièce jointe

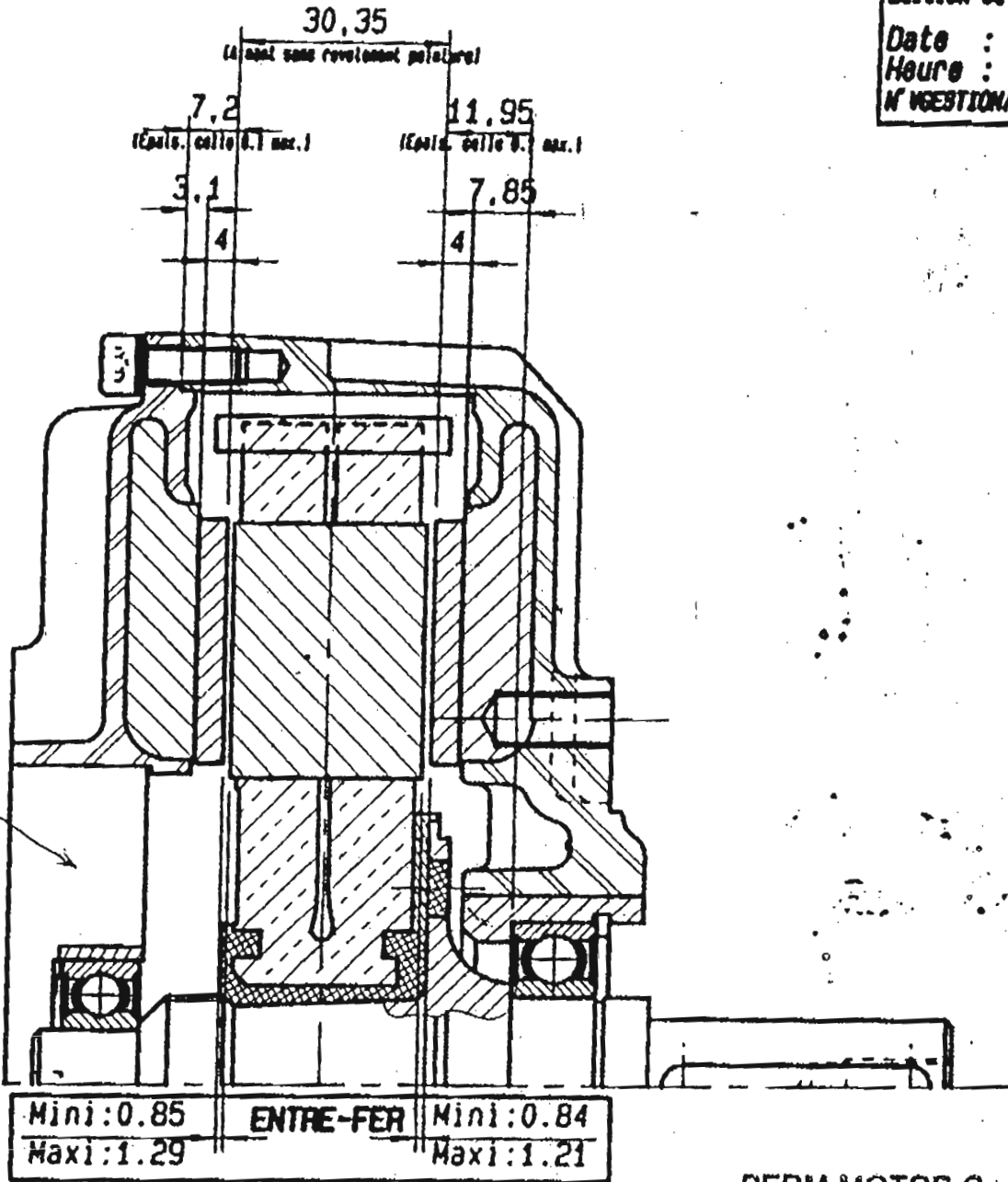


Chabmach ing (106b)

Aly usse

San puce de machine Demain

Edition du :  
 Date : 19/12/96  
 Heure : 16:25:20  
 N° GESTION/WPC: 324



Bürsten-  
 richtung

épaisseur Maxi colle 0.1mm  
 épaisseur peinture anti-flaques 0.05mm e  
 épaisseur Vernis enrobage 0.05mm

PERM MOTOR GmbH  
 Kesslerstraße 3  
 D-79206 Breisach

Date Auteur Modifications  
 Plan ne peut être ni reproduit ni communiqué sans notre accord.

# COLLAGE AIMANT & CONTRÔLE ENTRE-FER

MOTEUR-GENERATRICE version 13

N° de pièce : 00761 Tol. générale : ISO 2768-M Dessine **CRIOU R.** Date 20/12/96

N° de Plan : 10.00761.14

Tel. : 09.41.25.93  
 Telec. : 09.41.24.17

# ANNEXES 2



## LISTE DES MACHINES CONVENTIONNELLES

**FRAISEUSES****AXES****CAPACITÉ**

STANKO

18 " X 36 "  
3

MAXIMART

16 " X 36 "  
3

LAGUN

16 " X 38 "  
2

MINTAKA ( Hor. et Vert. )

10 " X 30 "  
3**TOURS****CAPACITÉ  
AXES**

NAMSEON

17 " X 48 "  
2

DRUMMOND

17 " X 60 "  
2

DRUMMOND

20 " X 80 "  
2

DRUMMOND

26 " X 120 "  
2

SUMMIT

50 " X 120 "  
1**AUTRES****AXES****CAPACITÉ**

BORING MILLS T.O.S.

63 " X 49,2 " X 44 "

KEY WAY SLOTTER HYDRAULIQUE

14 " AVEC TABLE TOURNANTE

GRINDER DE SURFACE

8" X 18 "

PERÇEUSE RADIALE NO.4

PERÇEUSE À COLONNE R-8

SCIE À RUBAN VERTICALE

SCIE À RUBAN HORIZONTALE

PRESSE HYDRAULIQUE

75 TONNES

MACHINE À SANDBLASTER

**SOUDURE**

**AXES**

**CAPACITÉ**

MILLER SHOPMASTER

300 AC/DC

MILLER SYNCROWAVE

250 AC/DC

MILLERMATIC

250 AC/DC

MILLER THUNDERBOLT

230 AC/DC

MACHINE À COUPER LE PLASMA

### INSPECTION

CAPACITÉ

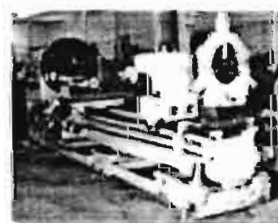
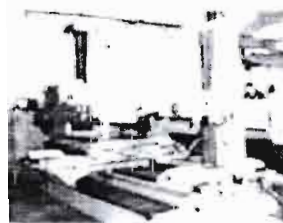
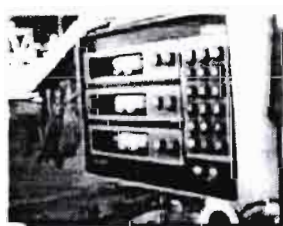
AXES

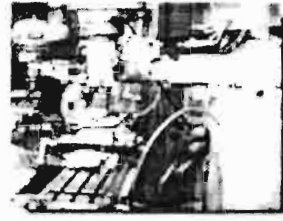
OUTILS DE MESURE DE PRÉCISION

MITUTOYO HDS ( DIGITAL )

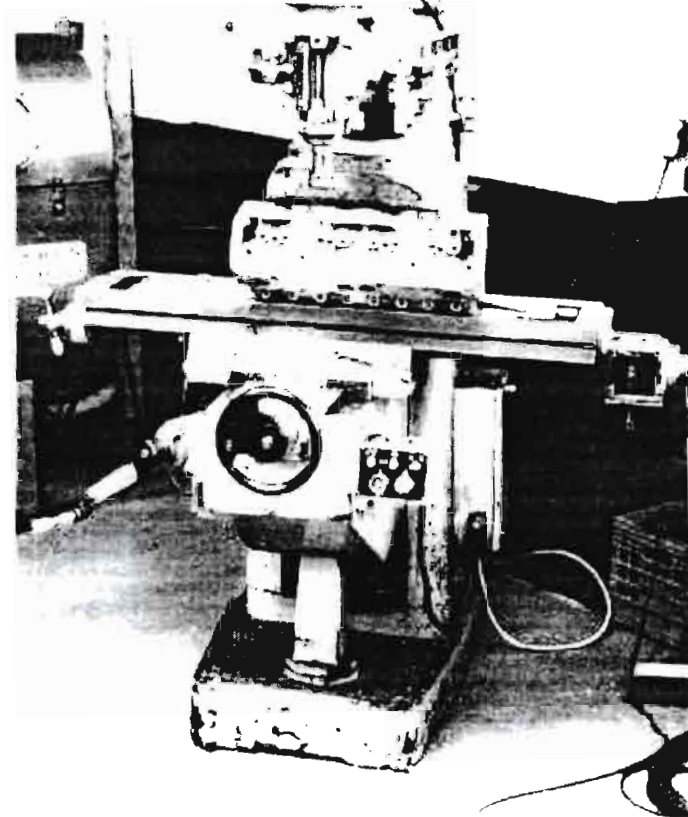
18 "

VERNIER 60 "

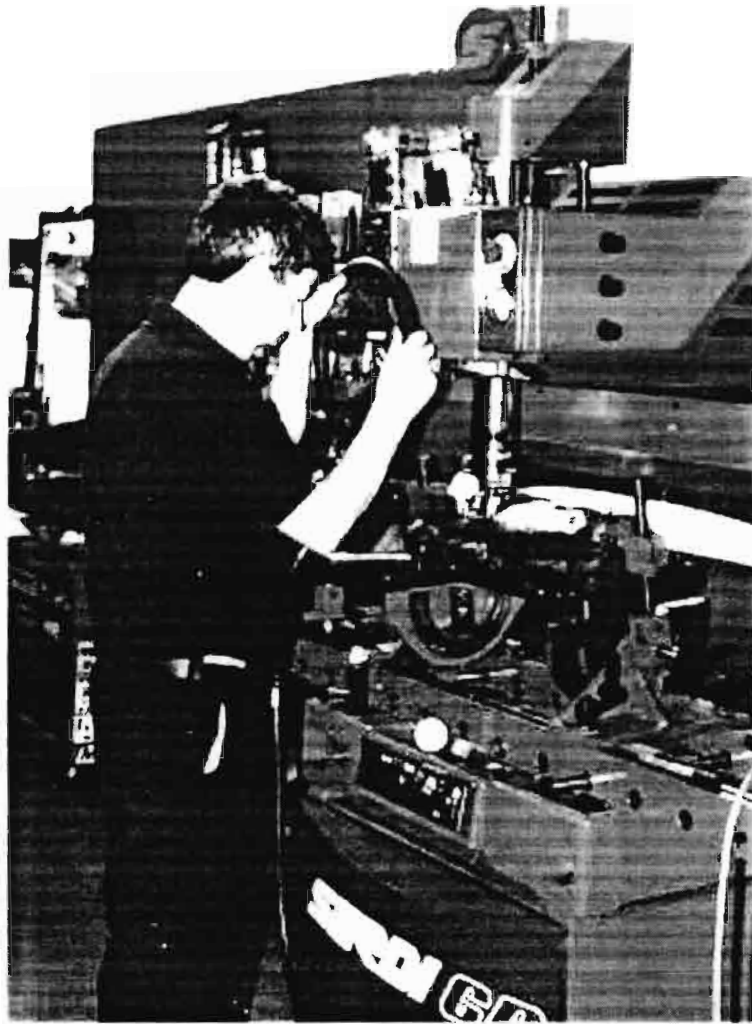




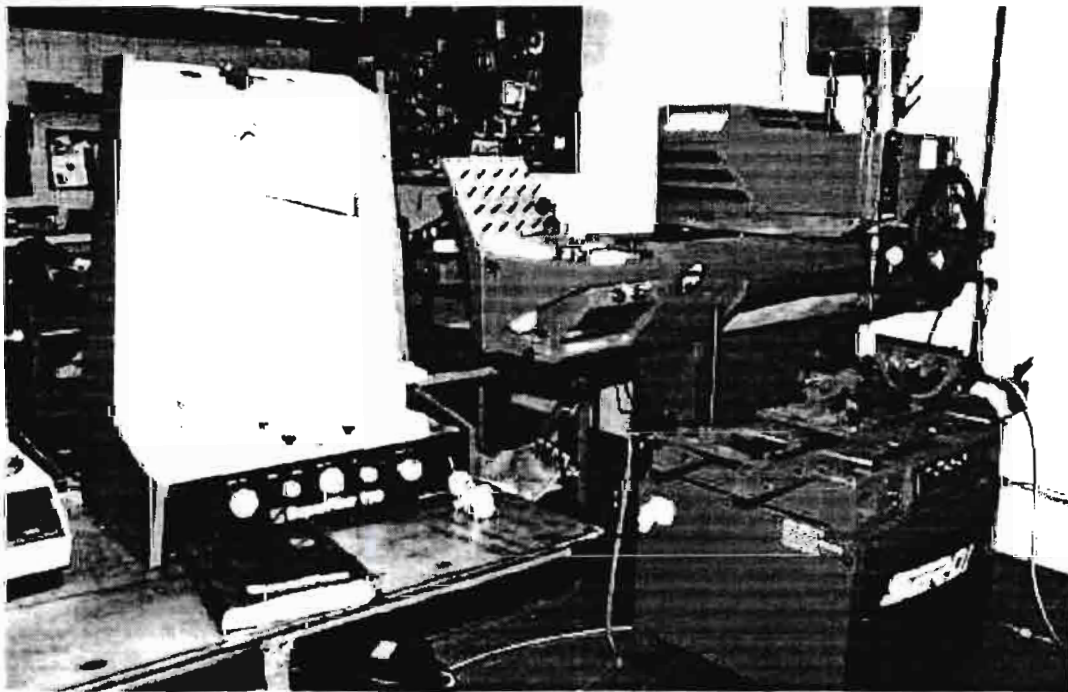
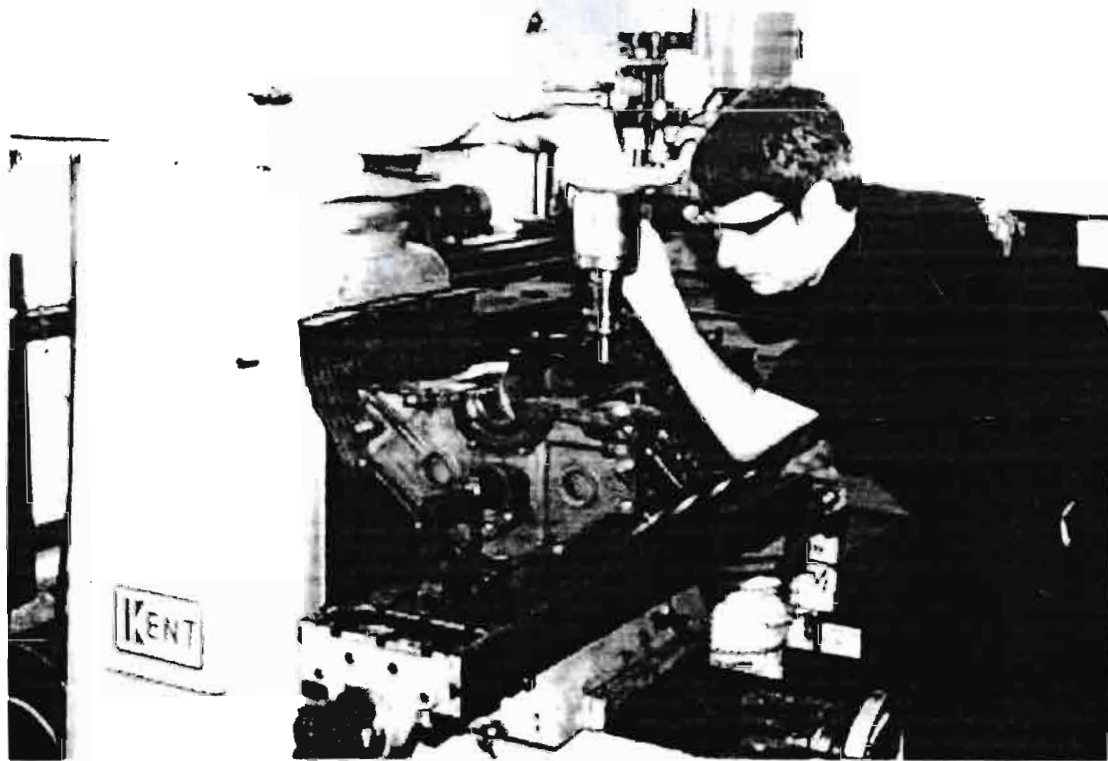
- Fraiseuses Bridgeport capacité 25" x 12" x 16" Digital Heidenhain
- Tour capacité 23" x 40" entre centres Digital Heidenhain
- Rectifieuses de surface capacité 6" x 18" et 8" x 18"
- Fraiseuse **CNC** Hurco 35" x 18" x 20"
- Hight Master de précision, graduation, 00001
- Instruments de mesure jusqu'à 12", graduation 00001
- Honing machine Sunnen



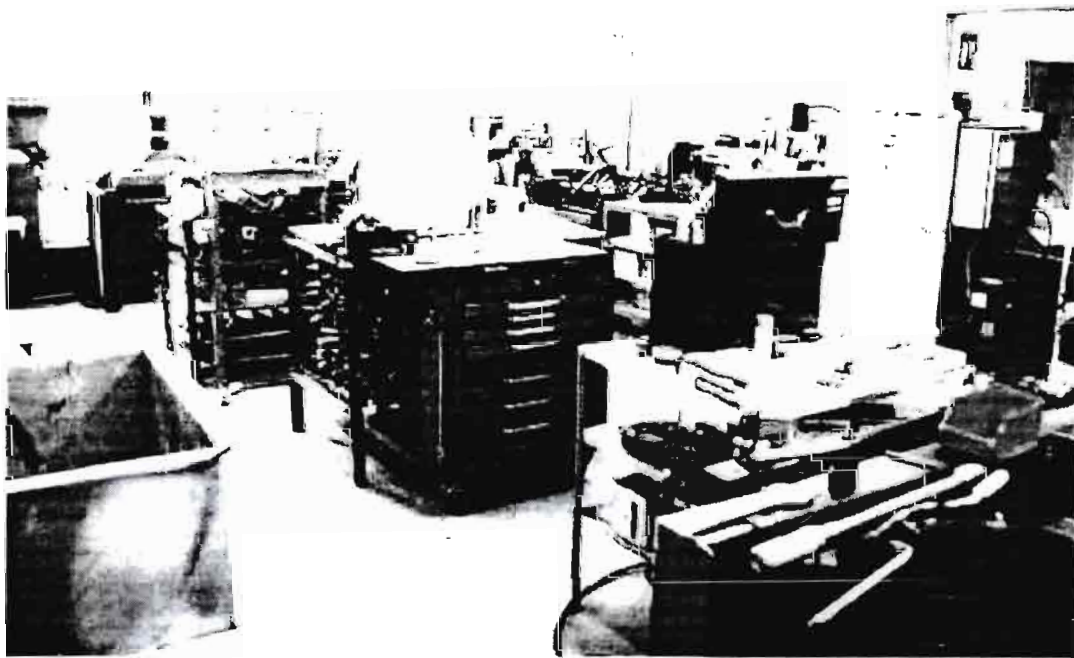
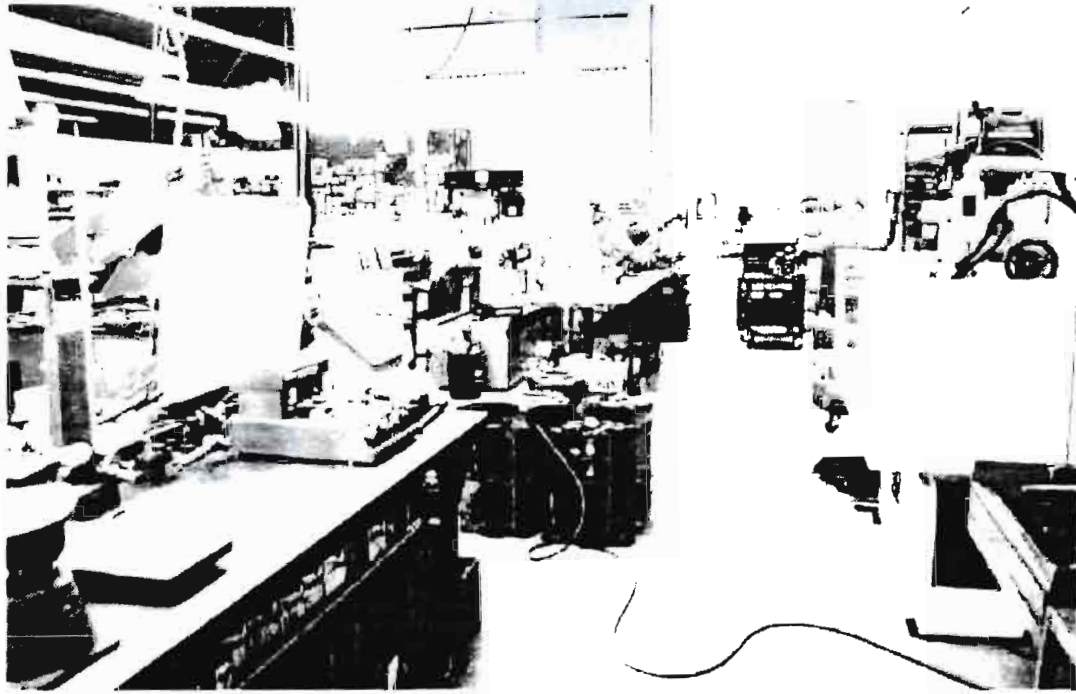
Machine tours manuel



Fraiseuse numérique

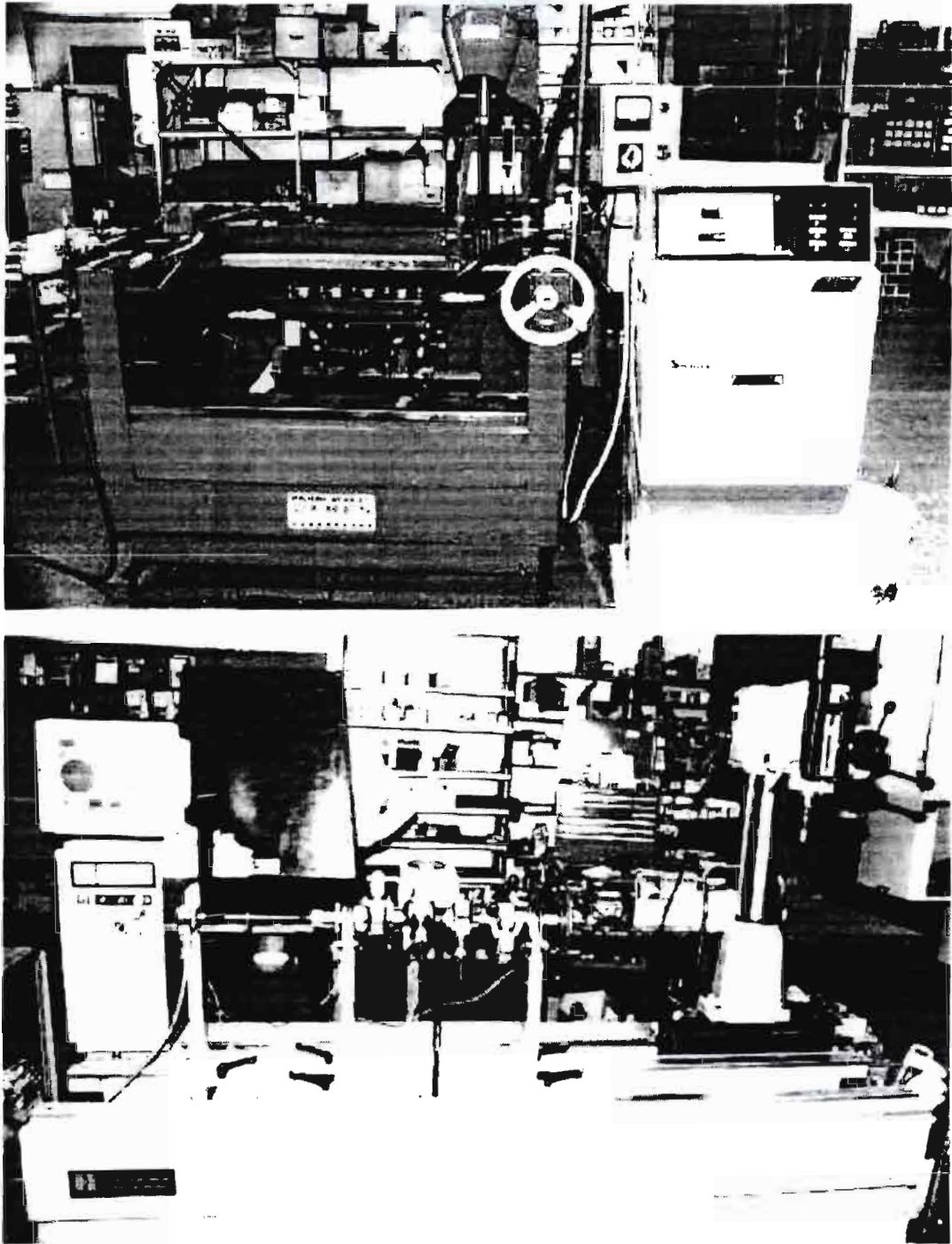


Tours et fraiseuse numérique



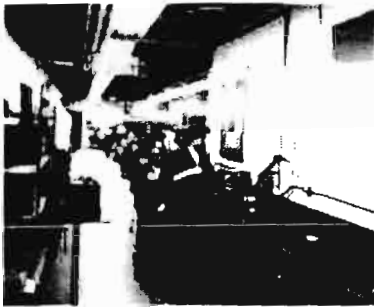
Méthode d'installation d'un atelier





Méthode de disposition des machines

## Technique d'usinage



Travail au banc



Tournage intérieur d'une pièce



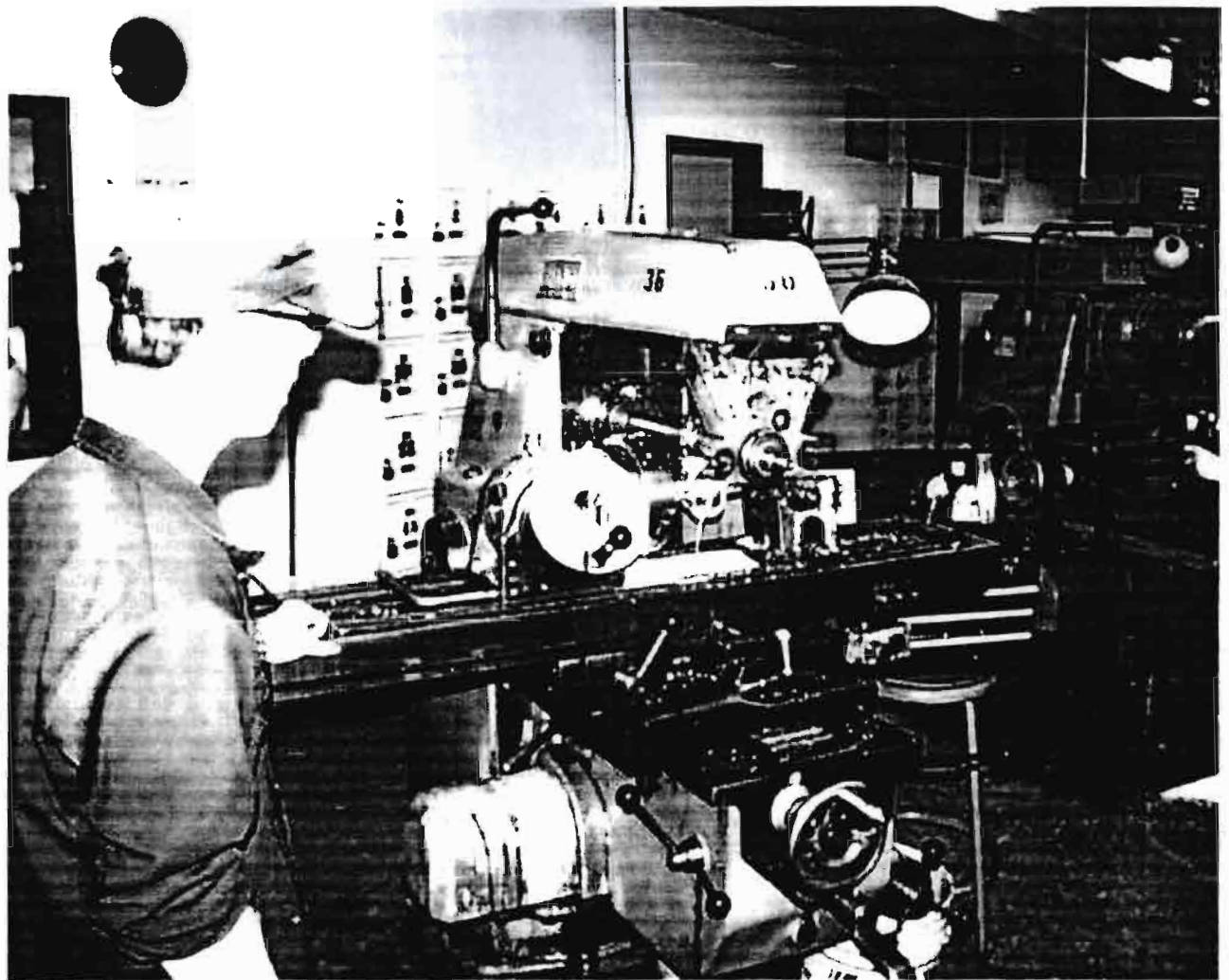
Opération de perçage sur perceuse  
radiale



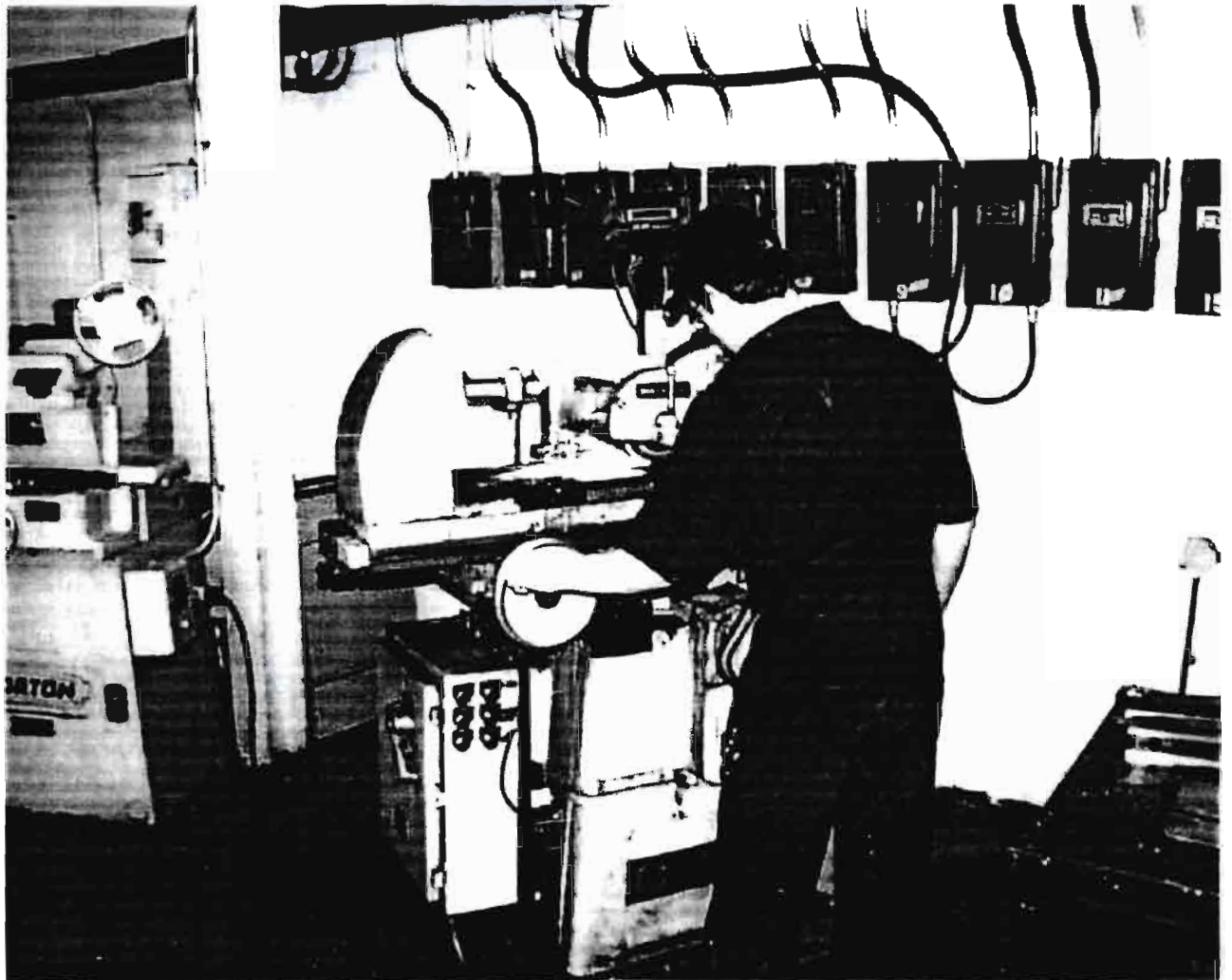
Taille d'engrenage sur fraiseuse  
horizontale



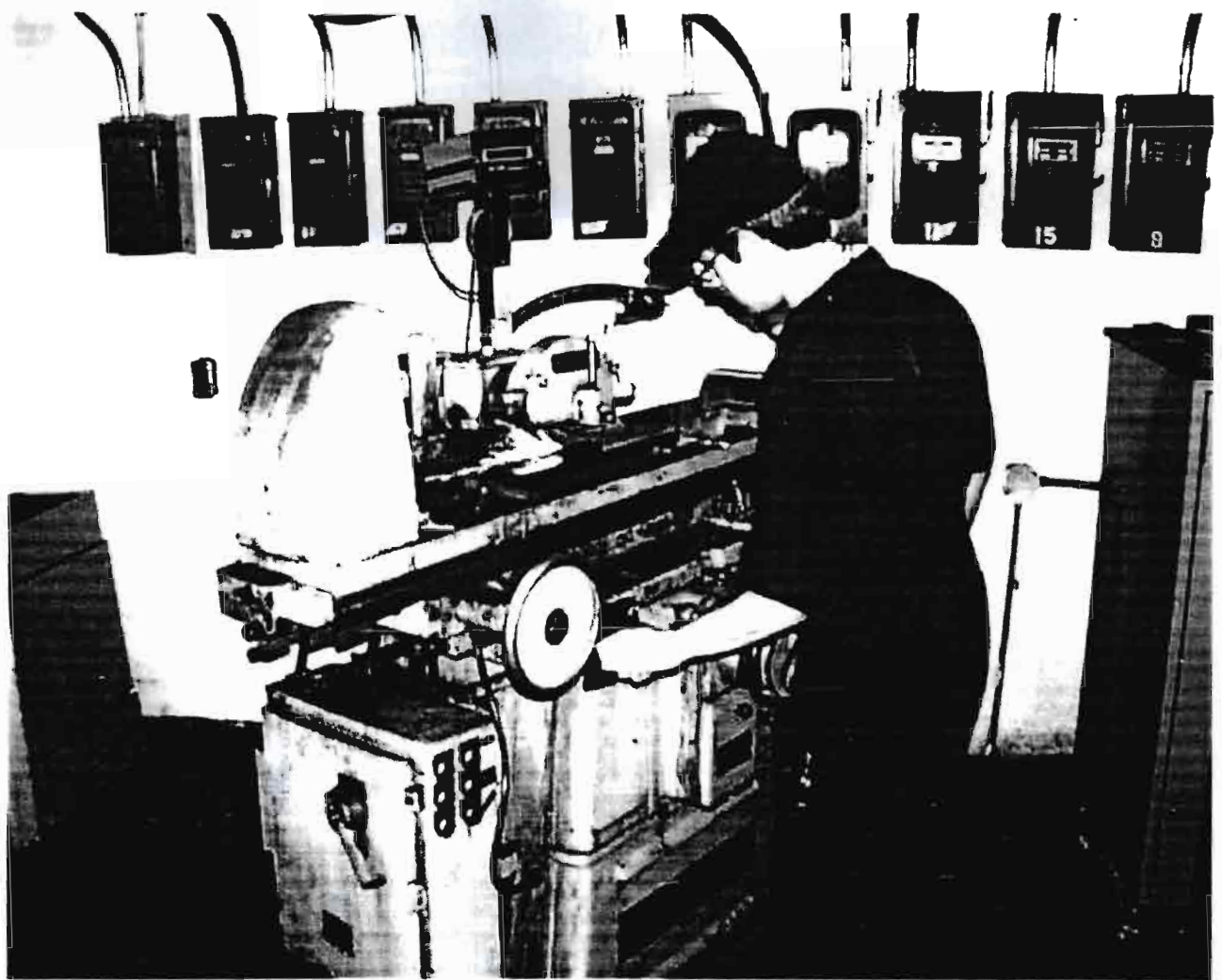
Laboratoire de programmation de MOCN



Exemple de fraiseuse et installation



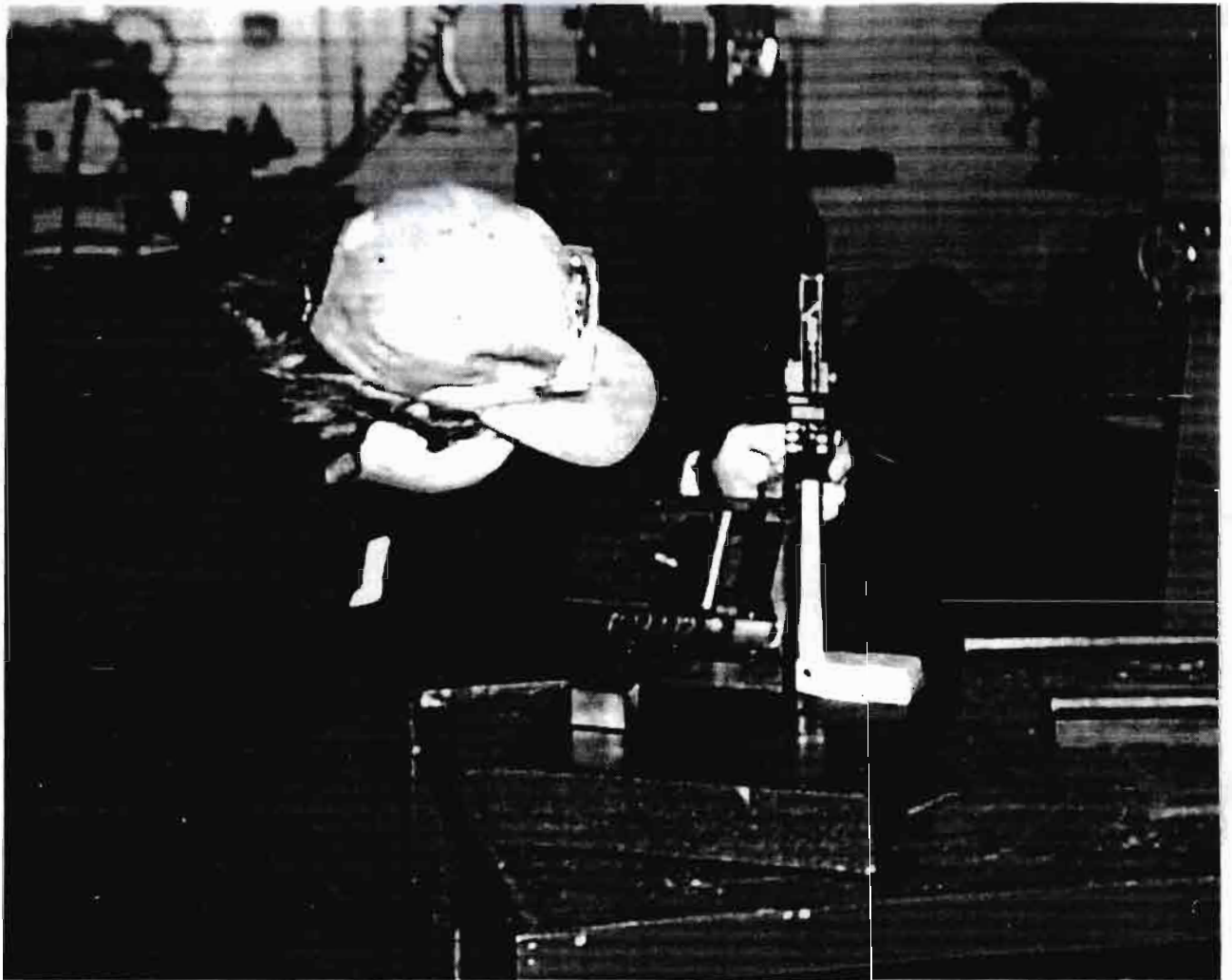
Travail sur rectifieuse plane



Travail sur rectifieuse plane



Vérification de pièces à l'aide d'instruments de précision

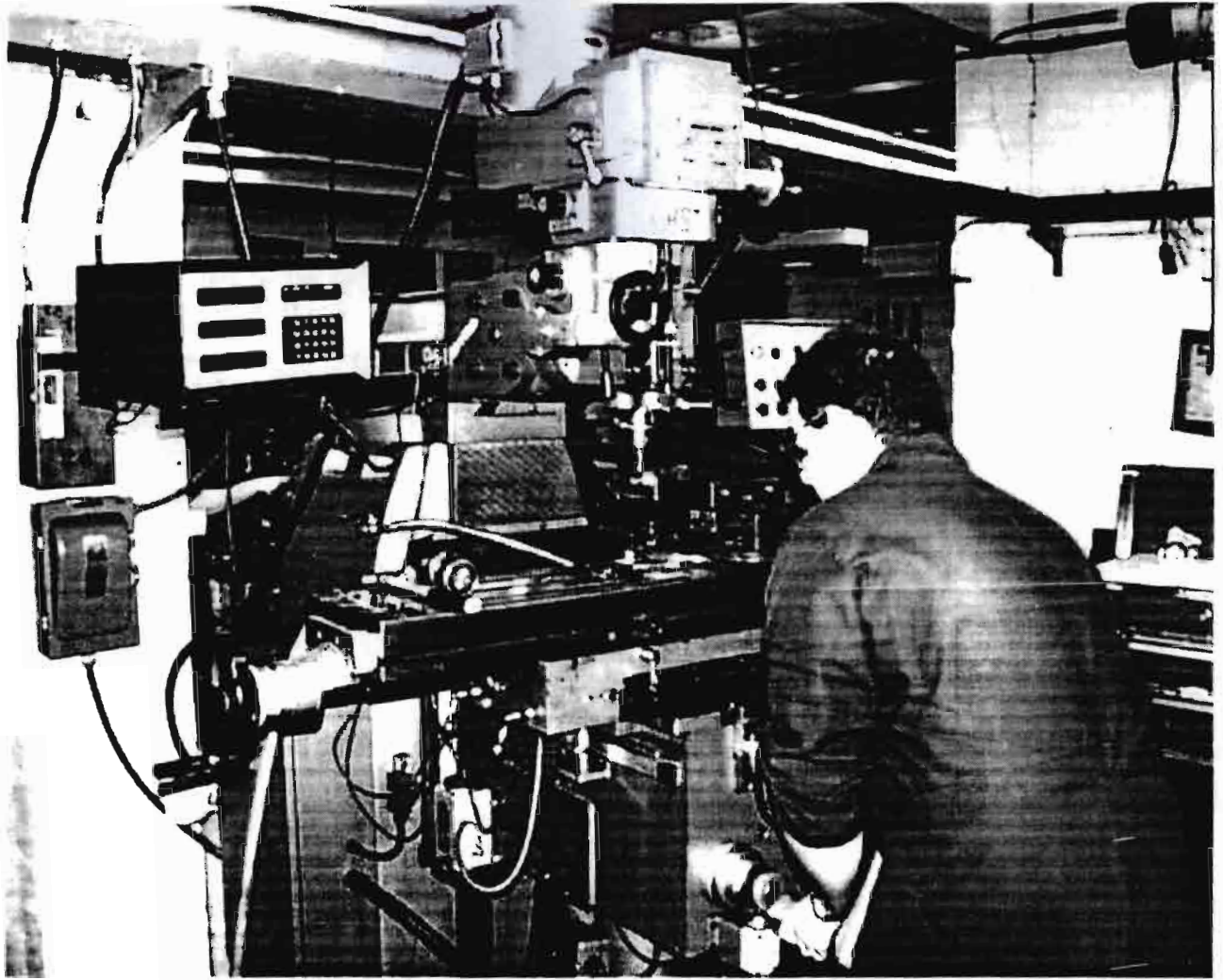


Vérification de pièces à l'aide d'instruments de précision

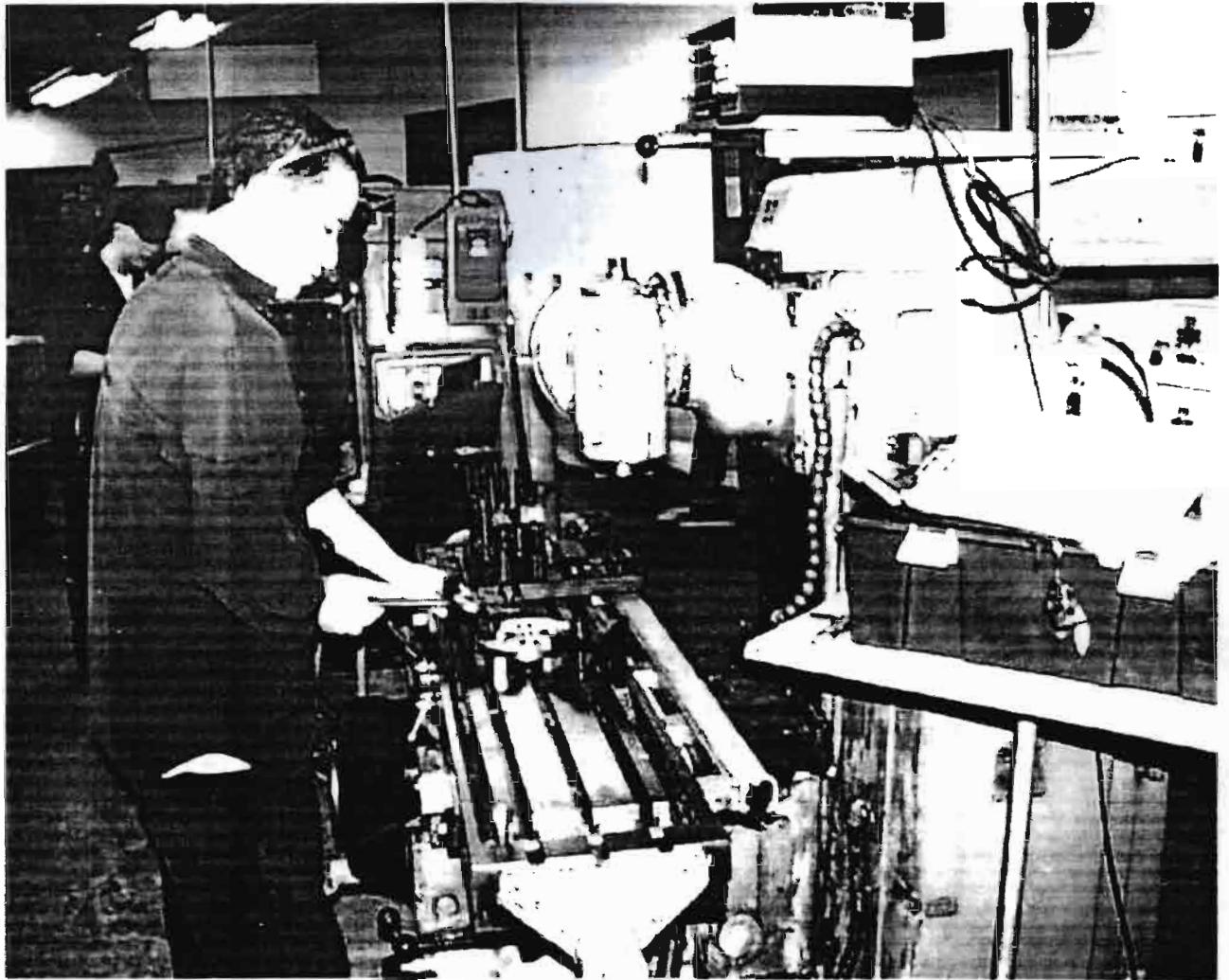


Usinage sur fraiseuse conventionnelle





Usinage sur fraiseuse conventionnelle



Usinage sur fraiseuse conventionnelle