

50376  
1983  
269

50376  
1983  
269

# THESE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

POUR L'OBTENTION DU TITRE DE

DOCTEUR-INGENIEUR

PAR

MICHEL HAPPIETTE

INGENIEUR ENSAIT

*80-506  
036-211-211-3*

REALISATION D'UN PROTOTYPE DE COMMANDE DIRECTE

D'UN MÉTIER A TISSER A MÉCANIQUE JACQUARD

APPLICATION A L'INDUSTRIE DU TAPIS



*5 ex*

1983



soutenue le 21 juin devant la commission d'examen

membres du jury:	MM VIDAL	President
	TOULOTTE	Rapporteur
	CASTELAIN	Examineur
	TITTELEIN	Examineur
	PIGACHE	Invité
	MAYOLLE	Invité

50376  
1983  
269

50376  
1983  
269

A Marie,

A Hélène

A Antoine



## AVANT-PROPOS

Je tiens à remercier vivement toutes les personnes qui ont pris part à ce travail et en particulier :

- Monsieur le Professeur Vidal, Directeur du laboratoire automatique de l'Université des Sciences et Techniques de Lille I, qui m'a encouragé dans cette recherche et m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.

- Monsieur le Professeur Toulotte de l'Université des Sciences et Techniques de Lille I, pour m'avoir guidé avec compétence tout au long de cette étude et avoir accepté la mission de rapporteur.

- Monsieur Riche, Professeur à l'ENSAIT (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles de Roubaix) pour son active et amicale participation et son soutien permanent.

- Monsieur Pigache, Directeur de l'ENSAIT, qui a facilité dans son établissement l'initiative d'une première recherche dans le domaine de l'automatique.

- Messieurs Mayolle, Directeur des Ets Wittendal, Castelain, professeur à l'ENSAIT et Tittelain, Chef de Service à l'automatique à l'ITF (Institut Textile de France), pour l'honneur qu'ils me font en participant à ce jury.

Ce projet n'aurait pu être élaboré sans la participation financière de l'ENSAIT et des Ets Wittendal.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à de nombreuses personnes pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter à ce travail :

- Les élèves ingénieurs des promotions 1981, 1982 et 1983 et plus particulièrement Messieurs Pheulpin, Quernet, Tauveron et Terrasse.

- Monsieur Ferrand, Directeur du CRET (Centre de Recherche et d'Etude Technique du Tapis),

- Messieurs Quinton et Lallemand, Directeurs de la Société France-Tapis,

- Monsieur Georges Flipo, Directeur des Ets Flipo,

- Monsieur Delouzé, Directeur des Ets Sion Tapis Manufactures,

- mes collègues de l'ENSAIT,

- Elisabeth Verfaillie, pour la mise en page dactylographique.

## TABLE DES MATIERES

### CHAPITRE I

#### LE METIER JACQUARD ET L'INDUSTRIE DU TAPIS.

I.1. <u>L'industrie du tapis</u> .....	I.1
I 1.1. Techniques de fabrication.	
I 1.1.1. Classification.....	I.1
I 1.1.2. Principe des tapis moquettes tissés.....	I.2
I.1.1.2.1. La technique de la verge.....	I.3
I.1.1.2.2. La technique du double-pièce.....	I.6
I 1.2. Création et traitement des dessins.	
I.1.2.1. Le dessin tapis jacquard.....	I.7
I.1.2.2. Lisage et piquage des dessins tapis-jacquard.	I.8
I 1.3. Le montage des tapis tissés jacquard.	
I 1.3.1 Caractéristiques du métier à tisser.....	I.9
I 1.3.2 Commande des fils.....	I.10
I.2. <u>Mécanique jacquard</u> .....	I.12
I 2.1. Généralités.....	I.12
I 2.2. La mécanique jacquard à lecture carton.....	I.13
I 2.2.1. Géométrie d'un compartiment.....	I.13
I 2.2.2. Fonctionnement d'une mécanique simple lève...	I.15
I 2.3. La mécanique jacquard à lecture papier.....	I.17
I.2.3.1. La géométrie du compartiment.....	I.17
I.2.3.2. Fonctionnement d'une mécanique double-lève pas ouvert.....	I.17
I 2.4. Contraintes des supports carton et papier.....	I.19
I.3. <u>Définition du cahier des charges et du cadre de notre étude..</u>	I.21
I.4. <u>Conclusion</u> .....	I.22

## CHAPITRE II

### ETUDE ET REALISATION DE MAQUETTES

#### II.1. Etude de la fiabilité des actionneurs.

II 1.1. Choix de l'actionneur.....	II.1
II 1.2. Réalisation d'une maquette.....	II.2
II 1.2.1. Géométrie du système.....	II.2
II 1.2.2. Principe de fonctionnement.....	II.3
II 1.2.3. Commande électronique.	
II 1.2.3.1. Principe de montage.....	II.3
II-1.2.3.1.1. Généralités.....	II.3
II 1.2.3.1.2. Définition du principe.....	II.5
II 1.2.3.2. Etude de la programmation.....	II.6
II 1.2.4. Résultats des premiers essais.....	II.8
II 1.3. La maquette améliorée.....	II.8
II 1.3.1. Les transformations.....	II.9
II 1.3.2. Résultats des essais.....	II.9

#### II.2. Etude de la fiabilité des électro-aimants.

II 2.1. Définition des contraintes.....	II.1
II 2.2. Réalisation de la maquette prototype.....	II.1
II 2.2.1. Description et réalisation du système.....	II.1
II 2.2.2. Cycle de fonctionnement pour un coup du dessin.....	II.1
II 2.2.3. Conséquences.....	II.1
II 2.2.4. Résultats des essais.....	II.1
II 2.3. Application au prototype industriel.....	II.1
II 2.3.1. Caractéristiques fondamentales des éléments du système électromécanique.....	II.1
II 2.3.2. Résultats des essais.....	II.1
II 2.4. Conclusion.....	II.1

## CHAPITRE III 1

### STRUCTURE ELECTRONIQUE DU SYSTEME AUTONOME

III 1.1.	Proposition d'une architecture.....	III.
III 1.2.	Analyse des fonctions principales de cette architecture..	III.
III 1.2.1.	La carte unité centrale.....	III.
III 1.2.2.	La mémoire de masse.....	III.
III 1.2.3.	Les cartes d'interfaces.....	III.
III 1.2.4.	La carte alimentation à découpage.....	III.
III 1.3.	Fonctions particulières de la carte unité centrale.....	III.
III 1.3.1.	Choix des composants.....	III.
III 1.3.2.	Décodage des fonctions principales.....	III.
III 1.3.3.	Les capteurs de contrôle.....	III.
III 1.3.4.	Liaison du système autonome à la carte unité centrale.....	III.
III 1.3.5.	Le système d'auto-contrôle.....	III.
III 1.4.	Etude des circuits périphériques.....	III.
III 1.4.1.	Les cartes d'interfaces.....	III.
III 1.4.2.	L'alimentation à découpage.....	III.
III 1.5.	Conclusion.....	III.

## CHAPITRE III 2

### TRAITEMENT DU DESSIN JACQUARD

III 2.1.	La représentation d'un dessin deux couleurs.....	III.
III 2.2.	Traitement des programmes.....	III.
III 2.2.1.	Généralités.....	III.
III 2.2.2.	Principe d'utilisation.....	III.
III 2.2.3.	Définition du programme de rentrage du dessin (rentré).....	III.
III 2.3.	Conclusion.....	III.

## CHAPITRE IV

### LOGICIELS DE MARCHE DE LA MECANIQUE JACQUARD

IV 1. Organisation générale des programmes.....	IV.1
IV 1.1. Le programme (A) de gestion de la carte U C du système autonome.....	IV.1
IV 1.2. Le programme (B) de transfert du dessin.....	IV.3
IV 2. Description de l'organigramme (A) de gestion de la carte U C du système autonome.....	IV.5
IV 2.1. Fonctions sécurités.....	IV.5
IV 2.2. Fonctions commandes.....	IV.7
IV 3. Description de l'organigramme (B) de transfert du dessin....	IV.9
IV 3.1. Tests d'états du métier.....	IV.9
IV 3.2. Traitement et transfert du dessin.....	IV.11
IV 4. Dialogue entre les deux programmes A et B.....	IV.12
IV 4.1. Codes informatifs de synchronisation échangés par les deux programmes.....	IV.12
IV 4.2. Analyse du mode continue marche.....	IV.14
IV 5. Conclusion.....	IV.15

### CONCLUSION GENERALE.



## INTRODUCTION

Un tissu est constitué par l'entrelacement de fils longitudinaux appelés fils de chaîne avec des fils transversaux appelés fils de trame. L'opération élémentaire du tissage consiste à permettre le passage de la trame entre deux nappes de fils de chaîne. Le tissu est alors formé par l'évolution différente des fils de chaîne à chaque nouvelle trame.

Ce procédé binaire correspond à l'une des plus vieilles industries mécanisées de l'humanité.

Les tissus vont présenter des enchevêtrements ou armures différentes qui créent des dessins plus ou moins riches en couleurs et effets. Les étoffes compliquées exigent alors l'évolution individuelle de tous les fils de chaîne qui sont commandés jusqu'au 18<sup>e</sup> siècle par un attirail de cordages et de pédales appelés métiers brocards et nécessitant le concours de plusieurs ouvriers.

Vers 1790, Joseph Marie JACQUARD substitue à cette lourde commande un mécanisme simple de sélection des fils de chaîne au moyen de cartons perforés. Le principe est encore utilisé sous le nom de mécanique jacquard. Le carton est une surface sur laquelle des emplacements mémoires portent un trou ou une absence de trou ; son implantation dans l'industrie fut inévitable mais difficile de part les problèmes humains causés (un seul tisserand par métier allait exécuter les étoffes les plus compliquées).

Depuis le principe de base reste le même ; les améliorations technologiques ont permis d'augmenter la vitesse des mécaniques mais ont surtout porté sur la réalisation des cartons. Sont apparus :

- la dactyliseuse électromécanique.

Un clavier permet à un opérateur de lire le dessin et, par le biais de relais électriques de percer le carton.

- le lisage électronique.

Le clavier est remplacé par une cellule qui lit le dessin.

✓

Cependant, la concurrence étrangère provoque une crise économique grave dans l'industrie française du tissage et en l'occurrence dans la production des dessins jacquard de grande série. L'avenir de cette fabrication ne peut être compétitive que par la création et la réalisation de nombreux dessins jacquard sans cesse renouvelés et produits en petites quantités.

Cela suppose une meilleure souplesse au tissage des dessins jacquard que le carton ne permet pas. La bonneterie, une industrie textile voisine, a déjà résolu en partie le problème en exploitant les possibilités de déplacer les aiguilles par un procédé électromécanique sur des métiers jacquard circulaires et rectilignes.

L'idée est de remplacer le carton par une mémoire électronique qui contiendra le dessin jacquard et de piloter de nombreux actionneurs (448) montés sur la mécanique jacquard. Il sera nécessaire de commander électromécaniquement l'évolution des fils de chaîne par un système autonome informatique.

Nous avons choisi de nous limiter dans la réalisation de ce projet au domaine du tapis sans que cela ne restreigne sa généralité.

Ainsi cette thèse se propose de développer l'étude :

- de la présentation de la mécanique jacquard et de l'industrie du tapis tissé qui utilise ce type de mécanique.

- d'une solution électromécanique possible sur la mécanique jacquard qui doit supposer la fiabilité de l'actionneur et du système électromécanique choisis.

- d'une structure électronique du système autonome qui doit gérer les informations du dessin jacquard entre la mémoire et les actionneurs. La simulation de ce système va imposer le traitement informatique du dessin jacquard deux couleurs.

- des logiciels de contrôle et de commande du système autonome.

## CHAPITRE I

-----

### LE METIER JACQUARD ET L'INDUSTRIE DU TAPIS

Le métier à tisser jacquard a pour but de réaliser des tissus complexes sur lesquels sont rendus des dessins aux coloris nombreux :

- soit par une différence de couleurs des fils ;
- soit par un enchevêtrement (armure) différent des fils ;
- soit par les deux.

#### I 1. L'INDUSTRIE DU TAPIS

Le marché des revêtements de sols textiles enregistre une progression constante depuis 20 ans. La consommation totale française annuelle a franchi le cap des 100 millions de m<sup>2</sup>, ce qui représente une consommation par habitant de 1,77 m<sup>2</sup> /1/.

#### I 1.1. TECHNIQUES DE FABRICATION

Dans notre classification, nous excluons les tapis exécutés à la main.

#### I 1.1.1. Classification

Les tapis mécaniques peuvent être classés en deux grandes catégories :

- les tapis à velours (moquette ou tapis moquette) comportant deux parties distinctes : le velours et le dossier ;
- les tapis sans velours, ou tapis plats.

à l'intérieur desquelles des subdivisions sont à considérer en fonction des modes de fabrication.

Tapis moquettes :

- tissés
- tuftés ou touffetés
- nappés
- flockés
- à points noués
- tricotés
- à fibres liées ou aiguilletées.

Tapis plats :

- tissés
- tricotés
- à fibres liées ou aiguilletées.

Les dessins jacquard s'appliquent aux tapis moquettes tissés commercialisés sous deux articles différents : - la carpeite,  
- la moquette jacquard.

Ces deux articles représentent un marché de la consommation française égal à 7,5 % en surface du marché total des revêtements de sols textiles /2/.

I 1.1.2. Principe des tapis moquettes tissés

Une partie des fils de chaîne placés parallèlement constitue la chaîne de liage. Pendant que les fils pairs vont lever et que les fils impairs vont baisser, la trame passe d'une extrémité à l'autre de la foule ou double nappe ainsi formée (fig. 1.1)

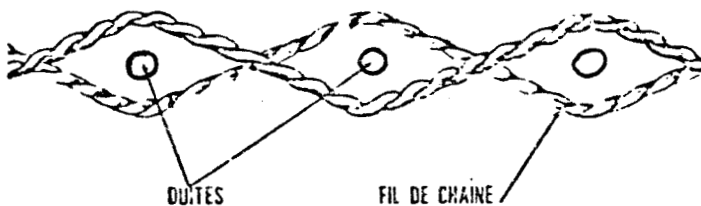


fig. 1.1. Coupe sens chaîne.

Les fils des nappes inversent leurs positions et, en se croisant, emprisonnent entre-elles la duite qui vient de passer; on

obtient alors une toile. Cette toile peut être le dossier d'un tapis, mais elle est trop légère pour être celui d'un tapis tissé.

Ainsi, on place deux duites au lieu d'une entre deux mouvements de la chaîne de liage.

On ajoute une seconde chaîne dite "chaîne de force", son mouvement est tel que ses fils passent au-dessus d'une duite et en dessous de celle qui suit (fig. 1.2).

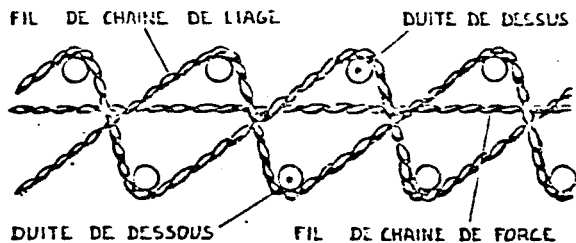


fig. 1.2. Dossier simple duite (coupe sens chaîne).

Nous obtenons le profil du dossier du tapis tissé simple duite, selon l'appellation française car l'on trouve une duite sur deux au-dessus de la chaîne de force.

Le velours du tapis sera formé à partir d'une chaîne de fils supplémentaires (en tapis-moquette uni) ou de fils de bobines (en tapis-moquette jacquard) placés derrière le métier. Ces fils viennent parallèlement aux fils des chaînes de liage et de force. Les fils de velours qui doivent avant tout être maintenus dans le dossier, sont obtenus par deux techniques de fabrication différentes.

#### I.1.1.2.1. La technique de la verge.

##### - Tapis-moquette tissé uni

Tapis-moquette à hauteur de velours constante, qui ne comporte qu'une seule couleur (fig. 1.3).

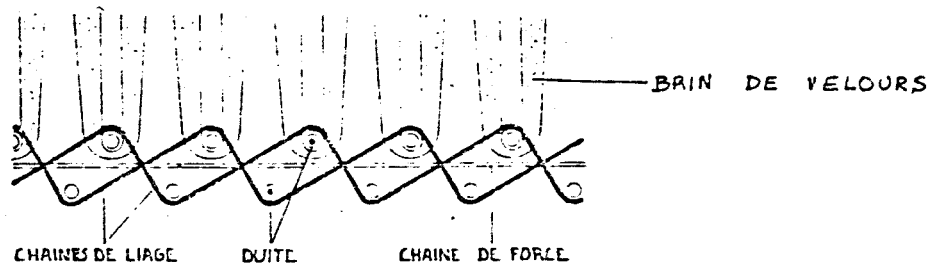
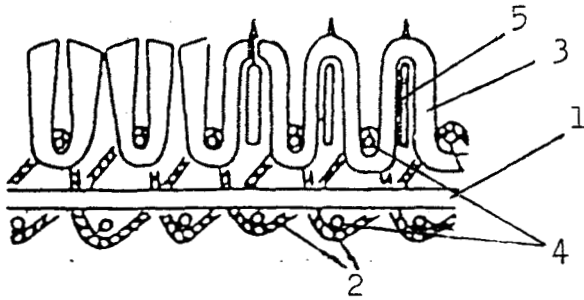


fig. 1.3. Tapis-moquette tissé uni simple duite (coupe sens chaîne)

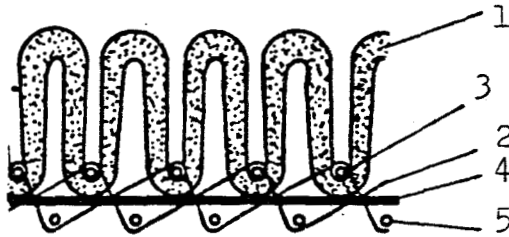
Une baguette d'acier appelée verge vient s'interposer entre le dossier et la nappe de fils velours levée. Le velours vient ensuite s'achevaler avant d'être pris par la duite du dessus suivante et ainsi de suite (fig. 1.4).



1. fil de force
2. fils de liage
3. fil de velours
4. trames
5. verge

fig. 1.4.

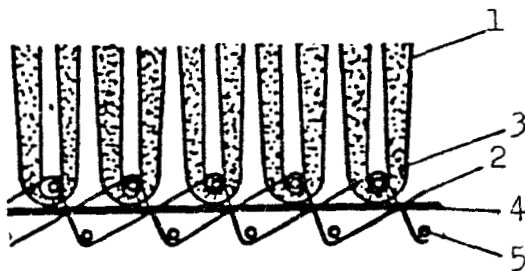
Si les verges sont rondes, on obtient des tapis-moquettes à velours bouclé (fig. 1.5).



1. velours bouclé
2. fil de chaîne de liage
3. duite de dessus
4. fil de chaîne de force
5. duite de dessous

fig. 1.5. Moquette tissée unie à velours bouclé simple duite (coupe dans le sens chaîne).

L'extrémité des verges peut comporter un couteau qui, au moment où la verge est retirée, vient trancher le sommet de toute la rangée de pompons et donne ainsi un velours coupé (fig. 1.6).



1. velours coupé
2. fil de chaîne de liage
3. duite de dessus
4. fil de chaîne de force
5. duite de dessous

fig. 1.6. Moquette tissée unie à velours coupé simple duite (coupe dans le sens chaîne).

Nous pouvons maintenir le velours dans le dossier par deux

duites (trames) au lieu d'une. Nous avons donc un tapis-moquette tissé uni double duite à velours bouclé ou coupé (fig. 1.7).

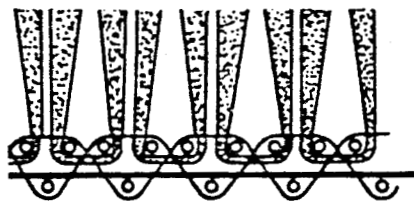
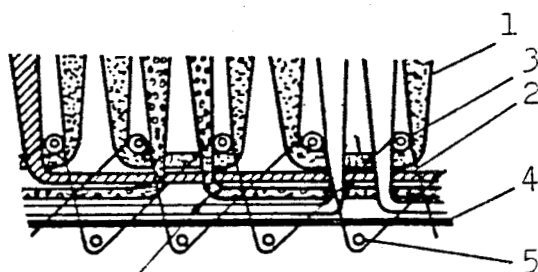


fig. 1.7. Tapis-moquette tissé uni double duite  
(coupe dans le sens chaîne).

- Tapis-moquette tissé jacquard.

Le tapis-moquette est produit sur un métier à tisser jacquard et comprend un dessin obtenu par l'utilisation de grils supportant chacun des bobines de fils de velours de couleurs différentes. La sélection successive des couleurs appropriées, au cours du tissage, permet d'obtenir les dessins voulus. La consommation des fils velours dépend du fait que le fil "fait" ou "ne fait pas dessin".

La mécanique jacquard doit commander la levée de chaque fil individuellement de façon à former le dessin recherché, et à ne pas prendre les fils, ne devant pas faire velours.



1. velours coupé
2. fil de chaîne de liage
3. duite de dessus
4. fil de chaîne de force
5. duite de dessous

fig. 1.8.

C'est le cas de cette coupe dans le sens chaîne d'un tapis-moquette tissé jacquard à verge simple duite dit "4 grils" (4 couleurs). (fig. 1.8).

Les fils ne faisant pas dessin, sont incorporés dans le dossier.

Le tissage en double duite est aussi possible.

La hauteur de la verge permet d'obtenir un poil velours très régulier mais son épaisseur non négligeable impose une faible définition de pompons en hauteur. Ce principe trouve aussi son application essentiellement dans la moquette tissée jacquard non dimensionnée qui exige aussi un assemblage correct des dessins et une couture des lisières parfaite.

#### I 1.1.2.2. La technique du double-pièce.

Le métier produit deux dossiers séparés par un intervalle déterminé par la hauteur du poil.

Les fils de velours passent alternativement, selon la commande de la mécanique jacquard, d'un dossier à l'autre où ils sont maintenus. Ceux ne faisant pas dessin sont répartis, en incorporation, dans l'un et l'autre des dossiers (double-pièce incorporée) ou flottants sous la pièce du dessous pour être ensuite enlevés (double-pièce à floches). Au moment où les deux tapis doivent sortir du métier, un couteau animé d'un mouvement alternatif de gauche à droite du métier, tranche le velours entre les deux pièces qui sont ensuite enroulées séparément derrière le métier.

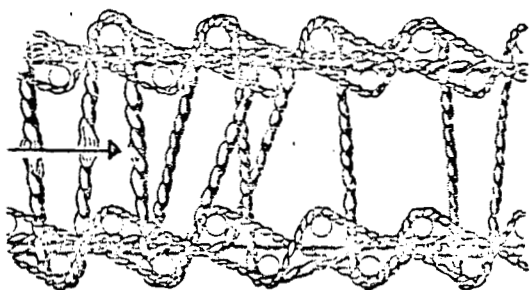


fig. 1.9.

La première coupe schématique est celle de tapis moquette double pièce "à grils incorporés" (fig. 1.9).

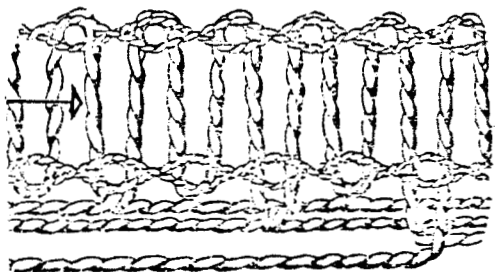


fig. 1.10.

La seconde est celle de tapis moquette double pièce "à floches" en envers (fig. 1.10).



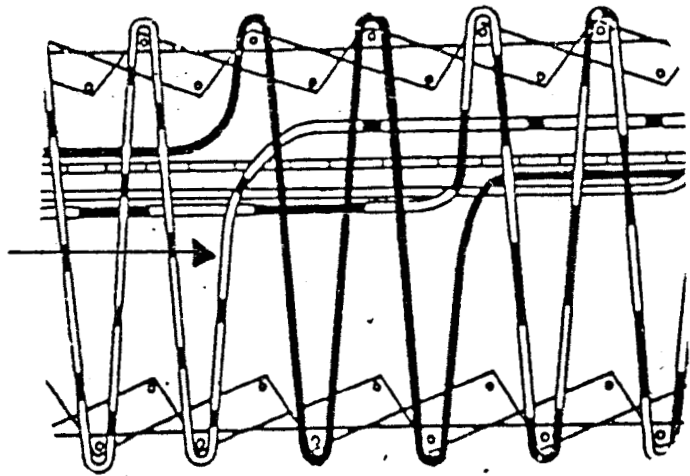


fig. 1.11.

Il existe également des tapis-moquettes double-pièce où les "floches" se trouvent entre les deux pièces (fig. 1.11).

Ce principe permet d'obtenir un tapis jacquard avec une définition de points ou pompons importante au mètre carré (500 000 points au mètre carré). Elle trouve aussi son application dans les tapis tissés jacquard dimensionnés appelés carpettes.

Remarque :

Une fabrication moins courante est le tapis axminster tissé sur les métiers de construction anglaise. Cette fabrication permet l'emploi d'un très grand nombre de couleurs mais réalise des dessins d'une définition de points peu importante.

## I 1.2. CREATION ET TRAITEMENT DES DESSINS ✎

### I 1.2.1. Le dessin tapis jacquard.

Les tapis jacquard ont souvent des motifs répétitifs tant en largeur qu'en hauteur. L'artiste ne réalise que le motif ou l'esquisse composé de deux à six couleurs différentes.

Si la définition d'un dessin dépasse 120 000 points, le dessinateur peint l'esquisse sur un papier quadrillé aux proportions du dessin. Cette mise en carte (chaque carreau représentant un pompon) définit les réductions d'un dessin tapis (fig. 1.12).

soit le nombre de cases en hauteur ou coups au centimètre  
et soit le nombre de cases en largeur ou cordes au centimètre.

Réductions	carpettes	moquettes jacquard
courantes	400 cordes au mètre	240 cordes/0,70 m
	400/450 coups au mètre	400 coups au mètre
maximum	500 cordes au mètre	248 cordes/0,70 m
	1 000 coups au mètre	500 coups au mètre

fig. 1.12. Réductions des tapis carpettes et moquettes jacquard

Les dimensions des dessins moquettes jacquard sont assez réduites et comprises entre cinq et trente-cinq centimètres généralement en largeur comme en hauteur. Les dessins carpettes offrent une gamme de dimensions plus étendues (fig. 1.13).

hauteur (mètre)	1,5	2	0,7	2	2,4	3	3	4,5	1,35	2	2	2,40	3	6
largeur (mètre)	1	1	1,4	1,4	1,7	2	2,10	2,5	2,8	2,80	3,10	3,40	4	4

fig. 1.13 Tailles courantes des carpettes.

### I 1.2.2. Lisage et piquage des dessins tapis jacquard

Le dessin convenablement tracé et coloré est lu par une cellule photo-électrique. Celle-ci reconnaît les couleurs peintes et les transforme ensuite en signaux. Le dessin peut être aussi esquissé ou tracé directement à l'aide d'un stylo électronique.

Le motif est ensuite visualisé dans les couleurs désirées sur un écran moniteur couleur. Un dispositif de traitement permet d'obtenir toute une gamme de développement de dessins, soit par exemple une suppression ou une addition de couleurs, une création de formes géométriques, une modification des contours.

Ensuite, par l'intermédiaire d'un poste de contrôle, l'opérateur donne ses instructions pour envoyer les données des couleurs du dessin fini dans une mémoire de masse. Il transmet les instructions finales pour envoyer définitivement les données vers une machine électromécanique qui va piquer un support papier.

Le dessin jacquard est souvent lu, mémorisé et piqué au quart.

La technique du tapis jacquard entraîne ensuite de coûteuses et longues étapes successives (annexe A2) :

- le repiquage du dessin complet sur un support carton ;
- le liage automatique des sélections du carton entre-eux ( le carton étant piqué sélection par sélection.)
- le montage manuel et fastidieux des baguettes d'entraînement du carton.

Remarque :

La correspondance entre le dessin lu et le carton piqué est traitée par l'opération du dactylisage (annexe A3).

### I 1.3. LE MONTAGE DES TAPIS TISSES JACQUARD

Les instructions de montage permettent la préparation de l'article à tisser. Les caractéristiques des dessins (configuration, nombre de couleurs, réductions en chaîne et trame, tailles) et la technique de fabrication vont définir le métier à utiliser et une commande judicieuse des fils.

#### I 1.3.1. Caractéristiques du métier à tisser

Il peut utiliser :

- la technique de la verge ou du double pièce ;
- une ou deux navettes chassées à une vitesse de 50 à 80 coups par minute qui varie avec la largeur du métier et le nombre de navettes

actuellement, un nouveau principe d'insertion de la trame par une ou deux doubles lances permet de tisser à des vitesses de 78 à 100 coups par minute ;

- des largeurs différentes de un à huit lés ; le lé est la largeur courante du tapis tissé (0,70 m) ; le nombre de lés va dépendre de la largeur du dessin et du nombre éventuel de dessins répétés ;

- une réduction (nombre de broches au centimètre) précise au peigne du battant qui est imposée par le nombre de cordes au centimètre du dessin.

### I 1.3.2. Commande des fils.

Les fils velours doivent évoluer individuellement. Le nombre total de fils velours à commander est proportionnel au nombre de cordes (cases en largeur) du dessin, au nombre de dessins répétés en largeur et au nombre de couleurs possibles en fils velours par corde ; en effet, la couleur précise d'un pompon ou d'une case d'un dessin est obtenue par la levée d'un fil velours correspondant et la baisse des autres. Il n'est pas rare dans le tissage de la carquette de commander indépendamment plus de 10 000 fils velours, soit de disposer plus de 10 000 bobineaux derrière le métier à tisser ; un montage courant compte près de 4 000 fils.

La commande de ces fils sera assurée par la mécanique jacquard et le nombre de fils velours va déterminer le nombre de mécaniques jacquard à monter sur le métier.

La sélection de tous les fils velours sur une duite représente un coup du dessin ; le nombre de cases en hauteur (coups) du dessin va définir le nombre de sélections différentes des fils velours et ainsi le nombre de cartons ; certaines carquettes vont exiger l'implantation de plus de 5 000 cartons.

Des exemples de montage sont traités (annexe A1). Nous constatons que le montage d'une carquette classique exige un nombre de cinq à six millions d'informations mémorisées sur les supports cartons par des trous et des pleins. Ce compte dépasse de beaucoup le nombre d'informations égal à 50 000 du montage d'une moquette jacquard classique. Les

montages les plus importants peuvent atteindre quelque 60 millions d'informations.

La vitesse du changement de sélection est proportionnelle à la vitesse du métier mais inversement proportionnelle au nombre de trames insérées par pompon ; le changement pourra se faire toutes les une, deux ou trois duites insérées dans la foule, soit une vitesse de cent, cinquante ou trente-trois coups par minute.

## I 2. MECANIQUE JACQUARD

Les fils de chaîne doivent à chaque passage de la trame créer une nappe supérieure et une nappe inférieure. Si certains fils de chaîne doivent évoluer de la même manière à chaque duite, ils seront rentrés sur un même cadre ; ces cadres sont alors commandés par des mécaniques d'armures appelés ratières ou par des cames appelés excentriques.

Si le nombre de cadres est trop important (28) ou si les fils de chaîne doivent évoluer individuellement à chaque trame, on utilise alors le principe de la mécanique jacquard. La sélection des fils est donnée au moyen de lecture mécanique faite sur un support carton ou papier.

### I 2.1. GENERALITES

Les informations relatives au mouvement des fils de chaîne sont regroupées pour chaque coup dessin sur le support mémoire en papier ou en carton de la mécanique.

Chaque information caractérisée par un trou ou un plein sur ce support détermine l'évolution d'un crochet vertical supportant un ou plusieurs fils de chaîne. Ainsi le crochet sera tiré vers le haut (avec les crochets sélectionnés) ou baissé par une griffe suivant qu'une aiguille aura lu un trou ou un plein (fig. 1.14).

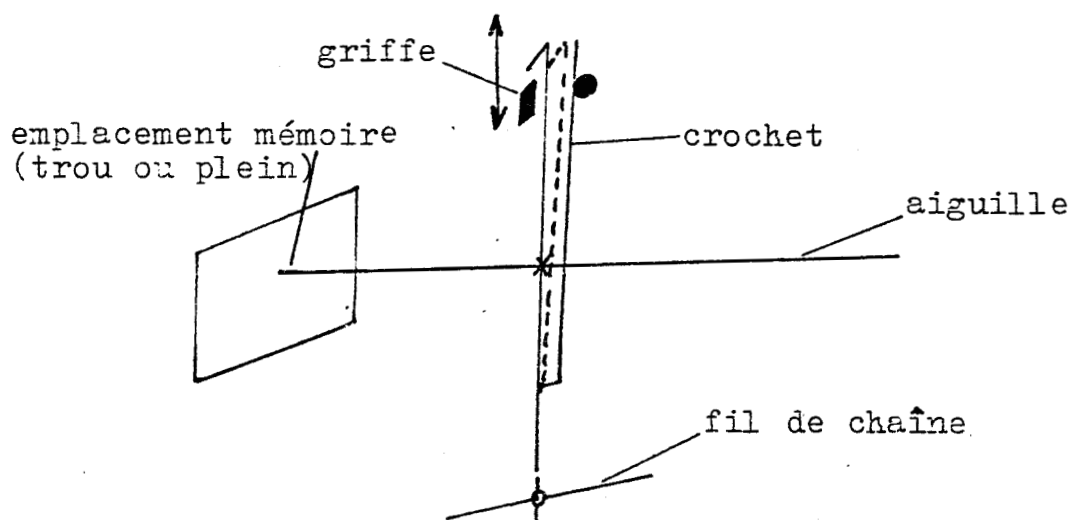


fig. 1.14. Schéma de principe d'une mécanique jacquard.

Le nombre total de fils à commander individuellement définit dans une mécanique le nombre total de crochets ou réduction et ainsi les dimensions générales d'une mécanique. Une mécanique jacquard à sélection carton de réduction classique, égale à 1 320 crochets, crée un volume parallélépipédique de dimensions égales à :

- une largeur de 542 mm
- une profondeur de 542 mm
- une hauteur de 700 mm.

La réduction va déterminer par mécanique un nombre (compris entre 2 et 4) de compartiments égaux.

Le compartiment ne présentera pas la même géométrie et le même principe de lecture suivant le support en carton ou en papier.

## I 2.2. LA MECANIQUE JACQUARD A LECTURE CARTON

Les réductions courantes sont de 880 et 1320 crochets.

### I 2.2.1. Géométrie d'un compartiment

Chaque compartiment comporte :

- des emplacements mémoires sur le carton qui comprend 28 rangées de 16 positions soit 448 informations possibles (en fait 440 parce que huit emplacements mémoires sont réservés pour l'entraînement du carton). L'intervalle entre deux emplacements est de 4 millimètres.

- l'ensemble des aiguilles (440) qui occupe un volume parallélépipédique ; chaque aiguille étant horizontale et perpendiculaire au carton devant l'emplacement mémoire qui lui correspond. La section occupée est (4 x 28) 112 mm en largeur et (4 x 16) 64 mm en hauteur. La longueur d'une aiguille (égale à 370 mm) est secondaire.

- l'ensemble des crochets qui travaille dans 28 plans verticaux de 16 crochets (soit 440 crochets, par identification aux emplacements mémoires) et se loge dans une surface de 112 mm de largeur et de 334 mm de profondeur. Les 16 crochets d'un même plan sont actionnés par le talon des 16 aiguilles correspondantes, et obligent un léger décalage sur le plan vertical des aiguilles.

Soit la perspective ci-dessous d'une mécanique jacquard (fig. 1.15) d'un carton sur deux compartiments, une réduction de 880 crochets.

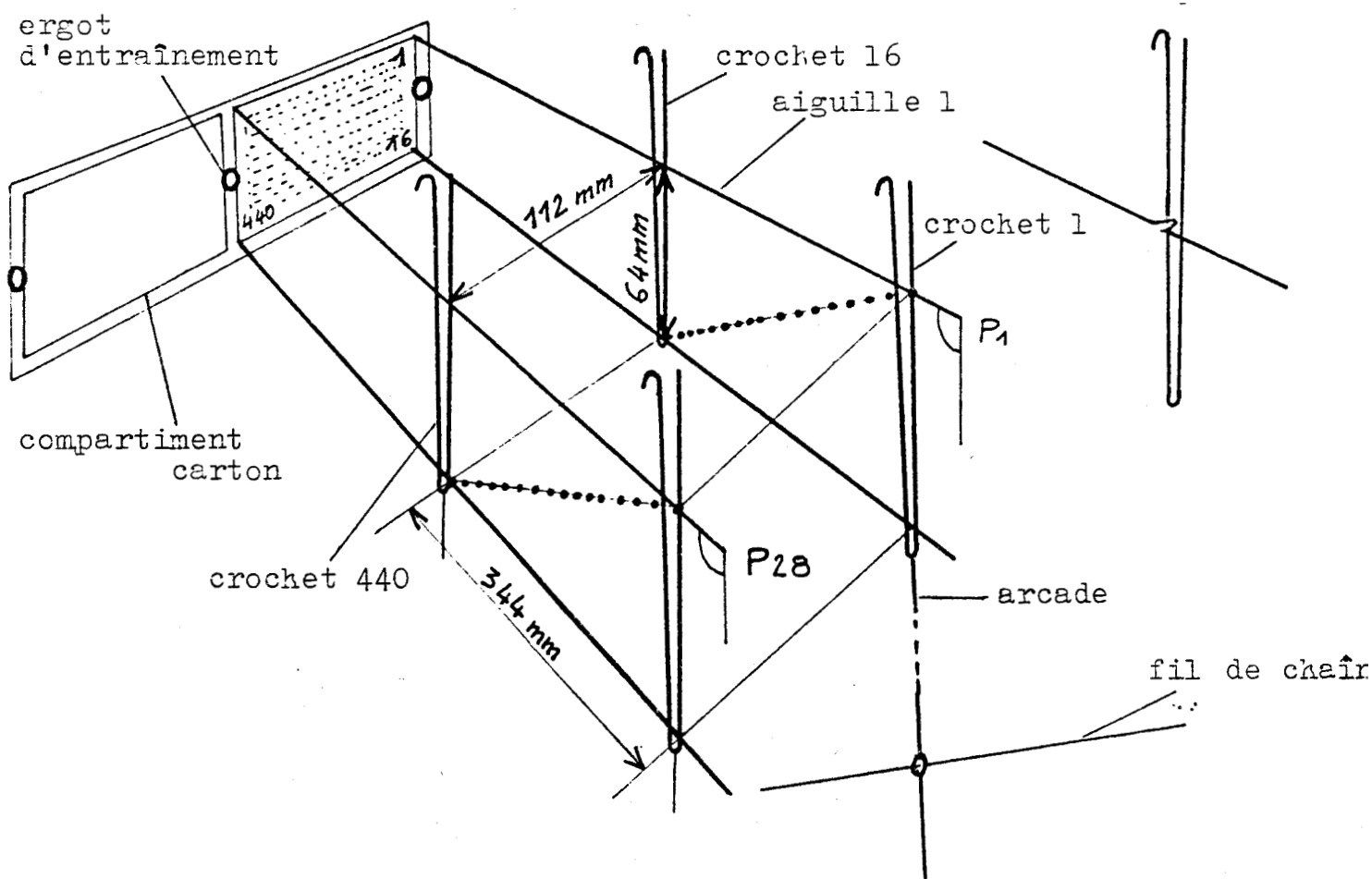


fig. 1.15. Schéma en perspective d'une mécanique jacquard.

Les fils de chaîne sont reliés aux crochets par des arcades (fils de nylon) plus ou moins inclinées sur la verticale. Le déplacement de ces arcades pose des problèmes de forces de frottement.

La compacité de la mécanique jacquard est indispensable pour pouvoir placer plusieurs compartiments et mécaniques côte à côte, et commander ainsi un très grand nombre de fils avec une inclinaison faible. (fig. 1.16)

C'est ainsi que l'industrie du tapis tissé jacquard peut utiliser un nombre conséquent de mécaniques à sélection carton (10 mécaniques de réduction 1 320 crochets chacune) sur des largeurs de six lés (4,20 m). Ce montage est cité en annexe A2.



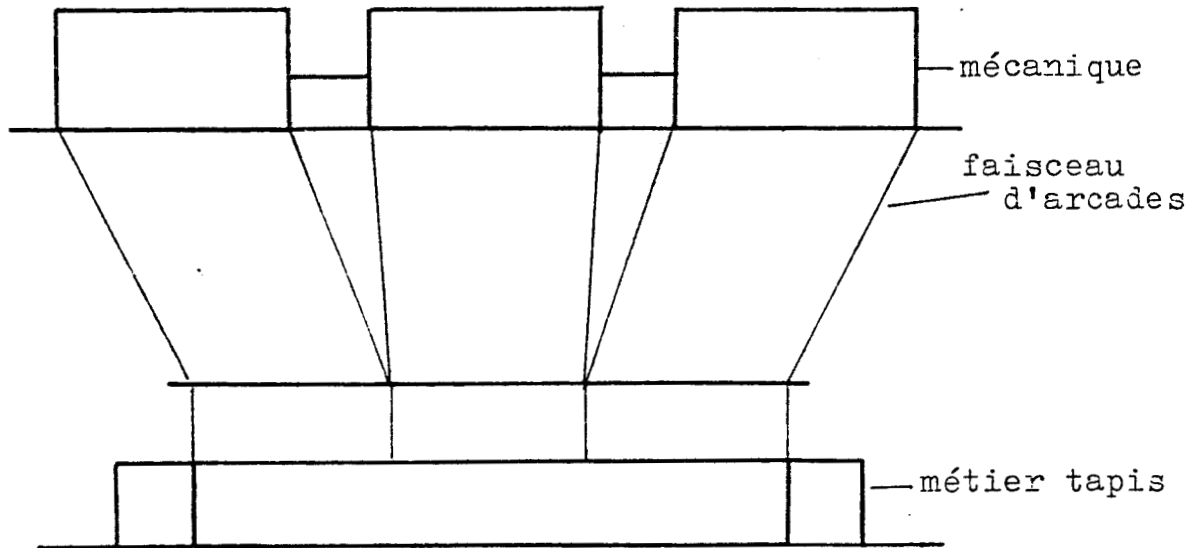


fig. 1.16. Schéma de l'encombrement de plusieurs mécaniques (3) sur un métier.

Il est intéressant d'étudier maintenant le système de lecture qui va conditionner le choix de notre système électromécanique. Le principe de lecture carton est commun aux mécaniques jacquard dites "simple lève" et "lève et baisse".

### I 2.2.2. Fonctionnement d'une mécanique simple lève

Le carton 5 agit directement sur l'aiguille horizontale 1 d'où la nécessité d'un carton épais et résistant.

Sélection de la duite 1' : Un trou au carton (fig. 1.17a) ne repousse pas l'aiguille horizontale 1 et la branche arrière du crochet 13. La pression de l'élastique 7 sur l'aiguille 1 maintient par le talon 2 la branche arrière du crochet 13 contre la griffe 12. La griffe 12 qui est animée d'un mouvement vertical de va-et-vient entraîne alors dans son évolution le crochet 13 et le fil correspondant. Nous avons "un pris" soit le fil de chaîne au dessus de la duite 1'.

Sélection de la duite 2' : Un plein au carton (fig 1.17b) repousse l'aiguille 1 et le talon 2 ; la branche arrière du crochet peut osciller aidée par son élasticité propre. La griffe 12 n'entraîne pas le crochet 13 qui reste sur la planche à collets fixe 16. Nous obtenons un "laissé" soit le fil de chaîne sous la duite 2'.

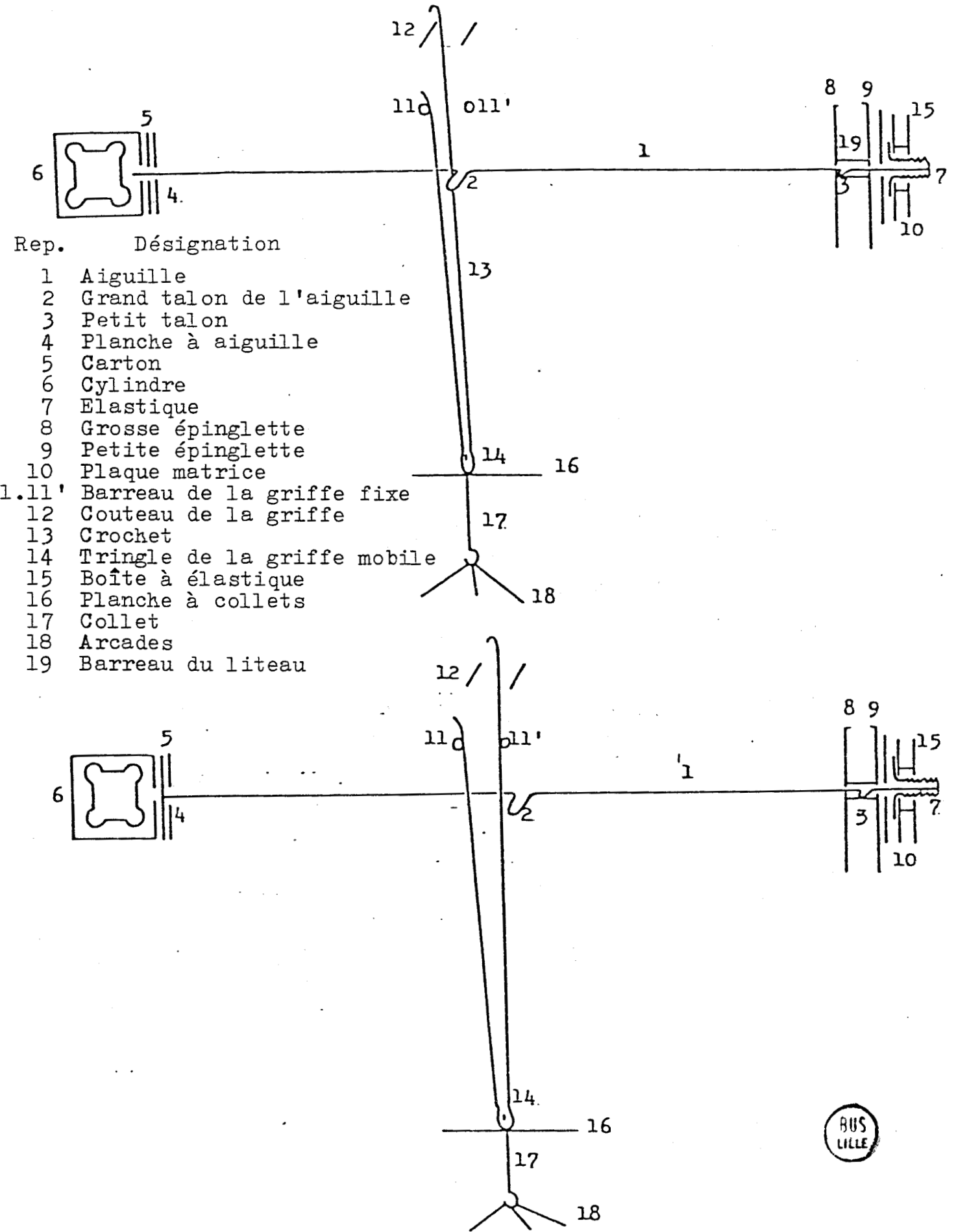


fig. 1.7. Principe de fonctionnement d'une mécanique simple lève.

Remarque :

La sélection d'une duite se fait la griffe en position basse soit la nappe de fils de chaîne en position inférieure et donc le battant du métier situé à la frappe de la duite précédente, et réciproquement pour la formation de la foule.

I 2.3. LA MECANIQUE JACQUARD A LECTURE PAPIER

Les réductions courantes sont de 896 et 1344 crochets.

I 2.3.1. La géométrie du compartiment.

Le compartiment est construit sur le même principe que précédemment. Mais l'intervalle de 5 mm entre deux emplacements mémoires et le nombre d'informations égal à 448 vont définir les dimensions nouvelles d'un compartiment à lecture papier. La section occupée par le volume des aiguilles horizontales est (5 x 28) 140 mm en largeur et (5 x 16) 80 mm en hauteur.

L'arrivée du papier a permis d'augmenter la vitesse de production des mécaniques mais son principe de lecture a fait perdre les avantages de la compacité et de la simplicité technologiques des mécaniques à sélection carton.

Ces raisons font que l'industrie du tapis tissé jacquard utilise toujours le carton.

I 2.3.2. Fonctionnement d'une mécanique double lève pas ouvertLe système de pré-sélection (fig. 1.18)

La sélection ne se fait plus par pression du carton épais sur des aiguilles mais par simple lecture d'aiguillettes de lisage sur le papier. Un mécanisme de présélection appelé tiroir contient toutes les aiguillettes (448 par compartiment) de lisage.

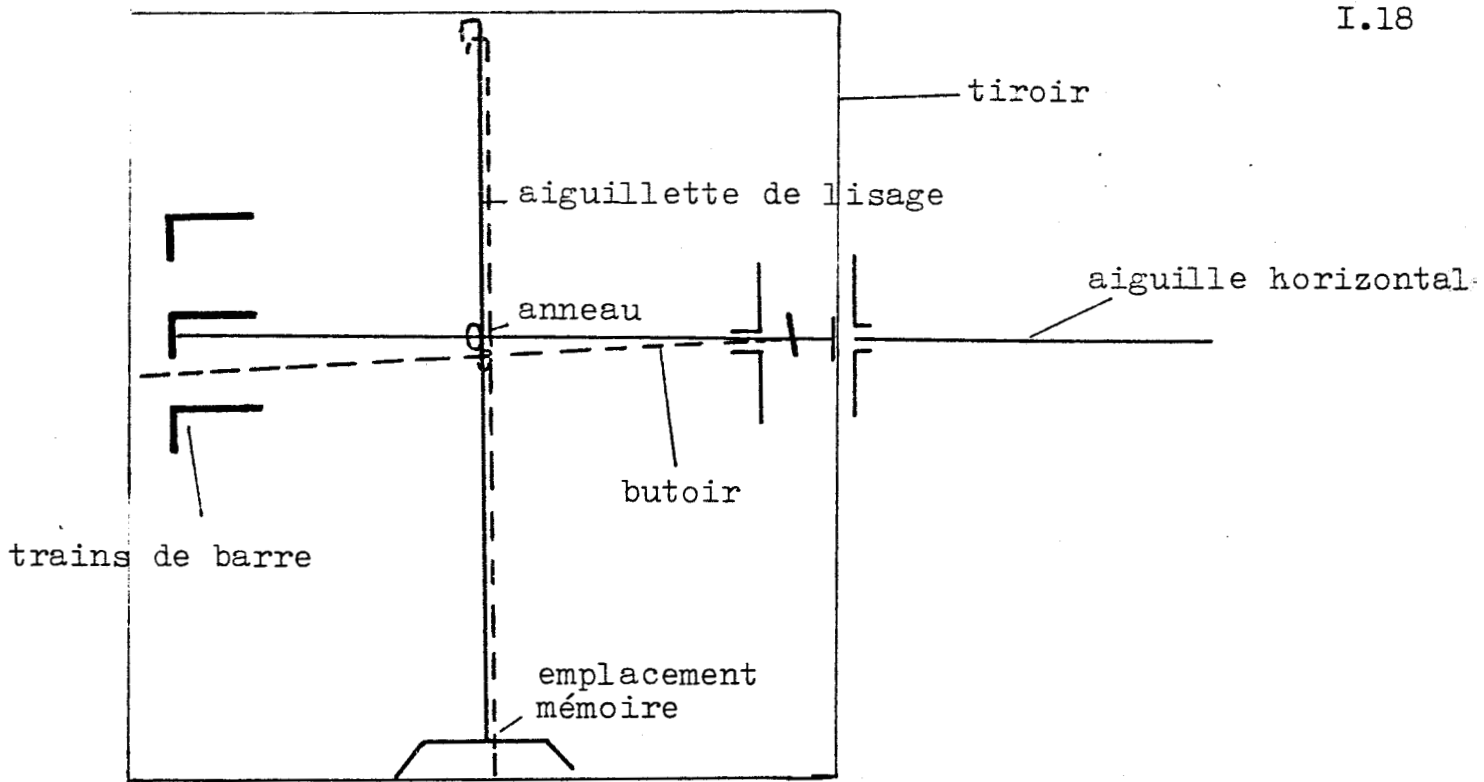


fig. 1.18. Schéma de présélections d'une mécanique lecture papier. (un trou = un pris).

Dans l'anneau de l'aiguillette de lisage est enfilée une fausse aiguille appelée butoir. Par leur extrémité non aplatie, le butoir est en contact ou non suivant la position haute ou basse de l'aiguillette de lisage (plein ou trou au papier) avec une pièce en équerre ; cette pièce fait partie d'un mécanisme oscillant appelé train de barre qui engendre ce diagramme (fig. 1.19) :

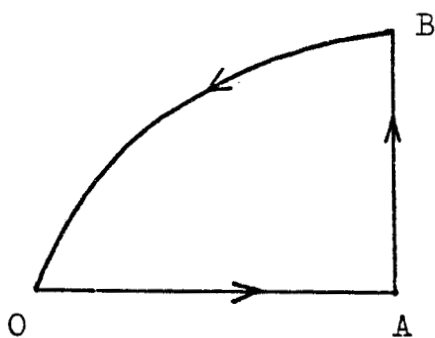


fig. 1.19. Diagramme du mouvement du train de barre.

- en O : lecture d'une nouvelle sélection.
- en A : poussée sur les butoirs restés en position haute (plein)
- en B : levée masse des 448 butoirs par compartiment, des aiguillettes de lisage et rotation du papier.

Ce mécanisme de présélection permet de créer une action ou non sur l'aiguille horizontale et ainsi deux positions au crochet correspondant.

Le principe de sélection aiguille et crochet (annexe A8) traite le cas courant d'une mécanique jacquard double lève pas ouvert.

L'augmentation de la vitesse a été obtenue en partie par la rotation plus rapide du papier à chaque nouvelle sélection. La légèreté du papier et la largeur réduite de 20 mm (8 x 2,5 mm) des emplacements mémoires occupés par les aiguillettes de lisage ont été les principaux facteurs de ce gain en vitesse. En effet, à chaque plan vertical des seize aiguilles horizontales correspond deux plans verticaux de huit aiguillettes de lisage. Un compartiment papier va comprendre ainsi 56 rangées de huit aiguillettes de lisage chacune séparées d'une distance de 2,5 mm (fig. 1.20).

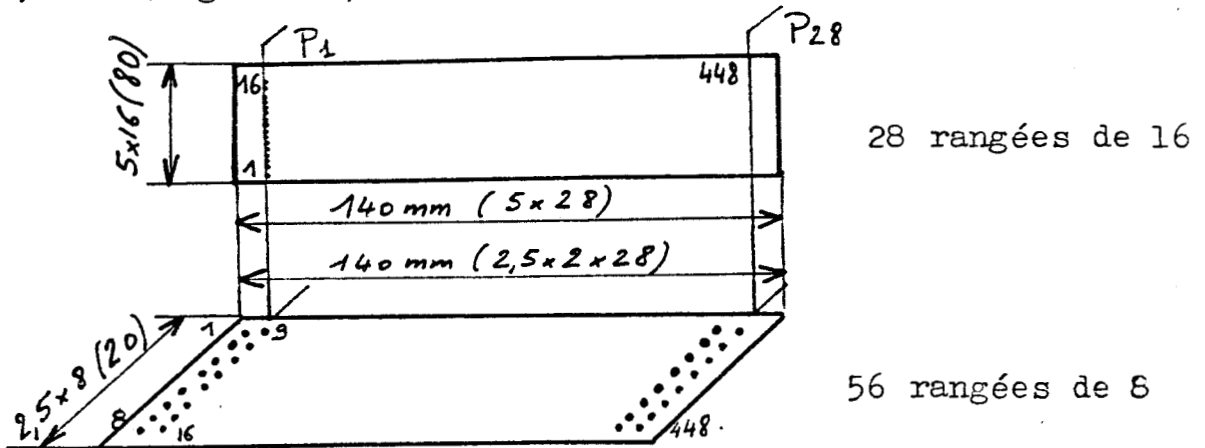


fig. 1.20. Schéma de l'encombrement occupé par les aiguillettes de lisage et les aiguilles.

#### I 2.4. CONTRAINTES DES SUPPORTS CARTON ET PAPIER.

L'industrie française du tapis jacquard ne peut être compétitive que dans la production de nombreux dessins jacquard. Cette créativité nécessite la production industrielle de nombreux supports en carton qui représentent certaines contraintes :

- une manipulation et un stockage importants.

Le changement des cartons est une cause de problèmes (encombrement, poids et accès parfois difficile, déchirure du carton).

Le stockage des cartons se fait dans un local de grandes dimensions ayant une température et un degré d'humidité relative si possible identique au tissage afin d'éviter les allongements et déformations.

- un manque de sécurité au feu.

et principalement :

- un temps d'exécution trop long et un manque de souplesse à

l'utilisation.

L'esquisse ou la mise en carte après lecture et correction électronique entraîne les diverses étapes de piquage citées au § I 1.2.2. Le temps de piquage total des sélections carton augmente avec le nombre de sélections différentes par mécanique et le nombre de mécaniques. Dans les dessins de petites tailles spécifiques aux moquettes jacquard, le temps est égal au temps de lecture et de correction électroniques.

Pour les dessins de plus grandes dimensions plus communs aux carpettes jacquard, ce temps est au moins quatre fois plus important.

Une carquette classique est lue approximativement en 2 h. 30 et piquée complètement en quinze heures. D'autres exemples sont traités en annexe A2.

Par ailleurs, à l'échantillonnage, les différentes étapes de piquage peuvent être répétées partiellement suivant les couleurs de fond et les différentes tailles choisies dans un dessin. A un motif va correspondre ainsi six jeux de cartons.

- un coût important de piquage.

Quel que soit la taille du dessin, le coût de piquage représente 70 % du coût total d'un dessin jacquard qui augmente avec le nombre de cartons.

Tous ces inconvénients sont un obstacle à la créativité.

### I 3. DEFINITION DU CAHIER DES CHARGES ET DU CADRE DE NOTRE ETUDE

But : L'idée est de supprimer le support carton et de le remplacer par une mémoire de masse qui contiendra le dessin jacquard à réaliser et de piloter des actionneurs montés sur la mécanique jacquard.

Nous avons un problème de dimensionnement pour placer les actionneurs ; nous devons respecter au mieux la géométrie compacte des mécaniques actuelles qui permettent de faire évoluer un très grand nombre de crochets par métier.

La vitesse d'une mécanique jacquard en tapis tissé est au maximum de 100 coups par minute ; c'est la vitesse du métier simple lance travaillant le fil velours (pompon) à toutes les duites en double pièce. L'intervalle de temps entre chaque sélection de duite (soit un tour de mécanique) sera de 600 millisecondes.

La configuration du dessin tapis jacquard va déterminer le nombre total d'informations à mémoriser et le nombre d'informations à gérer par sélection de duites (cf. § I 1.3.2).

La faisabilité électronique de ce projet doit être démontrée à partir d'un nombre important de crochets. Nous choisirons de commander 448 actionneurs, soit l'équivalent d'un compartiment papier et un sous-multiple des réductions des mécaniques jacquard . La quantité d'informations mémorisées est secondaire mais doit être suffisante pour tisser un dessin tapis jacquard correct à partir de 448 actionneurs.

Pour répondre à ce cahier de charges, il est nécessaire de commander électromécaniquement l'évolution des fils de chaîne par un système autonome informatique.

Ce système comprendrait :

- une carte de gestion ;
- des cartes d'interface et de puissance ;
- une mémoire de masse ;
- 448 actionneurs.

#### I 4. CONCLUSION

Ce chapitre qui traite de l'industrie du tapis et de la mécanique jacquard nous a permis de présenter le vocabulaire couramment utilisé dans la profession, ses problèmes et d'élaborer un cahier des charges sur l'informatisation des métiers à tisser jacquard. Il nous permet d'aborder avec plus de facilité les chapitres suivants qui sont consacrés à l'étude :

- de la faisabilité et de la fiabilité d'une action électromécanique sur la mécanique jacquard ;

- de la faisabilité électronique d'un système autonome et du traitement informatique des dessins ;

- des logiciels de contrôle et de commande de la mécanique jacquard.



## CHAPITRE II

-----

### ETUDE ET REALISATION DE MAQUETTES

Le but de cette étude est d'adapter un système de sélection électromécanique fiable et commun aux mécaniques jacquard à sélection carton et papier.

Il faut, pour cela, remplacer le mécanisme de lecture des aiguilles sur le carton (des aiguillettes de lisage sur le papier) par des actionneurs qui permettent de conserver la compacité et les possibilités technologiques d'une mécanique jacquard traditionnelle.

La faisabilité du système électromécanique suppose nécessairement la fiabilité des actionneurs utilisés et la fiabilité du système mécanique.

#### II 1. ETUDE DE LA FIABILITE DES ACTIONNEURS

##### II 1.1. CHOIX DE L'ACTIONNEUR

La condition première est de trouver un actionneur qui soit fiable dans le milieu ambiant sale et poussiéreux (bourre, duvet ...) de l'industrie du tapis tissé et de l'industrie textile en général.

L'industrie de la bonneterie, une industrie voisine du tissage a choisi depuis quelques années et avec succès le principe de l'électro-aimant dans les commandes électromécaniques des aiguilles ; nous avons eu la possibilité d'examiner les métiers à tricoter circulaires MORAT, le métier rectiligne ANV de STOLL, le métier dentelle de Sulzer et d'étudier le métier rachel de Karl Mayer /3/.

Une réalisation à caractère électromécanique (ratière) /4/ nous a déjà permis d'utiliser des électro-aimants.

Ce choix nous amène ainsi à tester le principe de l'électro-aimant

## II 1.2. REALISATION D'UNE MAQUETTE

### II 1.2.1. Géométrie du système.

La géométrie très compacte et le principe de fonctionnement de la mécanique jacquard à sélection carton ou papier ne nous permettent pas d'insérer les électro-aimants près des crochets.

Nous avons choisi une action électromécanique par l'intermédiaire des aiguilles.

L'intervalle très faible entre les aiguilles (4 mm pour le carton, 5 mm pour le papier) impose des électro-aimants de très faibles dimensions (fig. 2.1).

Nous sommes amenés à tester un type d'électro-aimants de diamètre 5 millimètres de fer doux vertical, à construire une maquette respectant la géométrie d'un jacquard traditionnel. La maquette réalisée commande un nombre restreint de 21 aiguilles ; ce nombre est suffisamment représentatif pour tirer des conclusions objectives de nos essais futurs.

L'action des électro-aimants peut être envisagée sous deux aspects  
 - utiliser la puissance des électro-aimants pour déplacer les aiguilles  
 - utiliser la force des électro-aimants pour maintenir les aiguilles amenées mécaniquement au contact des noyaux.

Nous avons choisi la deuxième solution parce que la distance aiguille au repos et noyau (3 mm) est trop grande pour les possibilités d'attraction de l'électro-aimant.

La maquette comprend trois étages parallèles et horizontaux de sept aiguilles. Chaque électro-aimant est placé au dessus de chaque aiguille (fig. 2.1 et fig. 2.2). Ce principe entraîne la construction très simple d'une première maquette avec un décalage par étage de 11,5 mm nécessaire aux placements des électro-aimants.

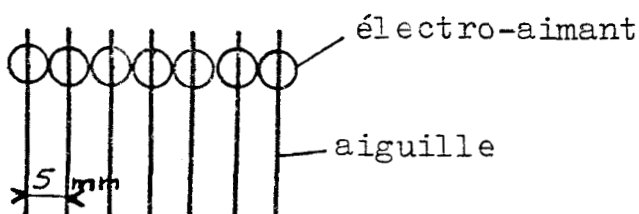


fig. 2.1 : vue de dessous  
d'un étage.

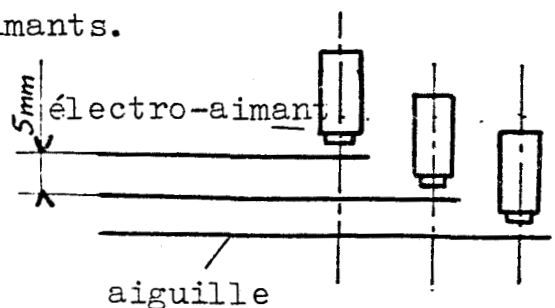


fig. 2.2 : vue de côté des  
trois étages.

Remarque :

Le bon fonctionnement de la mécanique dans ce faible encombrement nécessite le calcul des jeux utiles et de l'amplitude imposée aux mouvements du niveleur (Annexe B1).

II 1.2.2. Principe de fonctionnement (fig. 2.3)

Un niveleur (1) monte dans un premier temps, toutes les aiguilles (2) et les positionne contre les noyaux fixes des électro-aimants (3).  
 Suivant l'état d'activation des électro-aimants, les aiguilles redescendent ou non avec le niveleur (1).

Une aiguille sélectionnée par un électro-aimant correspond à un prix  
 Une aiguille non sélectionnée par un électro-aimant correspond à un laissé.

Le mouvement de lève et baisse du niveleur des aiguilles est donné par une came commandée par un moteur.

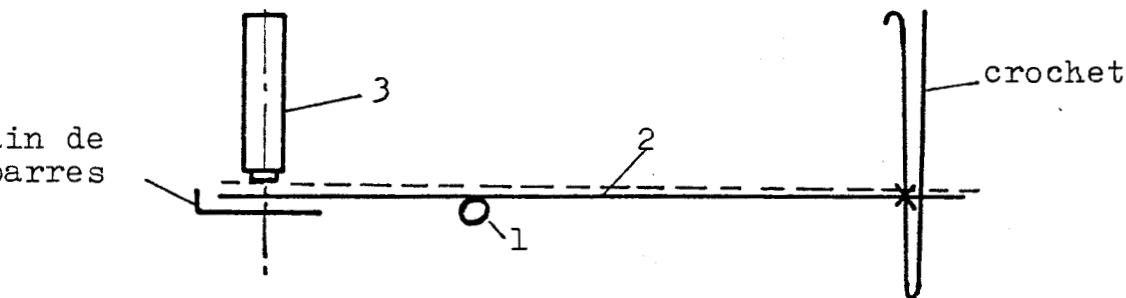


fig. 2.3. Schéma de principe de fonctionnement de la maquette.

II 1.2.3. Commande électronique.II 1.2.3.1. Principe de montage (fig. 2.4)II 1.2.3.1.1. Généralités  
 .....

Un automate programmable /5/ va commander le fonctionnement de la maquette, activer 21 électro-aimants à une cadence choisie et contrôler la position exigée des aiguilles.

Un comptage du temps de fonctionnement de la maquette sans erreur

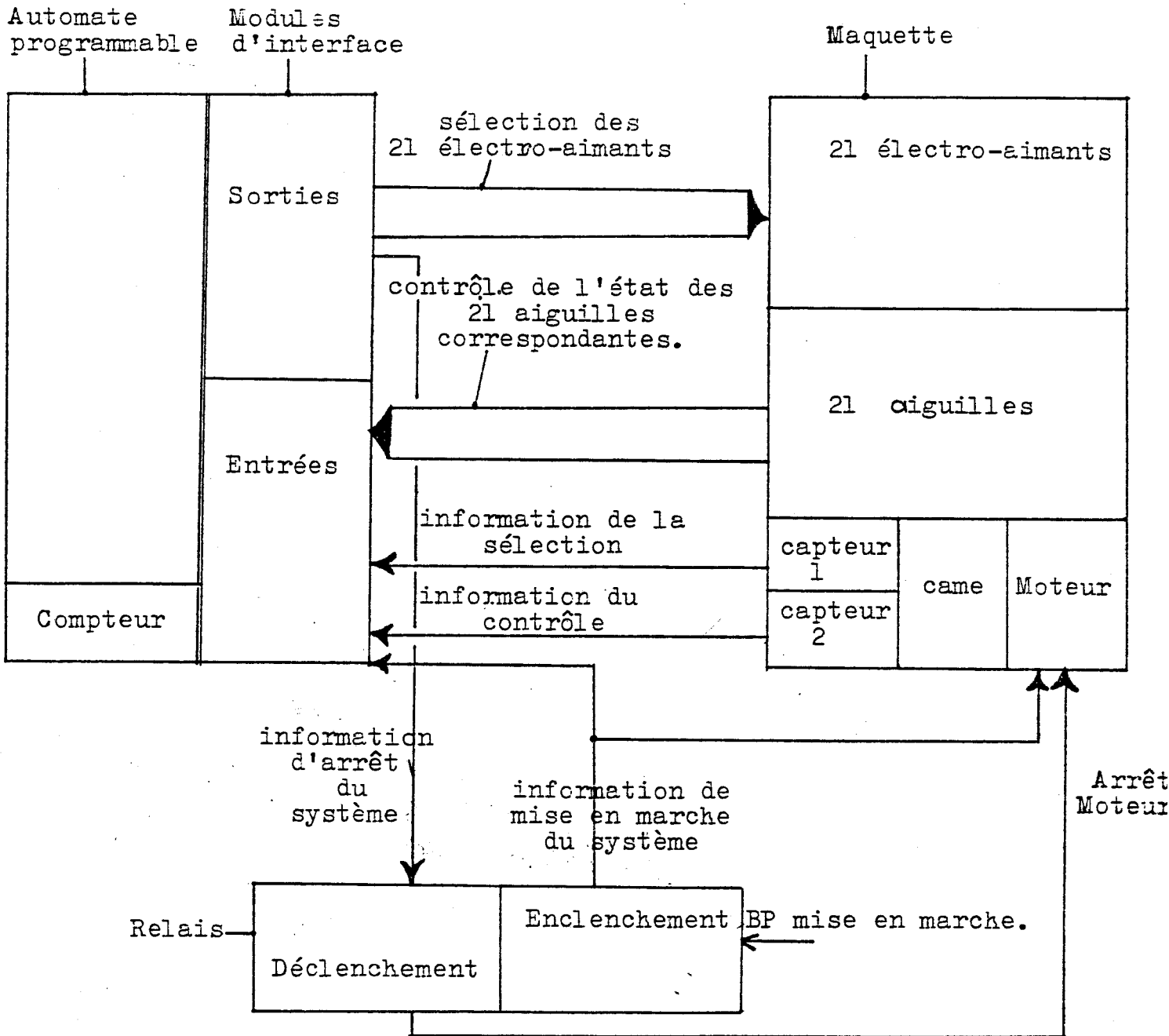


fig. 2.4. Schéma du principe de montage de la commande électronique de la maquette.



caractérise la fiabilité du système.

## II 1.2.3.1.2. Définition du principe (fig. 2.4)

Un interrupteur général de mise en marche enclenche un relais électrique qui commande la rotation du moteur d'entraînement de la maquette et l'enclenchement de la scrutation du programme de gestion.

Deux capteurs sont montés sur le niveleur des aiguilles. L'un doit enclencher le changement de sélection des 21 électro-aimants quand le niveleur des aiguilles est en position haute. (les aiguilles effleurent alors le noyau des électro-aimants).

L'autre enclenche le contrôle de l'état des 21 aiguilles correspondantes quand le niveleur est en position basse.

Si la comparaison des entrées demandées et des sorties obtenues n'est pas bonne, le compteur de temps se bloque, le relais est déclenché et arrête le moteur d'entraînement. Sinon, le système fonctionne.

Une aiguille horizontale activée par l'électro-aimant correspond à une information de sortie de l'automate égale à zéro ; cette même aiguille repose sur le niveleur des aiguilles relié à 24 V et crée une information d'entrée + 1 pour l'automate (fig. 2.5).

modules d'interface

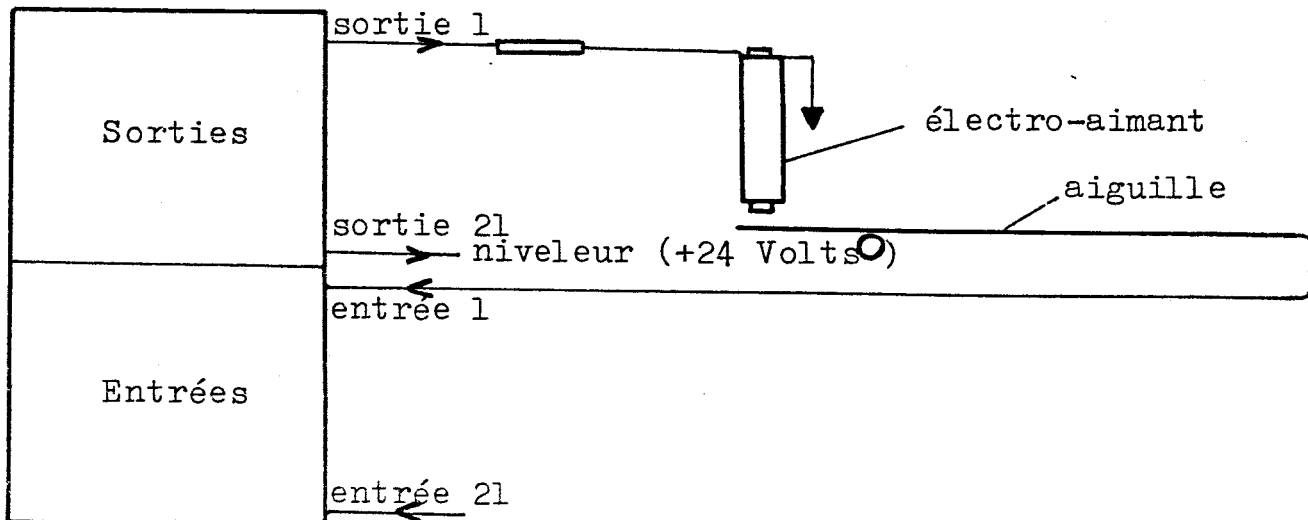


fig. 2.5. Schéma du câblage de la liaison électro-aimant-aiguille

### II 1.2.3.2. Etude de la programmation

Le programme doit tester la fiabilité des électro-aimants ; il comporte :

- l'envoi d'une armure toile qui donne l'alternance activée désactivée pour chaque électro-aimant (ce qui correspond aux conditions les plus dures de fonctionnement de l'électro-aimant).

- le contrôle de chaque sélection pour savoir si les aiguilles ont bien suivi l'état des électro-aimants.

- l'arrêt du système en cas de différence lors du contrôle, ce qui permet d'analyser chaque cause d'arrêt.

- un compteur de temps qui s'incrémente toutes les minutes tant que le système est en marche. Il permet de connaître ainsi la durée de fonctionnement sans erreur de sélection et ainsi de juger de la fiabilité du système.

Il est traduit par l'organigramme de test de la fiabilité des électro-aimants (fig. 2.6).

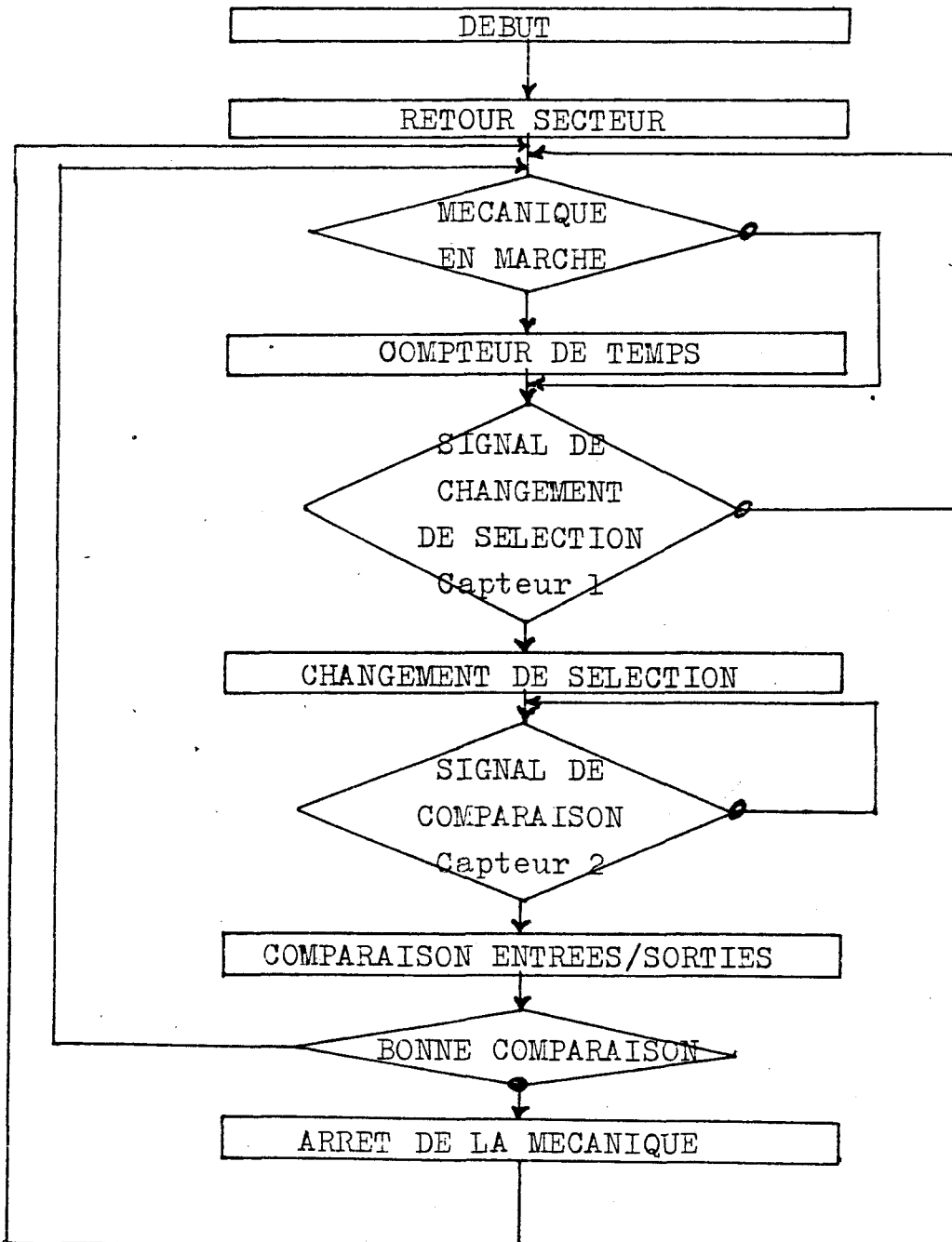


fig. 2.6. Organigramme de test de la fiabilité des électro-aimants

#### II 1.2.4. Résultats des premiers essais

Nous avons testé la maquette à une fréquence de manoeuvre de 300 coups par minute soit un changement de sélection des électro-aimants tous les 200 millisecondes. Les essais correspondent aux conditions les plus dures de l'alternance soit l'alimentation d'un électro-aimant sur la durée complète d'une sélection et ensuite sa désactivation pendant la sélection suivante (facteur de marche égal à 50 %).

Nous avons dû auparavant apporter progressivement pendant les essais, des modifications sur les aiguilles et les électro-aimants . (annexe B2).

Le système fonctionnant au maximum une heure sans une erreur de contrôle pouvait nous encourager pour la poursuite de nos travaux.

Nous avons constaté alors trois résultats importants :

La température interblocks des électro-aimants se régularise favorablement à 50° C après un temps de fonctionnement de 30 minutes dans un milieu ambiant de 20° C (annexe B3).

La rémanence importante créée entre l'aiguille et le noyau de la bobine nous oblige à y adjoindre une fine couche de séparation qui éloigne le noyau de l'aiguille et permet d'atténuer suffisamment la force d'appel résiduel.

Le phénomène d'influence mutuelle de l'induction créé par le rapprochement et le manque de localisation du champ magnétique des bobines verticales peut-être diminué en choisissant un électro-aimant à noyau recourbé en U de type "fer à cheval".  $\neq$   
Ce phénomène ne concerne que les électro-aimants voisins disposés sur un même étage.

#### II 1.3. LA MAQUETTE AMELIOREE

Les constatations précédentes nous conduisent à modifier la première maquette.



### II 1.3.1. Les transformations

Une seule rangée horizontale de sept aiguilles toujours distantes de 5 millimètres suffit pour nos essais.

La géométrie et le principe de fonctionnement du système sont les mêmes. Seul la configuration et les dimensions du nouvel électro-aimant (fig. 2.7) nous obligent à les placer en quinconce (fig.2.8). Un décalage plus important des étages (17 mm) sera ainsi nécessaire.

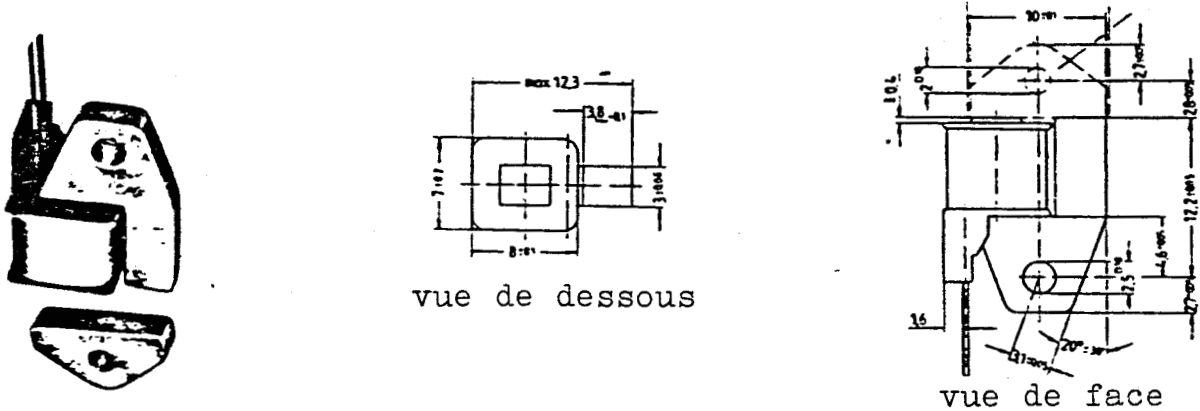


fig. 2.7. Schéma de l'électro-aimant choisi.

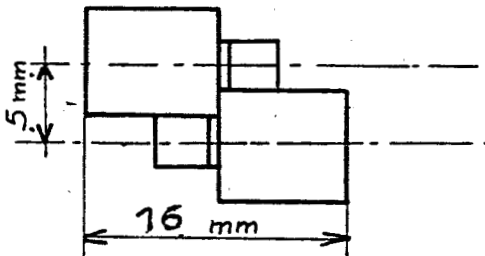


fig. 2.8. Schéma (vue de dessous, échelle 2) d'un étage de deux électro-aimants.

Une plaque de bakélite ou de bérylco / $\times$ / d'épaisseur 0,15 mm est fixée comme couche de séparation contre les noyaux des électro-aimants.

La commande électronique est la même que précédemment.

### II.1.3.2. Résultats des essais.

La nouvelle maquette a été testée dans les mêmes conditions que précédemment. Seul le facteur de marche de l'électro-aimant est réduit

/ $\times$ /: Sté Berylco-cabot. Alliages de cuivre et de beryllium (96 % - 4 %).

à 25 % en désactivant les électro-aimants excités après le contrôle de l'état des aiguilles par le programme.

Le système fonctionne 72 heures sans un arrêt causé par l'activation des électro-aimants ou de l'état des aiguilles. Parfois des erreurs éventuelles viennent du mauvais contrôle de l'aiguille sur le niveleur (rebondissement). La température se stabilise correctement à 41° C au delà de 40 minutes dans un milieu ambiant de 20° C. (annexe B3)

Nous considérons que ce résultat peut donner une entière satisfaction au niveau de la fiabilité de fonctionnement des électro-aimants choisis.

Par ailleurs, ce type de système peut permettre de tester tout électro-aimant.

## II 2. ETUDE DE LA FIABILITE ELECTROMECHANIQUE

Nous devons réaliser une maquette, conforme au prototype industriel comportant les sept électro-aimants choisis et tester le procédé électromécanique proposé.

Le prototype industriel consiste à piloter les 448 électro-aimants montés sur une mécanique jacquard simple lève qui doit tourner à une vitesse constante de cent coups par minute. Cette fréquence de manoeuvre est faible comparée aux conditions des essais précédents. Le temps de cycle est de  $\frac{60}{100} \times 10^3 = 600$  ms.

### II 2.1. DEFINITION DES CONTRAINTES.

Notre première idée était de créer un mécanisme très simple et d'alimenter comme dans l'étude précédente, tous les électro-aimants simultanément. Le courant d'appel d'un électro-aimant étant de 190 mA, sous 24 Volts, pour un facteur de marche de 12,5 % (annexe B4), ce procédé demande une intensité totale de 85,12 Ampères (448 x 0,19 A) ce qui nécessite une alimentation trop importante et du même coup onéreuse.

Pour diminuer cette intensité, il faut alimenter des groupes d'électro-aimants séquentiellement et mémoriser leur état.

Cela suppose une transformation complète du système électromécanique précédent : l'activation très rapide de chaque groupe d'électro-aimants sera mémorisée mécaniquement au niveau des aiguilles correspondantes.

L'électro-aimant perd son rôle de puissance ; il ne doit plus mémoriser un état pendant longtemps mais doit créer un changement d'état très rapide.

Par ailleurs, le temps réel disponible à la sélection des 448 électro-aimants impose un temps limite du cycle séquentiel de l'alimentation. La sélection ou le changement d'état mécanique d'une aiguille ne peut pas se produire pendant son déplacement horizontal (sélection sur les crochets).

La connaissance du diagramme du déplacement des aiguilles (ou du

train de barres pour le papier) va déterminer le temps maximum ( $t_{\max} = 433 \text{ ms} = \frac{600 \text{ ms} \times 260^\circ}{360^\circ}$ ) réservé à l'alimentation totale des électro-aimants. (fig. 2.9)

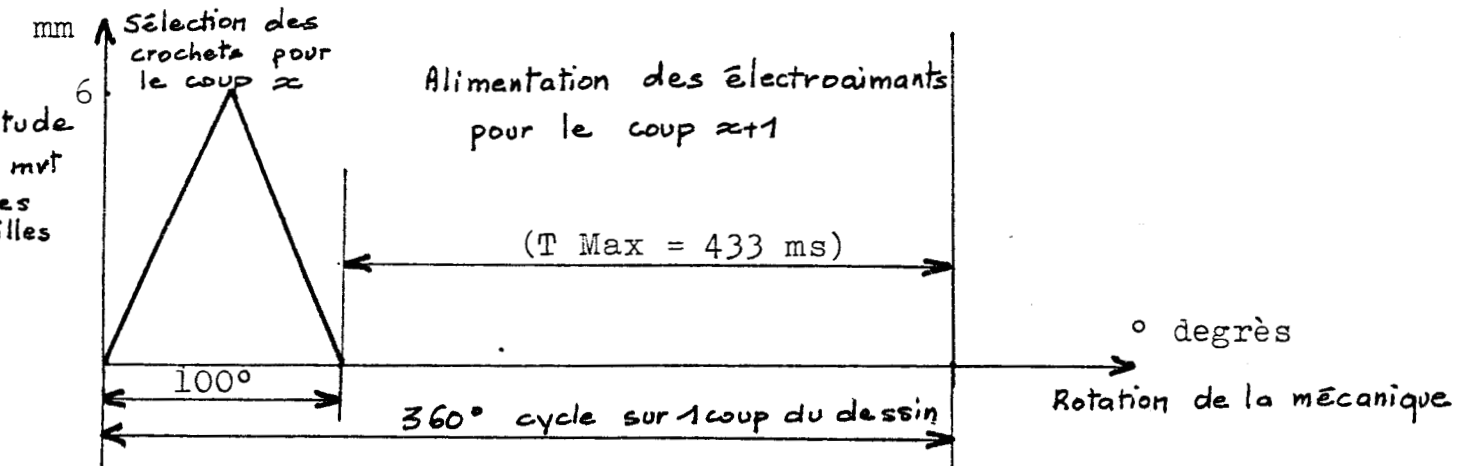


fig. 2.9. Diagramme du déplacement des aiguilles en fonction du cycle de la mécanique.

## II 2.2. REALISATION DE LA MAQUETTE PROTOTYPE

### II 2.2.1. Description et réalisation du système.

Cette maquette présente une géométrie semblable à la maquette améliorée. Elle comporte le même étage horizontal composé des sept électro-aimants placés en quinconce. Seule la présence d'un niveleur mobile supplémentaire et d'une gâchette crée un positionnement plus haut de l'électro-aimant par rapport à l'aiguille correspondante sans nécessiter un décalage plus important (17 mm) (fig. 2.10)

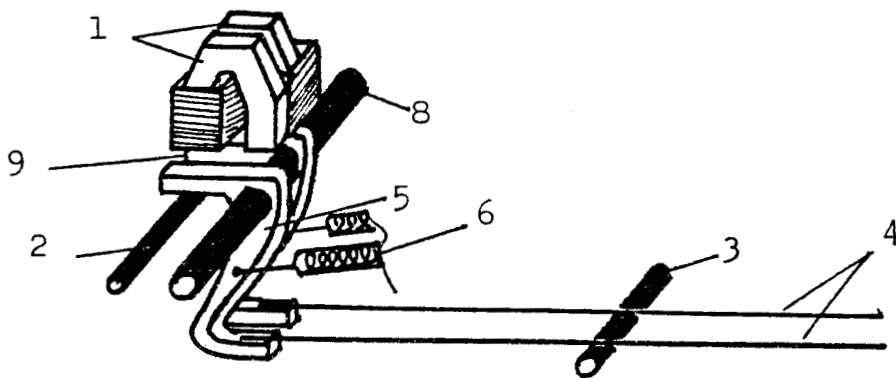


fig. 2.10. Schéma général de la maquette améliorée.

L'électro-aimant (1) agit sur une gâchette mobile (5) autour de l'axe (8). La gâchette est appliquée sous la couche de séparation (9) de l'électro-aimant (1) par un niveleur mobile (2) ; elle s'y maintient

si l'électro-aimant est activé et est rappelée par le ressort (6) si l'électro-aimant n'est pas excité.

Le niveleur aiguille (3) déplace l'aiguille (4) verticalement jusqu'à une position où elle pourra être accrochée par la gâchette (fig. 2.11). Un train de barres (7) entraînera les aiguilles en position basse, correspondant à des futurs crochets en position basse (lissé).

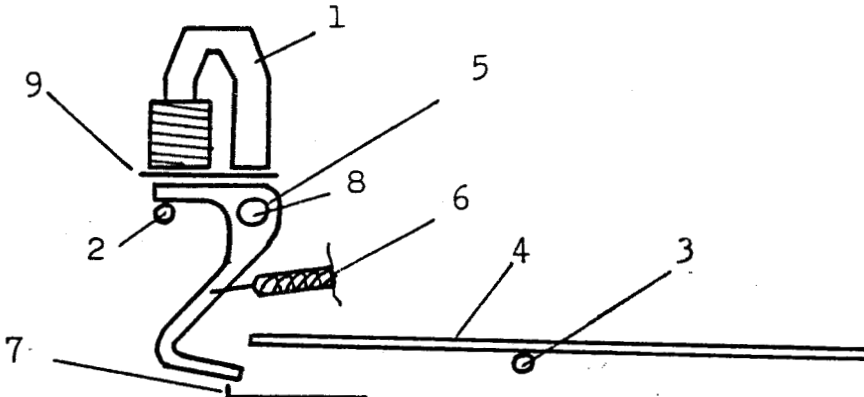


fig. 2.11. Schéma du principe de la maquette améliorée.

#### II 2.2.2. Cycle de fonctionnement pour un coup du dessin.

Le train de barres (7) en position arrière, le niveleur (2) en position basse va monter et positionner la gâchette (5) sous l'électro-aimant (1). L'aiguille (4) restée en position haute sur la sélection précédente retombe. Le niveleur (3) amène l'aiguille en position haute au dessus du bec de la gâchette (5) (fig. 2.11). Le niveleur (2) redescend d'un millimètre la gâchette qui accroche l'aiguille en position haute grâce à un ressort de rappel (6). Les dimensions et la forme de la gâchette permettent aussi un débattement de trois millimètres du bec de la gâchette (fig. 2.12). La commande électronique est toujours réalisée par l'automate programmable. L'électro-aimant peut maintenant être ou ne pas être excité. Le capteur S1 monté sur la came du moteur envoie l'information de sélection possible (fig. 2.13).

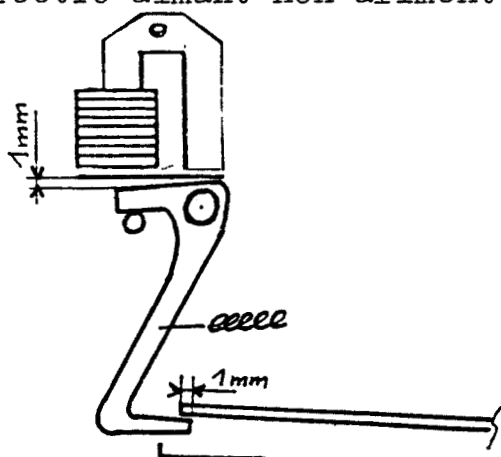
Si l'électro-aimant est excité, l'aiguille tombe sur le train de barres (fig. 2.12) sinon l'aiguille reste en position haute retenue de un millimètre par le bec de la gâchette.

Après le contrôle de l'état des aiguilles par le capteur S2, le programme permet la désactivation des sept électro-aimants. Le capteur S2 est positionné 90° après le capteur S1 et crée un facteur de marche

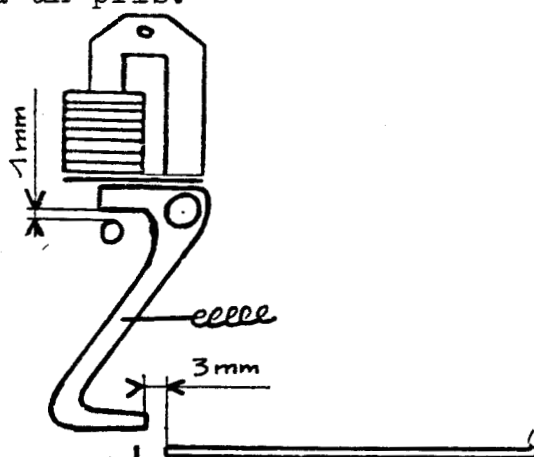
de l'électro-aimant de 12,5 % sur le cycle de l'alternance (fig. 2.13)

Un électro-aimant alimenté correspond à un laissé.

Un électro-aimant non alimenté correspond à un pris.



Avant l'alimentation de l'électro-aimant.



Pendant l'alimentation de l'électro-aimant.

fig. 2.12. Schéma de position de la gâchette.

### II 2.2.3 Conséquences.

Ce principe électromécanique entraîne une diminution du temps réservé à l'alimentation totale des électro-aimants ( $t_{\max}$  du chap. II.2.). L'alimentation ne peut commencer qu'à la fin des mouvements des niveleurs, de la gâchette et de l'aiguille ; les aiguilles étant alors toutes réarmées sur leur gâchette correspondante.

La connaissance du diagramme du déplacement des niveleurs va déterminer le nouveau temps maximum ( $\frac{600 \text{ ms} \times 200^\circ}{360^\circ} = 333 \text{ ms}$ ) (fig. 2.13).

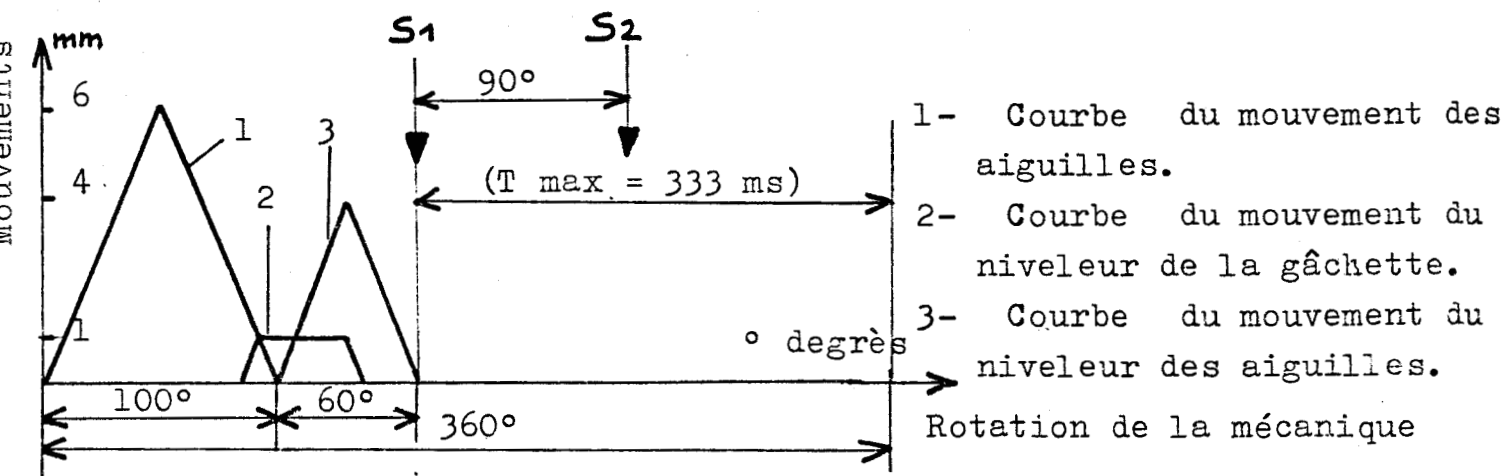


fig. 2.13. Diagramme du déplacement des niveleurs en fonction du cycle de la mécanique.

## II 2.2.4. Résultats des essais

La maquette prototype a été testée par l'automate programmable à une vitesse de cent coups par minute, soit un changement de sélection toutes les 600 millisecondes dans les conditions de l'alternance de la sélection des électro-aimants.

Le système ne se révèle pas suffisamment fiable, nous avons des erreurs de sélection.

Nous avons modifié la gâchette en y adjoignant une plaque de même nature que le noyau de l'électro-aimant pour que le circuit magnétique soit pratiquement fermé lors de l'excitation de l'électro-aimant.

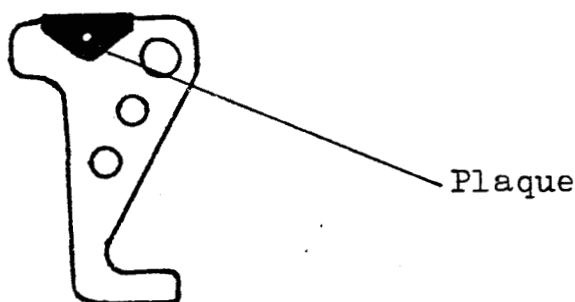


fig. 2.14. Schéma de la gâchette modifiée.

Pendant un temps limité à 72 heures, le système fonctionne correctement.

La température des électro-aimants se stabilise correctement vers 35° C au delà de 40 minutes dans un milieu ambiant de 20° C et pour un facteur de marche approximatif de 12,5 % de l'électro-aimant.

Nous considérons que ces derniers résultats donnent une entière satisfaction au niveau de la commande de la gâchette.

Remarques :

Cette même maquette composée des sept électro-aimants a été commandée par le système électronique à 448 sorties décrit dans le chapitre suivant.

Chaque électro-aimant est relié à la première sortie des sept cartes de puissances impaires à 32 sorties chacune. Les sept électro-aimants ont été alimentés séquentiellement par cycle de fonctionnement.

Nous avons pu vérifier sélection par sélection la bonne position des sept aiguilles horizontales correspondantes.

### II 2.3. APPLICATION AU PROTOTYPE INDUSTRIEL

Pour des raisons économiques et de gain de temps, le prototype industriel s'est réduit à la commande de 42 crochets, soit la moitié du nombre de crochets d'une rangée horizontale d'une mécanique jacquard à trois compartiments (1 320 crochets).

#### II 2.3.1. Caractéristiques fondamentales des éléments du système électromécanique.

L'expérimentation sur l'alimentation séquentielle nous montre que huit millisecondes sont suffisantes comme temps d'excitation de l'électro-aimant pour une course nominale moyenne de 0,5 millimètres de la gâchette. Nous avons choisi un temps de sélection double de 15 millisecondes ce qui nous crée un facteur de marche général de l'électro-aimant égal à 2,5 % ( $\frac{15 \text{ ms}}{600 \text{ ms}}$ ).

Ce facteur de marche qui est un service de brève durée crée un échauffement pratiquement nul et entraîne le passage d'un courant moyen de 0,54 Ampères (annexe B4) pendant la durée d'excitation avec un courant maximum de 0,58 Ampères.

La force nominale de l'attraction initiale de l'électro-aimant inversement proportionnelle à la course nominale moyenne de la gâchette (0,5 mm) et au facteur de marche (2,5 %) est égale à 0,55 Newton (annexe B4).

Le ressort de rappel assurant le contact de la gâchette contre son niveleur évite les vibrations de la gâchette lors du fonctionnement de la mécanique et suppose une tension théoriquement déterminée entre 0,018 Newton (électro-aimant non activé) et 0,15 Newton (électro-aimant activé). La masse de la gâchette en laiton d'épaisseur 2,5 mm est de 7,27 grammes.



### II 2.3.2. Résultat des essais

L'étude de la faisabilité d'un principe de fonctionnement, les difficultés de réalisation (usinage et assemblage) des éléments composant le système électromécanique et les priorités de fabrication de l'industriel associé ont retardé la construction de ce premier prototype de réduction 42 crochets.

D'autres parts, le problème de la tension commune de rappel pour chaque ressort, rencontré lors des essais, n'ont pas permis de tester le prototype suffisamment longtemps dans les conditions souhaitées.

La commande des électro-aimants du prototype un à un s'est réalisée correctement pour une vitesse de cent coups par minute.

Ce principe électromécanique amène des modifications sur les mécaniques jacquard traditionnelles :

#### - à lecture carton.

Les aiguilles distantes de 4 mm obligent à placer les électro-aimants en quinconce sur un même étage et nécessitent un décalage par étage de 21 mm. Le placement des électro-aimants impose deux positions possibles de la plaque pour une même gâchette.

Le cylindre doit être remplacé par un mécanisme de pré-sélection identique au papier contenant un train de barres et des butoirs ; la levée du niveleur sur les butoirs évite ainsi une flexion sur les aiguilles horizontales, ce qui créerait une force trop importante sur les gâchettes. La planche à aiguilles est supprimée.

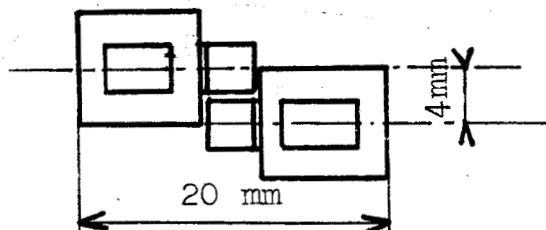


fig. 2.15. Vue de dessous d'un étage de deux électro-aimants.  
(échelle 2)

#### - à lecture papier

Les aiguilles doivent être placées en escalier et décalées de

17 mm par étage. La position en quinconce des électro-aimants oblige aussi à disposer deux fixations possibles de la plaque sur la même gâchette.

Le train de barres est inversé et son mouvement est rectiligne.

#### II 2.4. CONCLUSION

Dans ce deuxième chapitre nous avons permis la mise au point d'une mémorisation mécanique de l'action électromagnétique sur le prototype industriel.

Nous devons piloter le prototype jacquard à 448 crochets ce qui suppose la réalisation du système électronique informatisé.

## CHAPITRE III 1

---

### STRUCTURE ELECTRONIQUE DU SYSTEME AUTONOME

La réalisation d'une mécanique jacquard à sélection électronique suppose d'abord la création d'un ensemble électronique capable de gérer des informations, de les transmettre au métier et de contrôler son fonctionnement.

Ces informations nous ont imposé un traitement informatique du dessin tapis.

#### III 1.1. PROPOSITION D'UNE ARCHITECTURE

Une première approche du cahier des charges a été traitée au chapitre I 3. Le problème est d'actionner individuellement 448 électro-aimants montés sur la mécanique jacquard dans un intervalle de temps de 600 millisecondes (temps maximum du programme) à partir d'informations stockées dans une mémoire de masse.

Le contrôle du métier (arrêt d'urgence, marche, etc...) et du tissu jacquard (casse trame, casse chaîne) conditionne la gestion des données représentant le dessin et la gestion des actionneurs de commande du métier et de la mécanique jacquard.

Cela suppose un système de commande qui permet, suivant l'état logique des capteurs de contrôle, le transfert des données du dessin sur 448 sorties (fig. 3.1). L'alimentation séquentielle des 448 électro-aimants doit être effectuée totalement dans un temps plus court (333 millisecondes) (cf. § II 2.2.3).

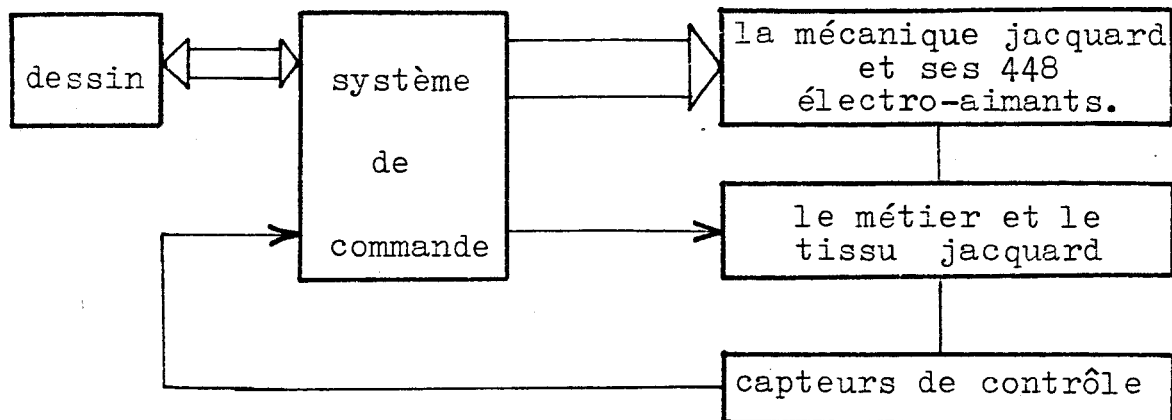


fig. 3.1 Schéma général du système de commande.

Ceci nous conduit à concevoir une structure basée autour d'une unité centrale capable de piloter à partir d'une unité de stockage quatorze cartes d'interfaces à 32 sorties, une carte pour l'alimentation de puissance des électro-aimants, une commande du moteur du métier et des capteurs de contrôle (fig. 3.2).

Prouver la faisabilité de cette structure demande simplement une mémoire de masse de capacité et de temps d'accès suffisants. Pour des raisons de facilité nous utilisons l'unité de stockage du système de développement M D S (double drive double densité) existant à l'ENSAIT et ses possibilités d'impression.

## III 1.2. ANALYSE DES FONCTIONS PRINCIPALES DE CETTE ARCHITECTURE (fig. 3.

### III 1.2.1. LA CARTE UNITE CENTRALE

La carte unité centrale que nous avons construite doit gérer :

- les entrées logiques analysant l'état des capteurs de contrôle et de commande : marche et arrêt d'urgence du métier, marche impulsion avant et arrière du métier, fin de cycle du dessin, sélection d'uite à d'uite (coup à coup) du dessin, casse de trame et casse de chaîne du tissu jacquard.

- le contrôle des circuits périphériques nécessaires (décodeur de fonctions principales). Dans cette catégorie, nous pouvons trouver la mémoire morte REPR0M où est stocké le programme de gestion du système autonome, la mémoire vive RAM sur laquelle nous téléchargeons les programmes d'essais lors de l'étude, le système de développement par la liaison multibus, la carte d'alimentation qui permet le passage de la puissance sur les électro-aimants, le système auto-contrôle qui permet d'activer ou non le moteur du métier et les quatorze cartes d'interfaces sur lesquelles les données du dessin seront multiplexées.

- les informations venant du système de développement et de son unité de stockage : des données concernant la validation du transfert, celles-ci sont codées sur huit bits, des données représentatives du dessin, une interruption vectorisée en huit bits d'adresses basses.

- les informations envoyées vers les périphériques: des données de validation de transfert vers le système de développement, des données du dessin envoyées octet par octet sur les cartes d'interfaces, l'enclenchement de l'alimentation du moteur.

La gestion de toutes ces informations passe par un circuit de décodage des fonctions principales. La carte unité centrale a été réalisée en wrapping car elle a évolué au cours de l'étude.

### III 1.2.2. LA MEMOIRE DE MASSE

A chaque métier se trouve liée une mémoire de masse qui contiendra

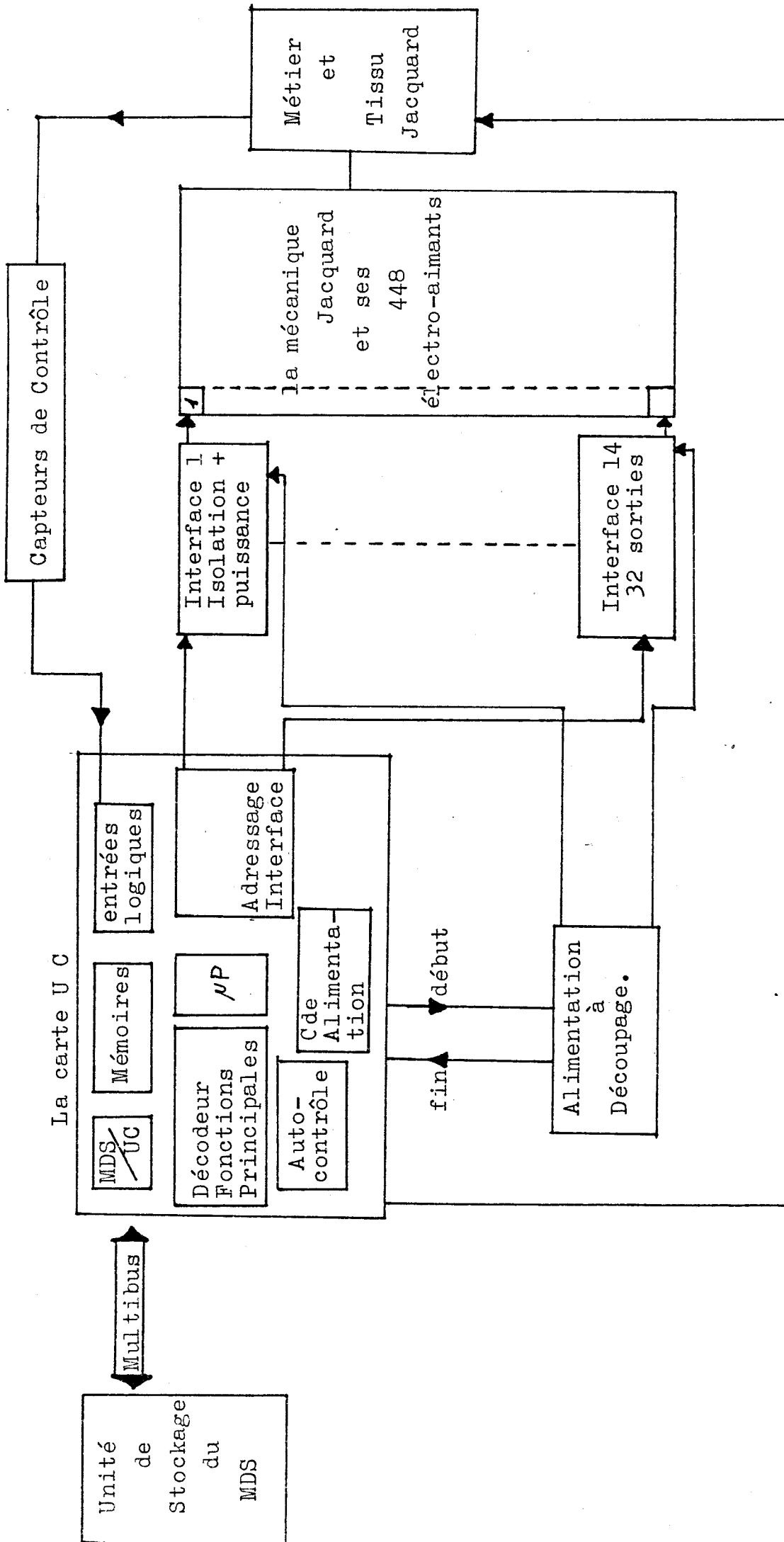


fig. 3.2. Organisation générale du système électronique.



le dessin à traiter. Cette mémoire sera chargée préalablement sur le système de traitement puis mise en liaison avec le système autonome de commande du métier.

Le choix de la mémoire de masse doit tout d'abord tenir compte :  
 - de la capacité totale des informations du dessin à mémoriser.

Les dessins jacquard tapis moquette ou carpette très souvent symétriques en largeur et en hauteur demandent une mémorisation réduite au quart des informations totales et le codage du nombre de couleurs.

Soient N le nombre total d'informations du dessin compris entre 49 000 et 60 millions (annexe A1), p le nombre total d'électro-aimants situés entre 440 et 12 000 et a le nombre de couleurs possibles compris entre 2 et 6.

Pour une sélection, seuls  $\frac{p}{a}$  électro-aimants vont recevoir l'information 1 pour former le pompon de la couleur désirée ; les autres, correspondant aux fils velours baissés, recevront l'information 0. Pour coder ce type d'informations, il suffit de deux bits jusque quatre couleurs et de trois bits en cinq et six couleurs.

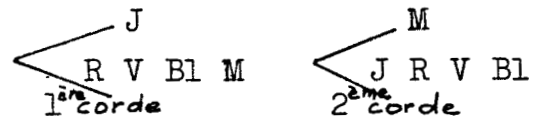
Le nombre total d'informations nécessaires pour une sélection est de  $\frac{p}{a} \times b$  (b = 2 ou 3 bits). La capacité de la mémoire de masse pour un tapis symétrique est pour s sélections (raccord en hauteur) de  $\frac{sp \times b}{4a} = \frac{N \times b}{4a}$

Supposons un dessin 5 couleurs J R V Bl M (fig. 3.3).

Dessin jacquard

Foule (sélection 1er coup)

1er coup J M M R R R V V V V J J  
 Cordes 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



Sélection électronique

J	R	V	Bl	M	J	R	V	Bl	M...	crochets
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	électro
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	combinaison

fig. 3.3. Correspondance de la sélection électro-aimant et du dessin jacquard.

Pour obtenir un pompon de la couleur jaune sur la première corde il faut la combinaison 1 0 0 0 0 soit l'activation du premier électro-aimant. La couleur marron de la seconde corde sera donnée par l'activation du dixième électro-aimant.

Les cinq combinaisons possibles peuvent être codées en trois bits lors du traitement du dessin tapis jacquard (fig. 3.4).

Couleur	Combinaison	Code
J	1 0 0 0 0	000
R	0 1 0 0 0	001
V	0 0 1 0 0	010
Bl	0 0 0 1 0	100
M	0 0 0 0 1	101

fig. 3.4. Tableau de correspondance de la couleur et du code spécifique.

Ceci pose le problème du traitement et du rangement des informations des dessins tapis de 2 à 6 couleurs dans l'unité du stockage.

Nous pouvons en déduire la capacité de la mémoire de masse des différents montages tapis tissés jacquard (fig. 3.5).

Montages	Carpettes		Moquettes	
	courant	maxi	courant	maxi
Capacité Mémoire de masse (k octets)	128	8 x 128	1	128

fig. 3.5. Tableau de la capacité mémoire en fonction des montages

La capacité de la mémoire de masse du prototype industriel (6k octets) est définie à partir d'un dessin moquette quatre couleurs de réduction 220 cordes/0,70 m et 400 coups par mètre et de raccord de dessin ( $h = 1$  m,  $l = 0,70$  m).



Ce choix doit également tenir compte :

- du milieu sale et poussiéreux de l'industrie textile qui va exiger la fiabilité électronique et mécanique de l'unité de stockage.

- du temps d'accès, de recherche et de transfert des 56 octets du dessin vers les 56 registres tampons. Le temps mis à notre disposition (360 ms) est défini par le cycle de séquence de sélection de la mécanique jacquard tapis et le temps (240 ms) de l'alimentation séquentielle (§ III 1.2.4). Pour un montage maximum en carpepe (12 000 fils velours par sélection), nous devons envoyer 1 500 octets du dessin pendant 360 ms, soit un taux de transfert correspondant à 33 333 bits par seconde.

- de l'encombrement et de la structure modulaire possible de la mémoire de masse, assurant une flexibilité à la capacité totale des informations à stocker (mini : 1 k octet ; maxi 8 x 128 k octets).

- du non retour au début du dessin et surtout de la sauvegarde des données dans le cas d'une rupture de l'alimentation. L'arrêt accidentel nécessite le repositionnement de la mécanique jacquard par l'interrupteur d'entrée, marche impulsion avant, à l'endroit où le compteur de sélection est mémorisé dans le cycle normal de fonctionnement (fin alimentation des électro-aimants).

- du coût de la mémoire, du coût d'exploitation (consommation en énergie), du coût de maintenance et de l'évolution du marché où de nouvelles techniques se précisent.

Ces conditions nous amènent à sélectionner :

- des mémoires RAM CMOS pour des capacités de quelques kilos octets convenant à la fabrication des moquettes les plus courantes.

- des mémoires RAM dynamiques pour des capacités supérieures avec la possibilité d'implanter parallèlement une mémoire statique CMOS minimum avec batteries, celle-ci assurerait la sauvegarde principale du compteur de sélections.

### III 1.2.3 LES CARTES D'INTERFACES.

Par sélection, la carte de gestion doit transférer les 448 informations soit les 56 octets d'une sélection du dessin (un coup). Ces données sont démultiplexées sur 14 cartes identiques comprenant chacune quatre registres tampons à huit sorties ( $14 \times 4 \times 8 = 448$ ).

Ceci suppose le décodage de l'un des 56 registres à chaque transfert d'octet.

Une isolation opto va séparer chaque sortie du registre tampon, du transistor de puissance de l'électro-aimant (fig. 3.6).

### III 1.2.4. LA CARTE ALIMENTATION A DECOUPAGE

L'alimentation simultanée de 448 électro-aimants nécessitant une alimentation trop importante (85,12 A, cf II 2.1 ), nous proposons la solution de découpage de l'alimentation totale par le déclenchement séquentiel des quatorze cartes de puissance.

Nous alimentons simultanément les 32 sorties d'une même carte de puissance, ce qui correspond à un ampérage de  $32 \times 0,54 \text{ A} = 17,28 \text{ A}$ . (§II 2

Le temps d'alimentation optimum est de 15 ms pour un électro-aimant. La durée de la séquence d'alimentation est de 240 ms ( $15 \times 16$ ), ce qui ne pose aucun problème par rapport au temps réservé (333 ms) (cf. § II.2.2.3).

Le départ de l'alimentation intervient quand les informations d'une sélection du dessin sont mémorisées sur les 56 registres de sorties.

Le transfert de la sélection suivante du dessin ne peut se réaliser qu'à la fin de l'alimentation séquentielle qui est contrôlée par l'unité centrale soit pendant un temps de  $600 \text{ ms} - 240 \text{ ms} = 360 \text{ ms}$ .

Cette carte doit alimenter en 24 Volts pendant 15 ms successivement chacune des quatorze cartes de puissance. Elle demande un compteur

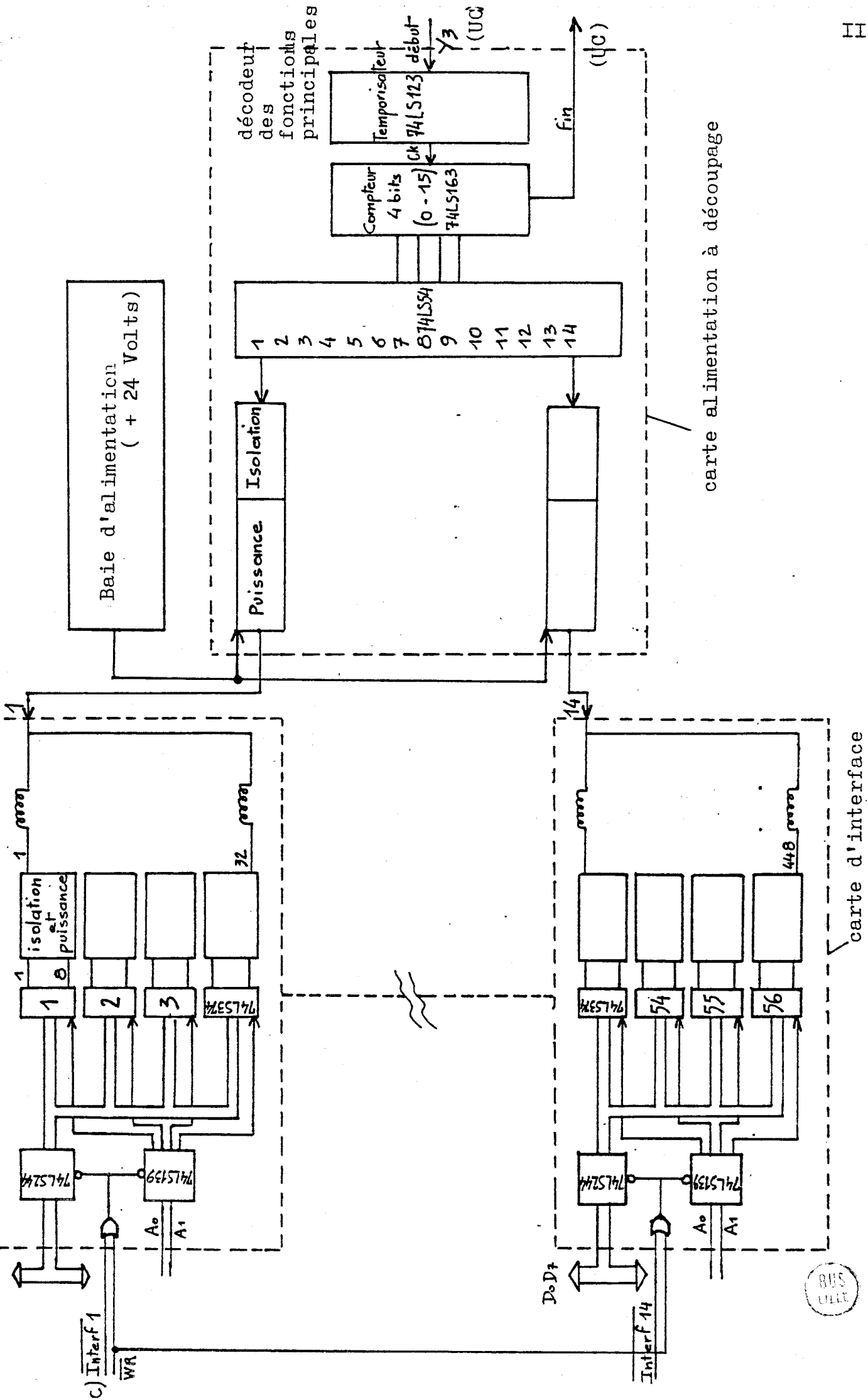


fig. 3.6. Schéma de principe des cartes d'interfaces et de la carte d'alimentation à découpage.

de 0 à 15 temporisé et le démultiplexage du transfert de la puissance sur les quatorze cartes.

Le nombre d'alimentation de ce type (448) dépendra du montage sur le métier.

### III 1.3. FONCTIONS PARTICULIERES DE LA CARTE UNITE CENTRALE /6.7/

#### III 1.3.1 CHOIX DES COMPOSANTS (ANNEXE C1)

L'organe principal de la carte UC est le microprocesseur.

Nous avons choisi le microprocesseur 8085 puisque comme le 8080, il est utilisé sur le système de développement MDS. Ceci entraîne la compatibilité des temps d'accès et du langage entre le système et la carte UC.

Pour exploiter les bus d'adresses et de données 8085 qui sont démultiplexées, nous devons les séparer et utiliser un registre à huit portes bidirectionnelles (74LS245) pour les données et un registre tampon à 8 sorties (74LS373) pour les adresses. L'horloge interne du microprocesseur est excitée par un quartz de 4 mégahertz ce qui donne une fréquence de vibration de 2 mégahertz pour le microprocesseur lui-même.

Les temps d'accès des composants utilisés doivent être inférieurs à la période de l'horloge (500 ns).

Le temps d'accès de la mémoire morte (Reprom 2732 A) de capacité 4 k octets est de 450 ns ; celui de la mémoire active (RAM TMM 2016 P) de capacité 2 k octets est de 150 ns.

Les autres composants sont choisis aussi suivant leur fonction et leur temps d'accès ; ce sont pour la plupart des circuits intégrés TTL LS qui présentent l'avantage d'être moins chers et plus rapides que les CMOS et de consommation électrique plus faible que la TTL classique.

Le système autonome est composé de registres démultiplexeurs, unidirectionnels, bidirectionnels, tampons unidirectionnels, de compteurs de multivibrateurs monostables.

#### III 1.3.2. DECODAGE DES FONCTIONS PRINCIPALES (fig. 3.7)

La carte Unité Centrale devant gérer plusieurs fonctions demande la connection de périphériques différents (fig. 3.2).

Chaque périphérique exige un adressage réalisé par un registre démultiplexeur à 4 entrées 8 sorties (74LS138) (annexe C1) à partir de 3 adresses (A12, A13, A14).

Adresses (hexadécimal)	Périphériques connectés
0000	Y0 Reprom 2732 A
1000	Y1 RAM TMM 2016 P
2000	Y2 Décodage des 14 cartes Interfaces
3000	Y3 Commande de l'alimentation à découpage
4000	Y4 Liaison MDS-UC
5000	Y5 Activation auto-contrôle
6000	Y6 Désactivation auto-contrôle
7000	Y7 Capteurs de contrôle

fig. 3.7. Tableau du décodage des fonctions principales.

La validation d'un périphérique est donnée par la mise à zéro d'une des huit fonctions (Y0... Y7).

Le décodage de l'une des 14 cartes d'interfaces est réalisé par un registre démultiplexeur à 4 entrées 16 sorties (74LS154) à partir de quatre adresses (A2, A3, A4, A5) qui permet un adressage compris entre 2000 H et 2037 H.

### III 1.3.3. LES CAPTEURS DE CONTROLE

Le programme de gestion doit permettre de scruter régulièrement par la fonction Y7 l'état logique de huit bascules (74LS74) qui mémorisent l'état des huit capteurs de contrôle. Un registre à huit portes unidirectionnelles (74LS244) crée la liaison avec le bus de données de la carte unité centrale (fig. 3.8). Le tableau (fig.3.9) transcrit le code spécifique reçu sur le bus de données correspondant à chaque interrupteur.

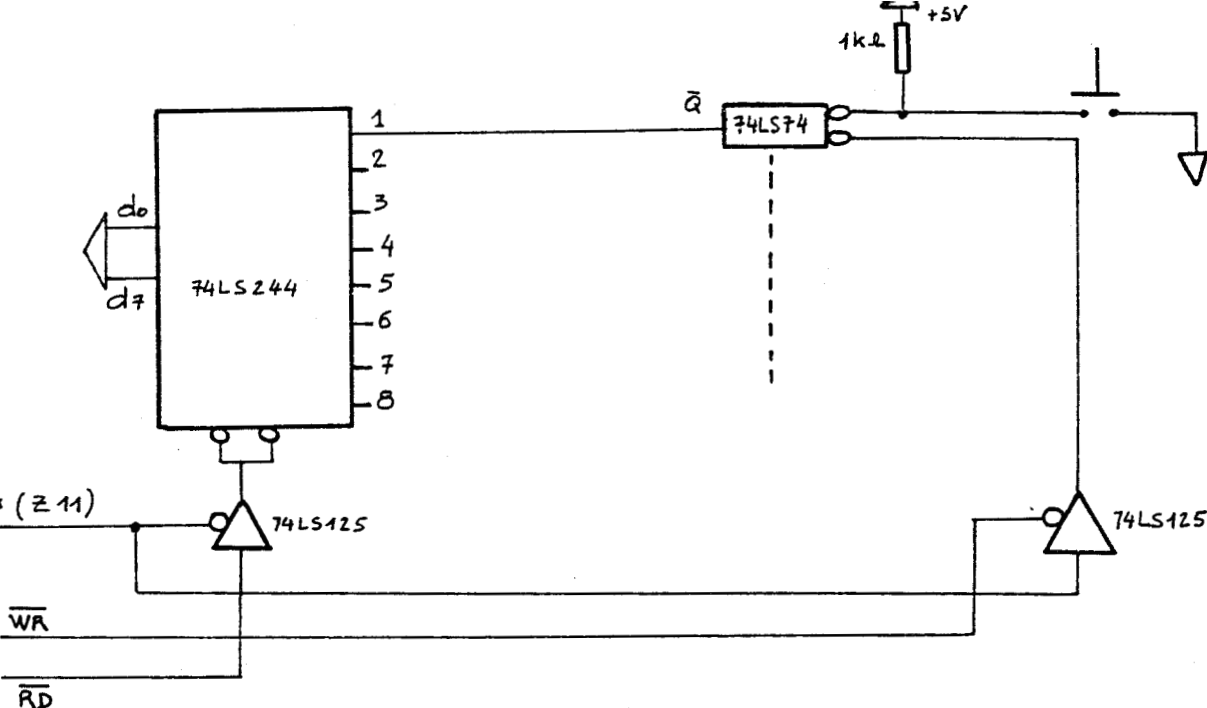


fig. 3.8. Schéma de câblage des capteurs de contrôle et de commande

Données	d0	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7
Code Hexa (H)	1	2	4	8	10	20	40	80
Capteurs	Came métier	Urgence	Marche	Casse trame	C avt	fin de cycle	casse chaîne	C Arr

fig. 3.9. Tableau de correspondance de l'interrupteur d'entrée et du code spécifique.

III 1.3.4. LIAISON DU SYSTEME DE DEVELOPPEMENT A LA CARTE UNITE CENTRALE

Les deux systèmes échangent des codes dans le but de transférer à la fin de l'alimentation séquentielle des électro-aimants, le dessin stocké sur le disque souple du système de développement vers la carte de gestion.

Les registres tampons Z1 et Z'1 sont montés pour que le transfert se fasse du multibus vers la carte unité centrale. (Annexe C1)

Le signal d'envoi des données du dessin stockées octet par octet dans le registre tampon Z1 passe par le registre tampon Z'1.

Le registre Z6 monté en sens contraire assure la réception des codes spécifiques concernant la validation du transfert vers le système

de développement (§ IV 4.1).

Pour cela, nous utilisons un circuit de décodage construit autour d'un registre démultiplexeur (74LS139) à 2 entrées 4 sorties qui valide trois registres tampons Z1, Z'1 et Z6 (74LS374) par les ports respectifs 11H, 13H et 10H. Le registre démultiplexeur est validé par les adresses A0 à A7 du multibus et des deux signaux  $\overline{IOWC}$  et  $\overline{IOWR}$  qui autorisent respectivement l'écriture et la lecture sur le port. Ce registre génère par ailleurs des interruptions sur la patte  $\overline{INTR}$  du microprocesseur 8085 A par le port 12 H.

### III 1.3.5. LE SYSTEME D'AUTO CONTROLE (annexe C 2.1)

Nous avons prévu, sur la carte unité centrale une sécurité électronique gérée par le logiciel qui permet d'enclencher ou non le moteur du métier jacquard.

Ce système se compose d'une bascule D (74LS74) dont l'entrée est à la masse et d'un monostable (74LS123) dont la sortie commande le relais déterminant le fonctionnement du moteur.

Le contrôle de ce système peut provenir de deux endroits différents : le premier est à la mise à zéro (Reset) soit par l'intermédiaire du système de développement soit par l'interrupteur placé sur la carte unité centrale;

le second est inhérent au logiciel de gestion qui à chaque cycle de programme envoie une impulsion par les sorties Y5 et Y6 du démultiplexeur des fonctions principales.

Si le métier est en marche normale, le programme permet l'envoi d'une information par Y5 ( $Y5 = 0$ ). Ce signal enclenche la bascule D et une impulsion à l'entrée ( $\overline{A}$ ) du monostable. La sortie Q du monostable passe de 0 à 1 et permet d'activer le relais moteur pendant une temporisation réglée à 32 ms par le RC du monostable (fig. 3.10).

$$t_w = 0,45 \times R_{ext} \times C_{ext}$$

$$R_{ext} = 15 \text{ K}\Omega = 15 \text{ 000}\Omega$$

$$C_{ext} = 4,7 \times 10^{-6} \text{ Farad.}$$

$$t_w = 0,032 \text{ s}$$



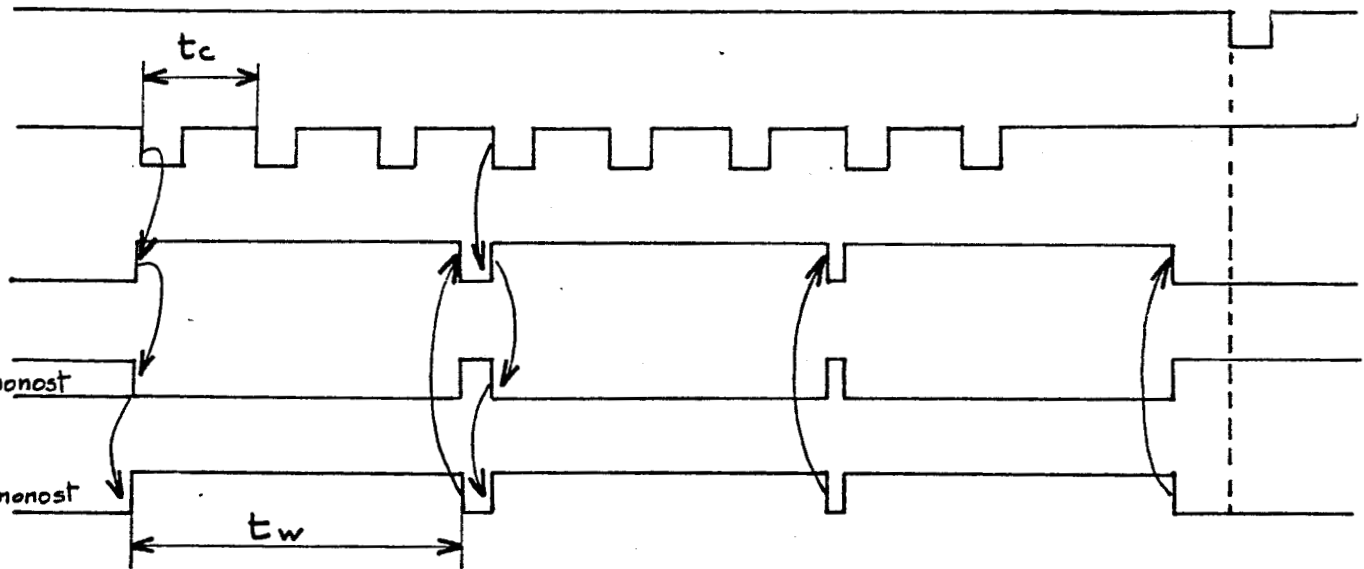


fig. 3.10. Courbes des signaux en divers points du montage de la carte.

En fonctionnement de marche normale, chaque cycle du programme de gestion va permettre l'envoi de cette nouvelle information ( $Y5 = 0$ ) à l'entrée du monostable qui réenclenche le relais si la temporisation est terminée.

Remarques :

Le Reset place la bascule D et le monostable à zéro. La durée de la temporisation doit être supérieure au temps de scrutation des tests de sécurité ( $t_c$ ) du programme de gestion.

Une diode électro-luminescente simulera le relais activé.

Si l'un des trois capteurs de contrôle (arrêt urgence, casse-trame, casse chaîne) est enclenché, le métier doit s'arrêter et le relais est désactivé. Le programme permet l'envoi de l'information Y6 ( $Y6 = 0$ ). La temporisation n'est pas relancée.

Les nouveaux métiers tapis demandent un arrêt positionné du battant. Ceci suppose l'utilisation d'un détecteur de proximité qui va conditionner suivant la position du battant le déclenchement réel du relais (à la fin de l'alimentation des électro-aimants).

### III 1.4. ETUDE DES CIRCUITS PERIPHERIQUES /6.7/

#### III 1.4.1. LES CARTES D'INTERFACES

Les quatorze cartes d'interfaces sont reliées au bus de données (d0, ... d7) au bus d'adresses de poids faibles (A1, A0) et au bus de contrôle ( $\overline{\text{Interf}}$ ,  $\overline{\text{WR}}$ ).

Le signal de décodage ( $\overline{\text{Interf}}$ ,  $\overline{\text{WR}}$ ) valide le registre à huit portes unidirectionnelles (74LS244) et le registre démultiplexeur (74LS139). Par les deux bits de poids faibles des adresses (A0, A1), nous décodons ensuite l'un des quatre registres tampons à huit portes unidirectionnelles (74LS374) (fig. 3.6). Un octet du dessin est reçu simultanément sur le registre (74LS244) qui permet le transfert et la mémorisation sur le registre tampon (74LS374) validé.

La liaison entre la sortie du registre tampon et le transistor de puissance de l'électro-aimant (2N1711) est réalisée par un couplage opto-électronique (TIL 117) (annexe C 2.2).

Nous avons monté sur chaque sortie une diode électroluminescente destinée à connaître l'état de la sélection ce qui est utile pour la vérification du programme coup par coup du dessin.

#### III 1.4.2. L'ALIMENTATION A DECOUPAGE

L'alimentation est composée :

- d'un transformateur 220V/24V de puissance 600 VA
- d'un pont de diodes redresseur
- de deux capacités
- d'une carte à découpage à seize sorties.

La carte à découpage comprend (annexe C3) :

- le multivibrateur monostable (74LS123) qui permet de régler la temporisation à 15 ms par le RC.

$$t_w = 0,45 \times R_{\text{ext}} \times C_{\text{ext}}$$

$$R_{\text{ext}} = 100 \text{ k}\Omega = 100\,000\Omega$$

$$C_{\text{ext}} = 0,33 \times 10^{-6} \text{ Farad}$$

$$t_w = 0,015 \text{ s}$$

- le compteur 4 bits (74LS163) qui enregistre les impulsions venant du monostable ;
- le démultiplexeur à 4 entrées 16 sorties (74LS54).

Le signal  $\overline{\text{DEC3}}$  (fonction Y3 du décodeur de fonctions principales) met le compteur à zéro, enclenche le monostable ( $Q = 1$ ) et valide le démultiplexeur.

La première sortie ( $\bar{0}$ ) du démultiplexeur est mise à zéro pendant la durée de la temporisation et permet le passage de l'alimentation sur la première carte d'interface des électro-aimants.

La durée de temporisation terminée, il passe à l'état 0, ce qui réenclenche la temporisation (A), met le compteur à 1 et valide la deuxième sortie ( $\bar{1}$ ) du démultiplexeur.

Le comptage atteignant la valeur (15) permet de désarmer le monostable et de signaler à la carte Unité Centrale la fin de la séquence de l'alimentation.

La fonction puissance de chaque sortie du démultiplexeur est réalisée par un compteur opto-électronique et le montage en commutation de deux transistors.

### III 1.5. CONCLUSION

Dans cette première partie du chapitre, nous avons proposé une solution électronique permettant à partir d'informations stockées dans une mémoire de masse de transférer ces informations par octet vers 448 actionneurs.

L'architecture décrite peut se prêter à d'autres applications semblables qui utilisent un nombre important d'actionneurs.

Nous avons conçu et réalisé les cartes. Pour prouver l'efficacité de notre système, il faut d'abord le simuler soit vérifier l'état des 448 sorties en correspondance avec des informations connues représentant un dessin jacquard. Ceci impose la connaissance du traitement informatique du dessin.

CHAPITRE III 2  
-----TRAITEMENT DU DESSIN JACQUARD

Les moyens informatiques actuels permettent de traiter les dessins les plus compliqués. Des systèmes de C A O (HELL, SCI-TEX, ZANGS, VERDOL) ont la possibilité de saisir, de concevoir, de corriger éventuellement les dessins jacquard les plus riches en effet couleur et les rentrer dans des unités de stockage diverses (rubans, disquettes, disques durs, cartons...).

Pour les besoins de notre travail, nous avons développé un traitement du dessin simplifié à deux couleurs, notre choix étant guidé par l'existence du système de développement INTEL (MDS) à l'ENSAIT.

III 2.1. LA REPRESENTATION D'UN DESSIN DEUX COULEURS

La divisibilité du nombre de crochets (448) de la mécanique par deux couleurs donne l'équivalent de 224 cordes au dessin. Le premier crochet ou électro-aimant de la mécanique correspond à la première couleur de la première corde du dessin et le deuxième crochet à la deuxième couleur de la première corde ; deux crochets successifs appartenant à la même corde travailleront toujours en opposition (fig.3. 11).

L'écran du système de développement va conditionner le dessin. Une ligne de l'écran étant définie par 80 caractères ASCII, la représentation d'un coup dessin (224 cordes) sur une ligne nous restreint dans les possibilités du dessin. Nous choisissons le sous multiple en largeur le plus grand possible soit l'équivalent de 56 cordes ou caractères ASCII. La position d'un caractère ASCII correspond à 8 électro-aimants.

Le dessin sera rentré "point par point" ou caractère par caractère à l'aide du clavier. La première couleur est simulée par le caractère ASCII 'N', la deuxième couleur par un espace ' '.

Un caractère ASCII 'N' pointé à l'écran représente l'équivalent de quatre cordes horizontales ou quatre pompons de la première couleur

du dessin et soit la sélection des quatres crochets correspondants (code A A H).

Un caractère ASCII ' ' pointé à l'écran représente quatre pompons de la deuxième couleur du dessin et soit la sélection des quatres crochets complémentaires correspondants (code 5 5 H).

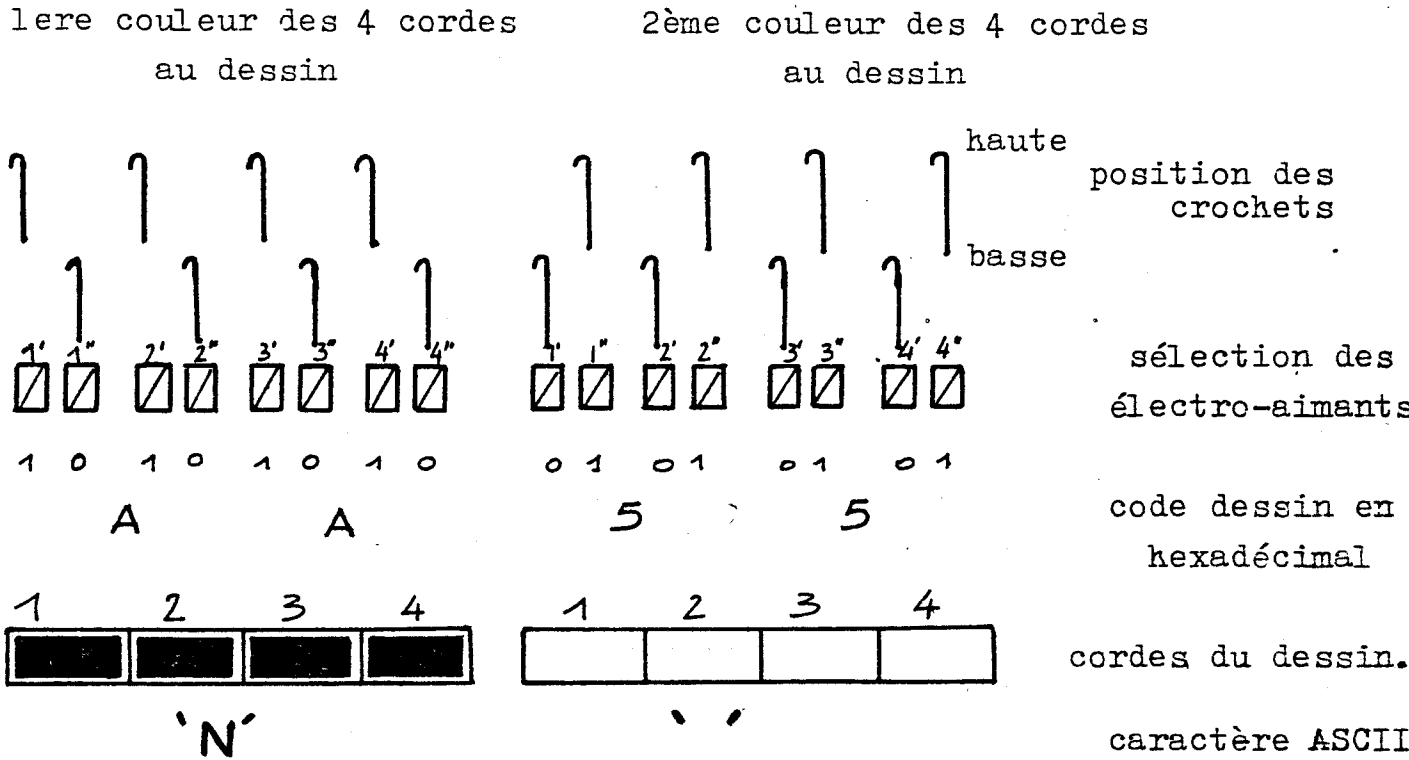


fig. 3.11 Schéma de la représentation du dessin.

Le nombre de coups moyen en hauteur du dessin est de 270 coups (hauteur 0,70 m) : la capacité de l'unité de stockage du système de développement nous permet de mémoriser les 120 960 informations totales du dessin correspondant (56 x 8 x 270) soit l'équivalent pour un dessin symétrique en hauteur de 30 240 bits ou 3,7 k octets.

III 2.2. TRAITEMENT DES PROGRAMMES /8/

III 2.2.1. GENERALITES

Les divers traitements possibles du dessin peuvent être affichés à l'écran sous la forme d'une table, ou menu, qui visualise les clés

MOTIFS

Rentrage partiel d'un dessin

Raccord Hauteur = 00016

00001  
 00002  
 00003  
 00004  
 00005  
 00006  
 00007  
 00008  
 00009  
 00010  
 00011  
 00012  
 00013  
 00014  
 00015  
 00016

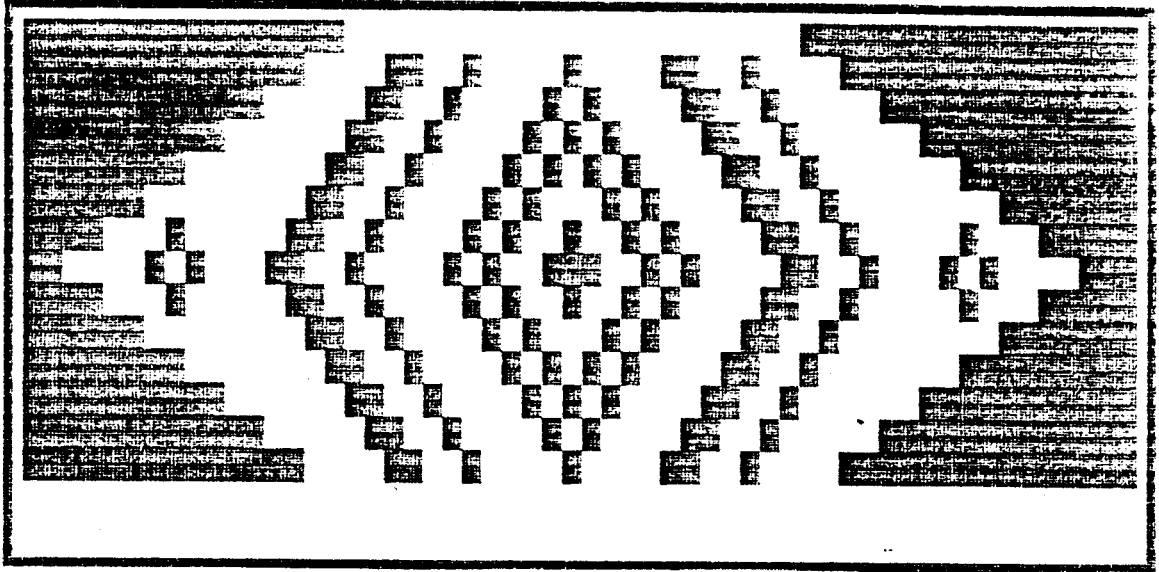


fig. 3.13a. Demande d'arrêt rentrage en fin de duite  
 N.14

MOTIFS

Rentrage complet d'un dessin

Raccord Hauteur = 00016

00001  
 00002  
 00003  
 00004  
 00005  
 00006  
 00007  
 00008  
 00009  
 00010  
 00011  
 00012  
 00013  
 00014  
 00015  
 00016

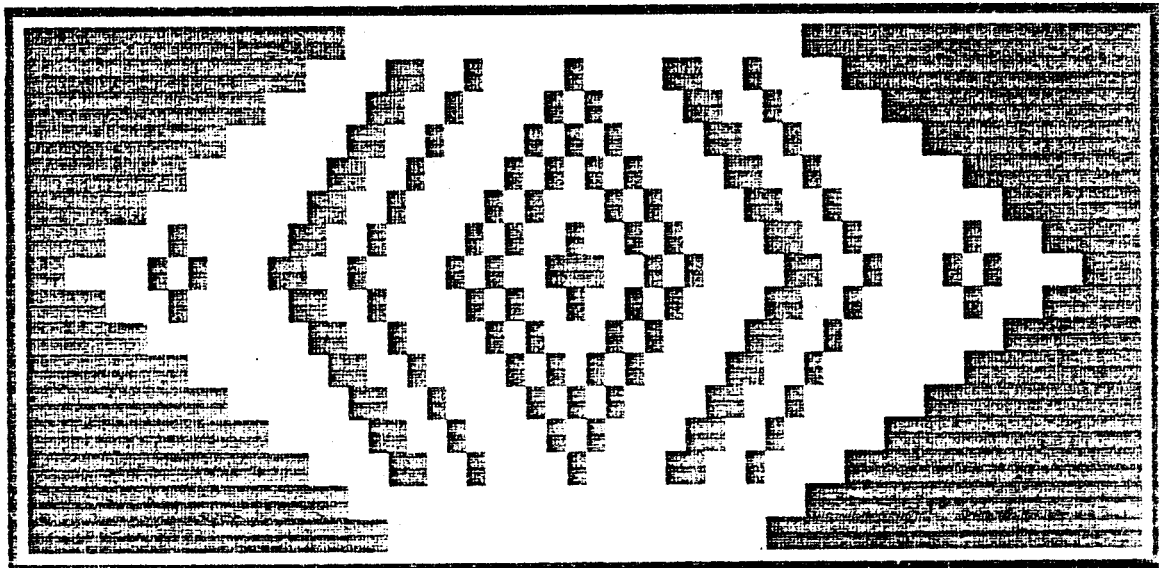


fig. 3.13b.

d'entrée des programmes principaux. Nous accédons à ce menu (fig.3.12) par la clé 'ENSAIT'.

En fonction de :	Taper au clavier.
Rentrée d'un DESSIN	RENTRE
Lecture d'un DESSIN	LECTUR
Liste des DESSINS	TABLE
Correction d'un DESSIN	CORECT
Envoi DESSIN sur METIER	MARCHE
Effaçage d'un DESSIN	PURGE

fig. 3.12. Tableau du menu.

Tous ces différents programmes présentent des parties conversationnelles et permettent par ailleurs le contrôle de toutes les manipulations venant de l'utilisateur (exemple : le système retourne au menu en cas d'erreur de frappe).

Ces programmes de base nécessitent l'utilisation de sous programmes communs (RAPPEL, IMPRIM, ENSAIT, MENU, CATALO) qui sont de petits modules.

### III 2.2.2. PRINCIPE D'UTILISATION

L'opérateur par la clé de 'RENTRE' réalise sur l'écran le dessin à deux effets couleurs en utilisant les deux caractères ASCII 'N' et ' '. Au départ, le pointeur écran se positionne sur la première corde du premier coup et se déplace horizontalement vers la droite après chaque frappe du caractère. Le rentrage du premier coup du dessin terminé, le pointeur va au départ du coup suivant. Le cycle recommence jusqu'au dernier coup du dessin à rentrer. Le dessin est alors rentré sur un disque souple double densité.

Nous avons la possibilité de lire le dessin sur une imprimante par la clé 'LECTUR' (fig. 3.13a et 3.13b).



Si un essai sur le métier à tisser exige une modification légère du dessin, nous pouvons par le programme 'CORECT', accéder à un coup de ce dessin. Nous corrigeons le ou les caractères erronnés et mémorisons dans notre unité de stockage le nouveau dessin désiré (fig. 3.14)

Correction du Dessin

Raccord Hauteur = 00016

00001  
00002  
00003  
00004  
00005  
00006  
00007  
00008  
00009  
00010  
00011  
00012  
00013  
00014  
00015  
00016

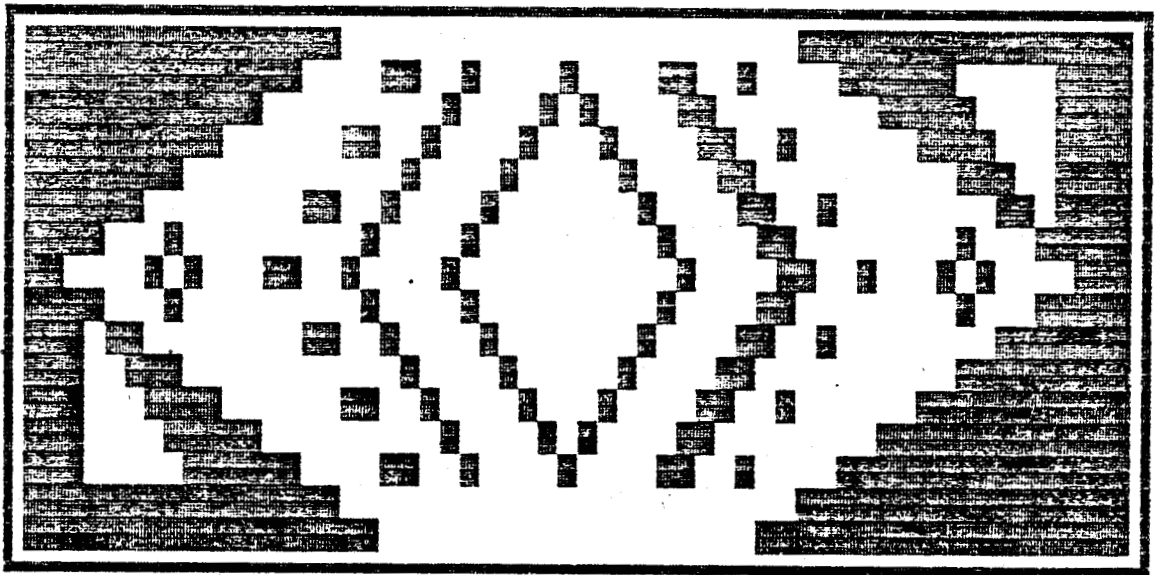


fig. 3.14

L'utilisateur peut disposer de plusieurs dessins classiques dans l'unité de stockage en affectant un nom à chaque dessin. La clé 'TABLE' fait apparaître les noms des dessins rentrés sur la disquette.

Nous pouvons aussi effacer un dessin et son nom placé sur la liste 'TABLE' par la clé 'PURGE'.

Nous allons nous consacrer à l'étude du programme de base 'RENTRE' et de l'organigramme correspondant.

### III 2.2.3. DEFINITION DU PROGRAMME DE RENTRAGE DU DESSIN (RENTRE) (fig.3.1)

Le programme répond dans un premier temps à toutes les instructions nécessaires :

- à la préparation du rentrage :
  - le nom du dessin et son enregistrement sur une table ;
  - le raccord en hauteur H (nombre de coups ou sélections du dessin)
  - le raccord en largeur L étant égal à 56 cordes ou pompons ;
  - l'initialisation des compteurs de sélection K et de pompons C.

- à la définition du code liant certaines touches du clavier de commande aux deux couleurs et à la correction du dessin.

Et permet par ailleurs :

- le cadrage du dessin ;

- l'affichage du nombre de sélections K rentrés ( $K \leq H$ ) ;

- le comptage du nombre de caractères ASCII rentrés ou pompons ( $C \leq H \times L$ ) ;

- la correction d'une erreur de rentrage en positionnant le pointeur écran sous le caractère erroné et la correction de l'erreur en mémoire ;

- la possibilité de reprendre le rentrage après un arrêt et de réserver l'emplacement total du dessin en fichier ;

- le transfert du dessin sur disquette.

Si une sélection du dessin est totalement rentrée, le nombre de caractères ASCII ou pompons (C) visualisés est égal à un multiple de 56 cordes ( $C = mL$ ).

#### Remarques :

L'utilisation du système à développement et de son écran crée des contraintes à la visualisation d'un dessin.

L'écran de visualisation ne permet que d'afficher 26 coups successifs.

Si le raccord du dessin (H) est inférieur à 26, le programme transfère complètement le dessin en disquette. Si ce raccord dépasse 26 coups, le programme transfère le premier coup et conserve les 26 suivantes à l'écran et ainsi de suite jusqu'à la fin du dessin.

La visualisation totale ne peut se faire que sur l'imprimante.

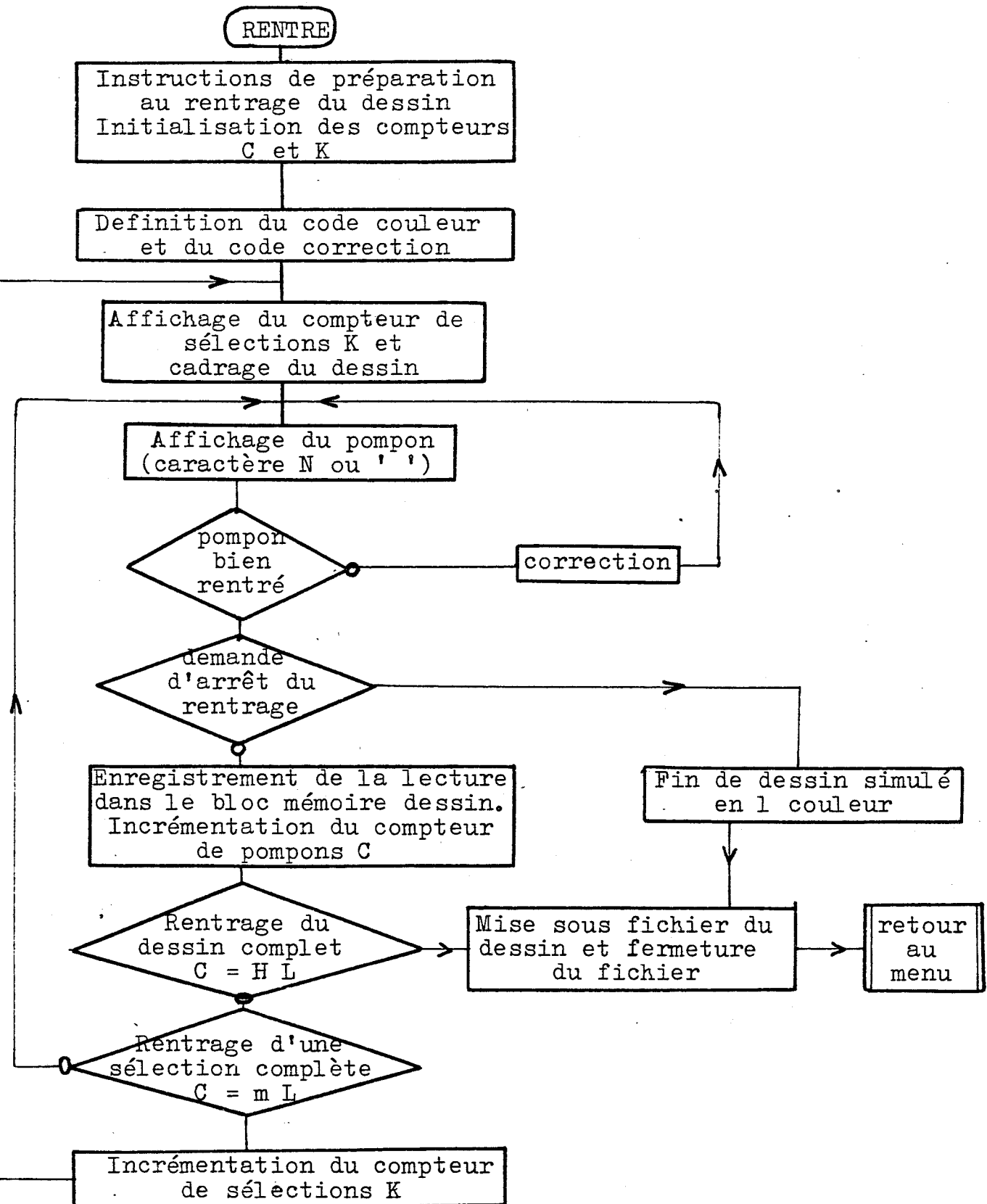


fig. 3. 15. Organigramme du programme de rentrage d'un dessin deux couleurs. Programme RENTRE.

### III 2.3 CONCLUSION

Le traitement de dessin n'a rien de particulièrement original mais répond à notre objectif. Un dessin simple élaboré puis transféré dans une mémoire de masse pourra servir à tester par l'intermédiaire du logiciel développé (chapitre IV), le système autonome étudié précédemment.

## CHAPITRE IV

---

### LOGICIELS DE MARCHE DE LA MECANIQUE JACQUARD /8/

La gestion complète du métier jacquard demande l'implantation d'un programme dans l'unité centrale de la structure électronique autonome et traité sur le système de développement.

La mémoire de masse du système autonome nous oblige à concevoir un second programme lié au système de développement et travaillant en mode conversationnel avec le programme précédent par la liaison multibus.

#### IV 1. ORGANISATION GENERALE DES PROGRAMMES

Ces deux programmes interactifs supposent l'utilisation d'un code (chaque test est représenté par un octet spécifique) qui va circuler par la liaison multibus et va réaliser leur synchronisation.

Le blocage ou non de cette liaison assure l'exécution précise d'une procédure de l'un des deux programmes.

##### IV 1.1. LE PROGRAMME(A) DE GESTION DE LA CARTE U C DU SYSTEME AUTONOME

Ce programme doit prendre en compte l'état des capteurs de contrôle (sécurités métier et tissu), la nécessité d'actionner la mécanique jacquard et d'échanger des informations avec la mémoire de masse.

Il comporte :

- une série de tests de sécurités classés suivant une priorité de séquence (arrêt d'urgence, casse trame, casse chaîne, arrêt fin de cycle) exigeant l'arrêt du métier jacquard.

- une série de tests de commandes (coup impulsion avant, coup impulsion arrière, marche) entraînant la marche du métier et l'échange d'informations avec le second programme B pour le transfert de la sélection du dessin puis l'action électromécanique par le capteur de synchronisation monté sur la mécanique jacquard.

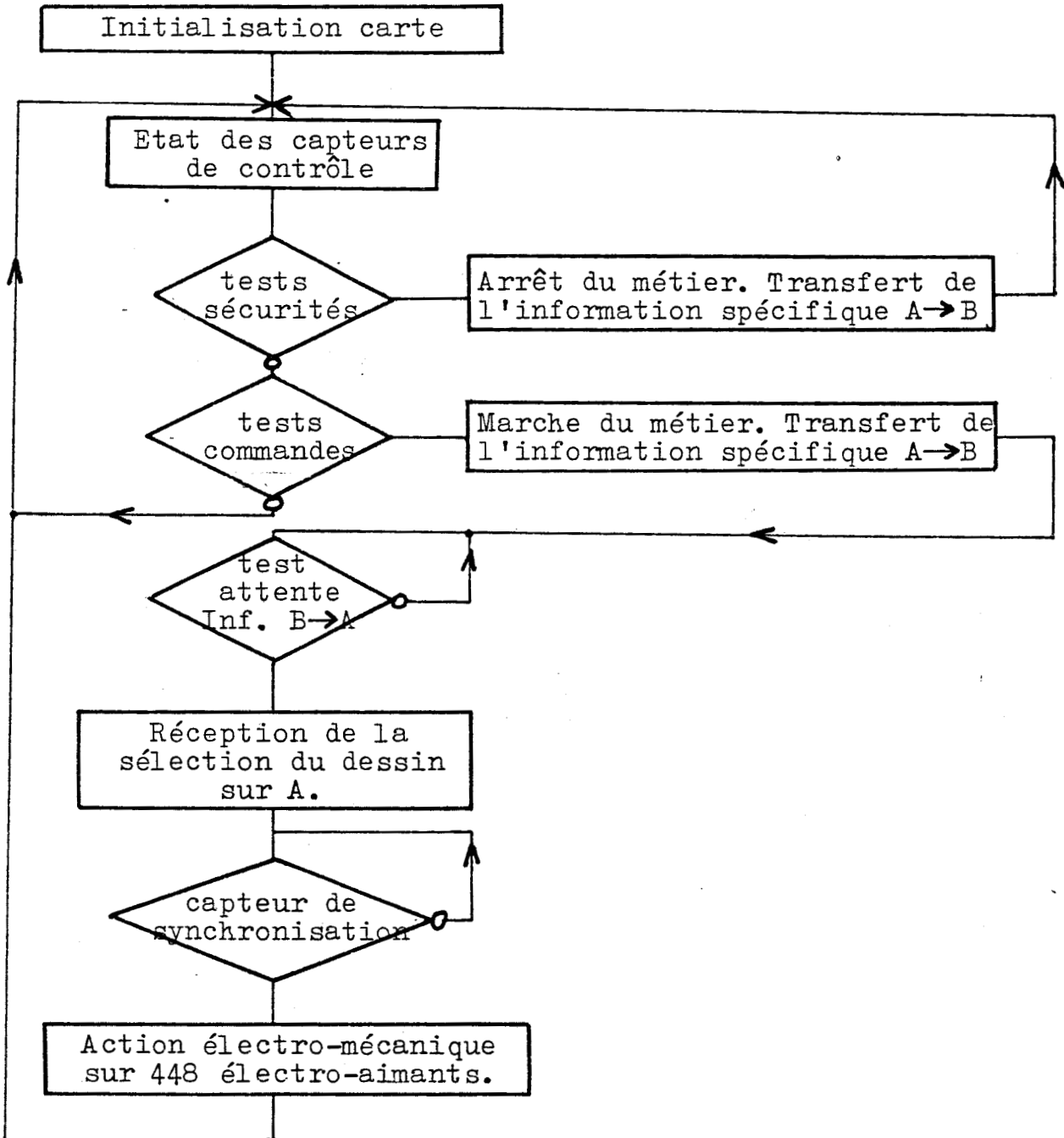


fig. 4.1. Organisation générale du programme A  
de la carte Unité centrale du système autonome

#### IV 1.2. LE PROGRAMME(B)DE TRANSFERT DU DESSIN (fig. 4.2)

La gestion des données du dessin stockées dans le disque souple du système M D S dépend aussi de l'état logique des informations d'entrées du métier.

La liaison multibus doit permettre le transfert séquentiel des 56 octets d'un coup du dessin et l'attente de la sélection suivante éventuelle.

Ce programme doit assurer, par ailleurs, l'affichage d'un compteur de sélections et l'impression d'une fiche de renseignements sur le tapis tissé utiles à l'organisation et à la gestion de l'entreprise.

Les données relatives au dessin vont être transférées du disque souple à la mémoire machine (RAM) du système M D S et ensuite acheminées vers la carte de gestion A lorsque les bus sont libres.

Il permet l'initialisation de l'ensemble du système, reçoit les informations sur l'état du métier et transfère vers la carte de gestion A éventuellement octet par octet la sélection demandée.

L'information de possibilité de transfert émise par A est liée à la fin de la séquence d'alimentation des électro-aimants de la sélection précédente.

La fin du transfert redonne le contrôle du métier au système autonome A.

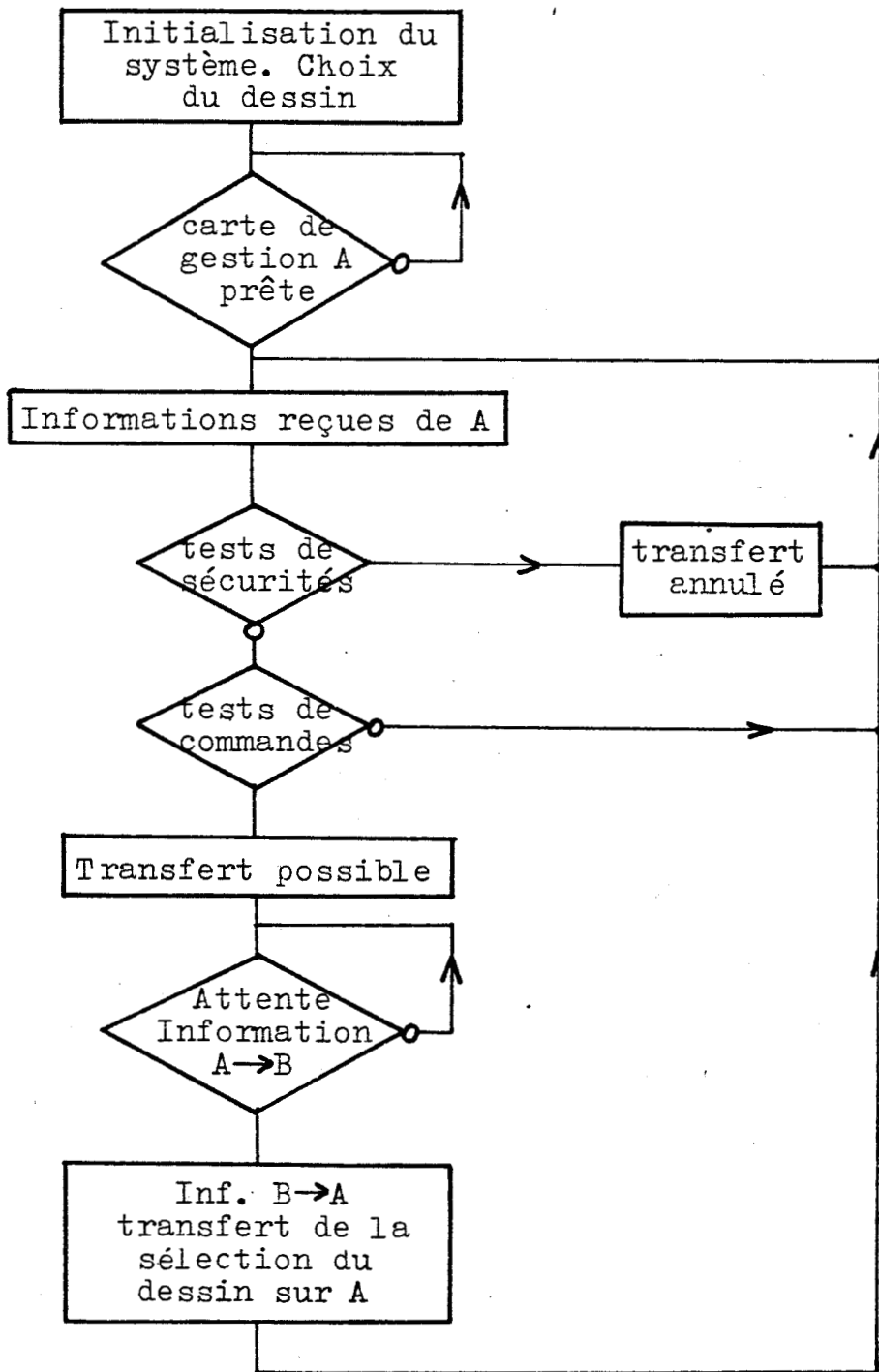


fig. 4.2. Organisation générale du programme B de transfert du dessin.



## IV 2. DESCRIPTION DE L'ORGANIGRAMME(A) DE GESTION DE LA CARTE U C DU SYSTEME AUTONOME (fig. 4.3)

Le programme A étant lancé, initialise les quatorze cartes d'interfaces, le contenu des registres de travail (E, P, Y, A, W) et enclenche l'auto-contrôle commandant le moteur du métier.

La liaison du multibus bloquée (code AAH) pendant l'exécution du sous-programme d'initialisation est libérée (code B6H). Le système de développement est prêt à dialoguer (code DFH), nous testons l'état des capteurs de contrôle (7000H).

### IV 2.1. FONCTIONS SECURITES

Si l'un des trois tests ordonnés (urgent, casse trame, casse chaîne) est validé nous annulons les registres : (§ IV 2.2)

- de sélection du mode marche (E = 0) ;
- d'indication de changement de duite sur les cartes d'interfaces (P = 0) ;
- d'indication d'impulsion coup avant (W = 0) ;

Nous portons à 1 le registre d'indication d'arrêt métier (Y = 1) et enclenchons l'arrêt du métier (6000H = 0)

Le dernier test de sécurité (fin de cycle) assure l'arrêt du métier quand le raccord du dessin est réalisé et évite des défauts lors de la relance du métier. Par exemple à la fin de la journée, nous ne pouvons arrêter le métier au milieu d'un motif en sachant que lors du démarrage du dessin, nous commençons toujours par envoyer la première sélection.

Chaque test de sécurité envoie une information spécifique vers le système B.

Si le système fonctionne normalement (pas d'arrêt urgence, casse trame ou casse chaîne) nous nous dirigeons vers la dernière série de tests.

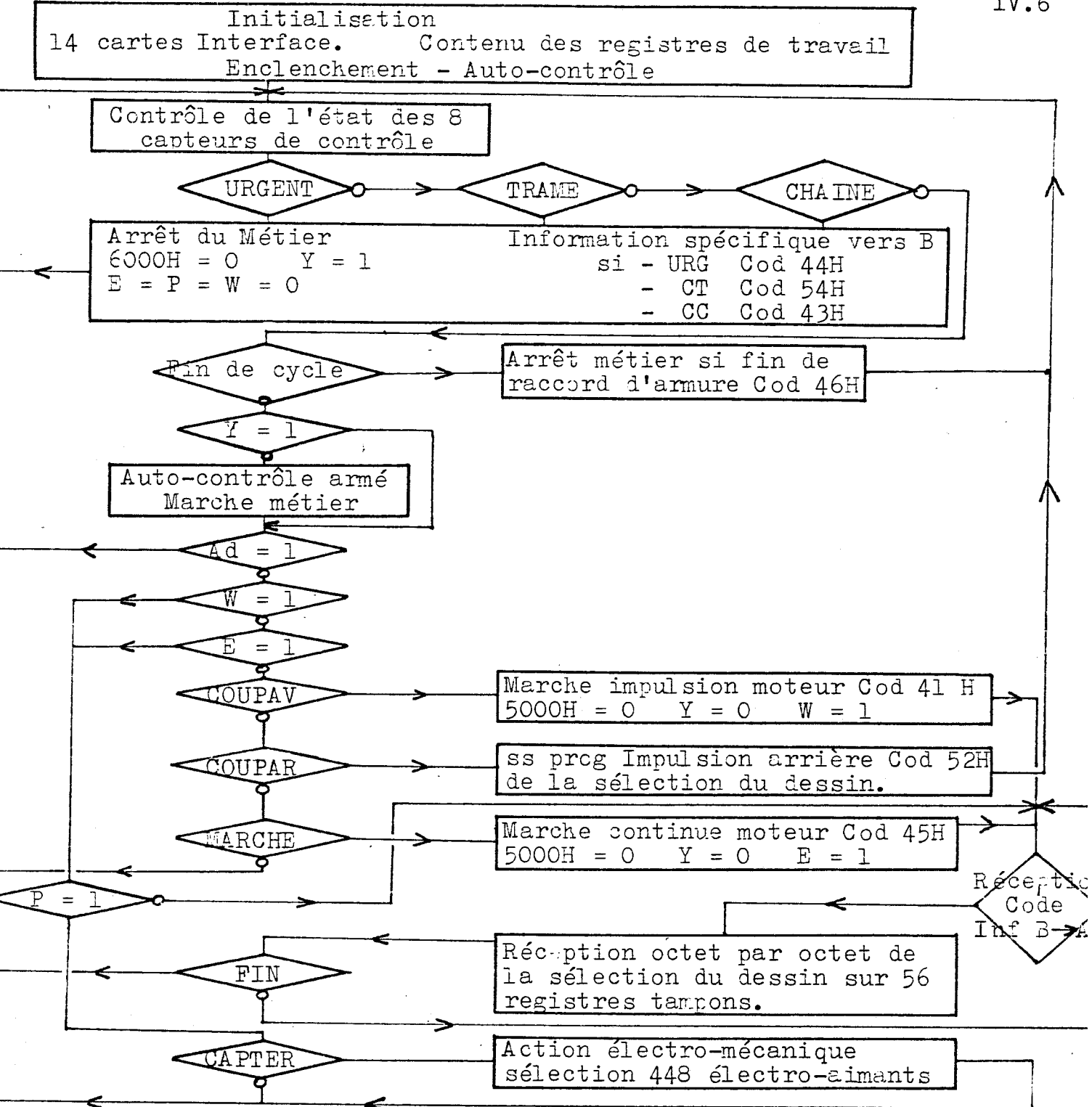


fig. 4.3. Organigramme de gestion de la carte Unité Centrale du système autonome.

Y	Indication arrêt métier	COUPAV	Coup impulsion avant
Ad	Alimentation carte à découpage	COUPAR	Coup impulsion arrière
w	Indication coup impulsion avant	MARCHE	Appui bouton marche
E	Indication mode marche continue	CAPTER	Capteur de synchronisation.
P	Réception complète sélection dessin (56 octets).		

## IV 2.2. FONCTIONS COMMANDES

Cette fonction commence par un test de l'état de marche ou d'arrêt du métier. Il conditionne l'enclenchement de l'auto-contrôle. Si le métier fonctionne normalement ( $Y = 0$ ), l'auto-contrôle est activé ( $5000H = 0$ ).

L'alimentation à découpage nécessite un contrôle de fin d'alimentation qui transmis à B permet le transfert de la sélection suivante.

Si la séquence d'alimentation est enclenchée ( $Ad = 1$ ), seuls les tests de sécurités seront pris en compte.

Les trois tests de contrôle des commandes impulsion marche avant, (COUPAV), impulsion marche arrière (COUPAR) et marche continue (MARCHE) peuvent être négligés après avoir été mémorisés lors de la première scrutation par la mise à 1 des registres d'indication d'impulsion avant (W) ou de sélection du mode marche continue (E).

Nous pouvons accéder ainsi plus rapidement au test (P) de transfert d'octets sur les 56 registres tampons des quatorze cartes d'interfaces. Sinon nous passons aux tests de commandes propres du métier.

Si les tests impulsion avant (COUPAV) ou marche sont validés, nous exécutons la commande de transfert de la sélection correspondante. Nous activons dans le même temps le moteur ( $5000H = 0$ ) et plaçons les contenus des registres Y à 0, W à 1 (COUPAV) ou E à 1 (MARCHE).

Le cas d'une casse en trame ou d'un détissage nécessite un retour en arrière du tissu. Mécaniquement le métier à tisser ne peut généralement le faire et les impulsions coup arrière (COUPAR) n'ont d'effets qu'au niveau du dessin. Un coup impulsion arrière permet le recul du marqueur du fichier de 56 octets. Ceci suppose l'utilisation ultérieure du coup impulsion avant qui ouvre la foule sur la duite et permet son remplacement.

Le départ de la séquence d'alimentation des électro-aimants ne peut être envisagé tant que la sélection du dessin n'est pas complètement

reçue sur les 56 registres tampons (P).

L'alimentation des électro-aimants intervient pour une position déterminée de la mécanique (§ II 2.2.3). Un capteur (CAPTER) monté sur la mécanique permet d'informer l'unité centrale A qui enclenche la séquence d'alimentation.

### IV 3. DESCRIPTION DE L'ORGANIGRAMME (B) DE TRANSFERT DU DESSIN (fig. 4.4)

Le programme B qui agit en liaison avec le programme A comporte au départ une demande de confirmation à l'utilisateur (date et nom du dessin) et prépare l'unité de stockage au transfert du dessin (ouverture du fichier correspondant). Il assure une initialisation du système autonome A et exige en retour une confirmation du démarrage du programme A (sinon affichage sur écran : carte de gestion A en panne).

Le transfert du dessin est conditionné par les tests d'états du métier.

#### IV 3.1. TESTS D'ETATS DU METIER

La structure du programme basée sur une série de tests successifs classés par ordre de priorité peut recevoir une information d'état du métier sous la forme d'un octet spécifique.

Si l'utilisateur appuie sur le bouton arrêt d'urgence, ou si une casse en trame ou en chaîne intervient, le métier jacquard s'arrête et le calculateur B comptabilise l'origine de l'arrêt correspondant.

L'opérateur pouvant obtenir un arrêt fin de cycle ordonne au calculateur du système B de n'arrêter le transfert qu'en fin de dessin.

L'opérateur peut obtenir un coup en arrière (COUPAR) d'une sélection du dessin, le métier étant stoppé. Le marqueur du fichier se déplace de 56 octets en arrière et se positionne à la sélection précédente du dessin ; si le marqueur définit la première sélection, il se déplace en fin de fichier du dessin.

Le test du coup impulsion avant (COUPAV) prise en compte si le métier est arrêté, l'action sur le bouton marche ou le mode marche continue enclenchent le traitement des 56 octets suivants sur le fichier ouvert rapporté au dessin.

En fin d'alimentation des électro-aimants, une information venant de la carte de gestion A (code 25H) permet d'obtenir une nouvelle sélection.

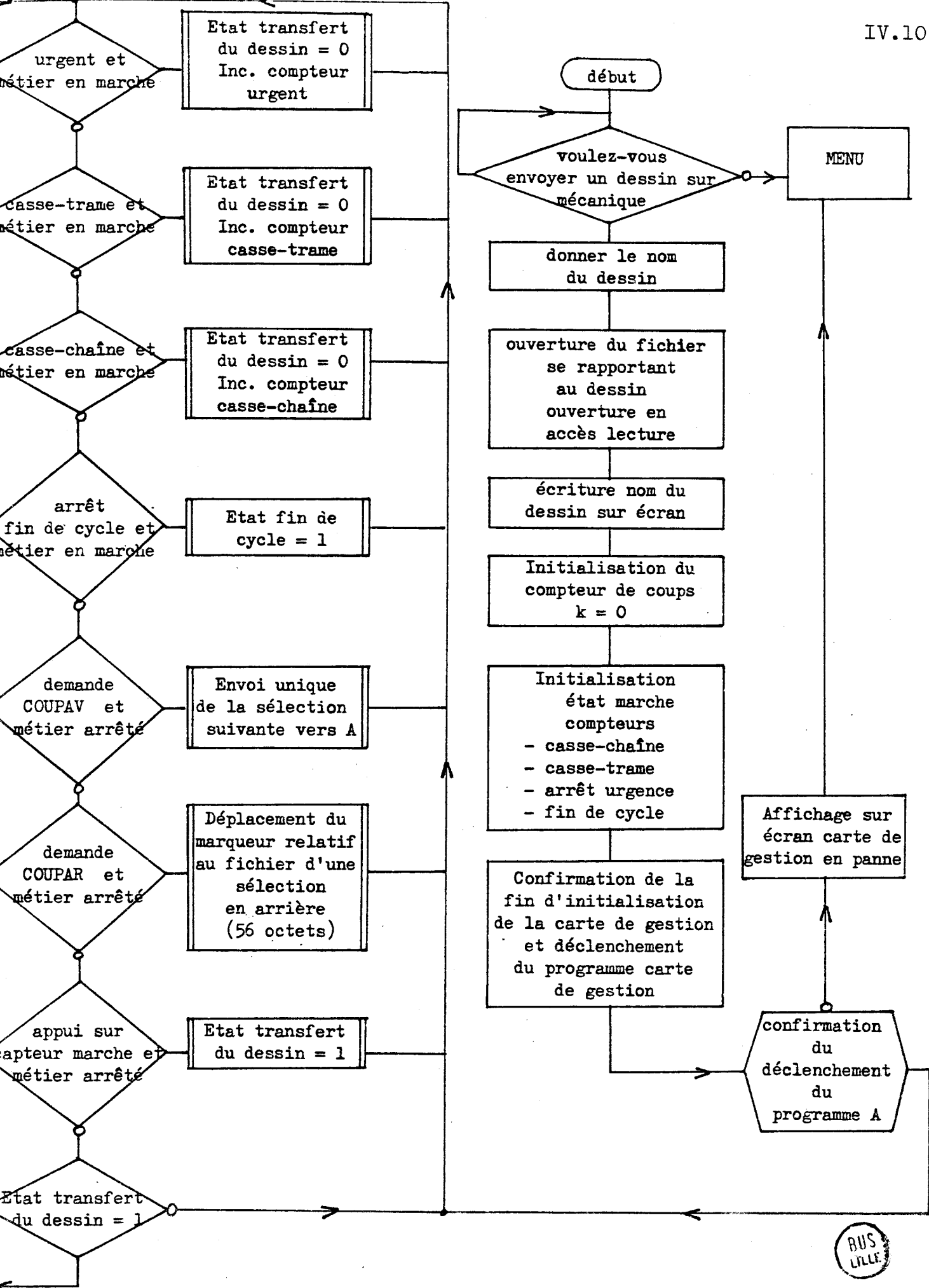


fig. 4.4. Organigramme du transfert du dessin (tests d'états du métier).

### IV 3.2. TRAITEMENT ET TRANSFERT DU DESSIN.

Le transfert de la lecture d'une sélection est exécuté de façon interactive octet par octet vers la carte de gestion (§ IV 4).

La lecture du fichier réalisée si l'état du transfert est égal à 1, permet l'incrémentation et l'affichage d'un compteur de coups (k).

Le marqueur positionné vis à vis d'une sélection du dessin évolue à chaque coup et fait aussi l'objet de tests. En fin de dessin, il revient au début et initialise le compteur de duites. En fin de dessin, en coïncidence avec une fin de cycle demandée, il enclenche la fermeture de renseignements concernant la marche du métier ; le programme se branche alors au menu.

#### Remarques :

1 - Le programme permet le contrôle du métier et du tissu jacquard par l'impression d'une série de renseignements (date, nom du dessin, nombre de casses en trame, en chaîne, d'arrêts urgence et de duites passées). Cette fiche comptabilise les défauts éventuels du réglage du métier ou de la qualité de la matière utilisée.

Date = 14/06/82
. Nom du Dessin = <b>MOTIFS</b>
. Nombre de Casses TRAME = 00012
. Nombre de Casses CHAINE = 00005
. Nombre d'Arrets d'URGENCE = 00002
. Nombre de DUITES Passees = 01392

2 - Un contrôle est assuré pour toute lecture et transfert de données du dessin et pour toute manipulation de l'utilisateur sur le système. Ceci suppose un retour au menu si une erreur intervient.

#### IV 4. DIALOGUE ENTRE LES DEUX PROGRAMMES A ET B (fig. 4.5)

Le dialogue entre les deux programmes A et B est obtenu par un échange mutuel d'informations en appel réponse.

A chaque commande ou contrôle du métier correspond une information codée (octet spécifique) qui est envoyée par le programme A du système autonome vers le programme B du système de développement.

Le programme B opérant par comparaison, détecte la nature de l'information et enclenche le sous-programme correspondant. Le programme B transfère à A une réponse qui, testée par A, permet au programme A d'évoluer.

La commande marche ou coup impulsion avant transférée par A à B déclenche le transfert par B du coup du dessin de la mémoire de masse vers les registres tampons de A.

##### IV 4.1. CODES INFORMATIFS DE SYNCHRONISATION ECHANGES PAR LES 2 PROGRAMME

Les codes apparaissent dans l'organigramme du dialogue entre les deux programmes (fig. 4.5). La technique du MDS inverse tous les signaux reçus à son entrée par la liaison multibus. Ex. : code X(A) → code  $\bar{X}$ (B)

code 3FH : code émis par B signalant à A qu'il teste les informations d'entrées du métier reçues par A.

code XH : code émis par A déterminant la lecture du dessin par le MDS.

code 25H : code émis par A informant B de l'ordre reçu marche ou coup AV (tous les électro-aimants de la sélection précédente ayant été alimentés).

code E7H : code émis par B informant A du transfert des octets vers les registres tampons des cartes de puissance.

code 37H : code émis par B informant A du transfert du dernier octet.

k : compteur de coups ou de sélections du dessin.

E : compteur du nombre d'octets d'une sélection ( $0 \leq E \leq 55$ ).



Programme B du système de développement. Programme A de la carte de gestion.

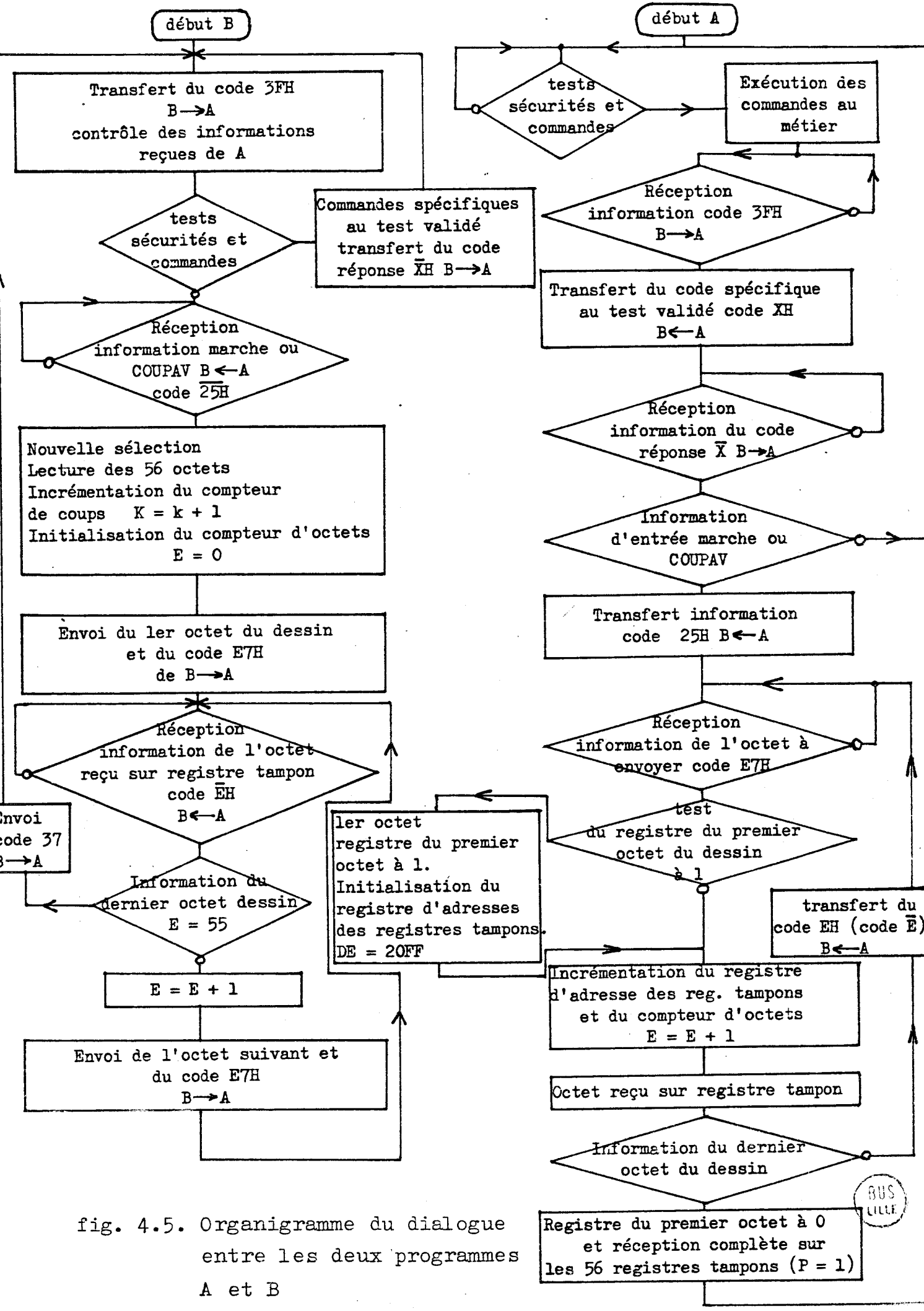


fig. 4.5. Organigramme du dialogue entre les deux programmes A et B

#### IV 4.2. ANALYSE DU MODE CONTINUE MARCHE

Le métier étant arrêté, la mise sous tension du système initialise les programmes A et B et analyse l'état des entrées.

Analysons l'exemple le plus fréquent : appui sur marche ou le mode continue marche (fig. 4.5).

Si les tests de sécurités sont satisfaisants (pas d'arrêt, de casse en trame ou en chaîne), le programme A envoie le code 25H au programme B ; le programme B autorise la lecture de la sélection du dessin en cours et la possibilité de transfert des octets d'une sélection (code E7H). Le programme A teste ce mode et autorise le transfert successif des octets en incrémentant le compteur E. Octet par octet, A informe B qui teste le compteur d'octet E. Quand  $E = 55$ , le transfert est terminé

Cette procédure assure la sortie du motif sur le métier sélection par sélection (fig. 4.6).

00001  
00002  
00003  
00004  
00005  
00006  
00007  
00008  
00009  
00010  
00011  
00012  
00013  
00014  
00015  
00016  
-----  
00001  
00002  
00003  
00004  
00005  
00006  
00007  
00008  
00009  
00010  
00011  
00012  
00013  
00014  
00015  
00016

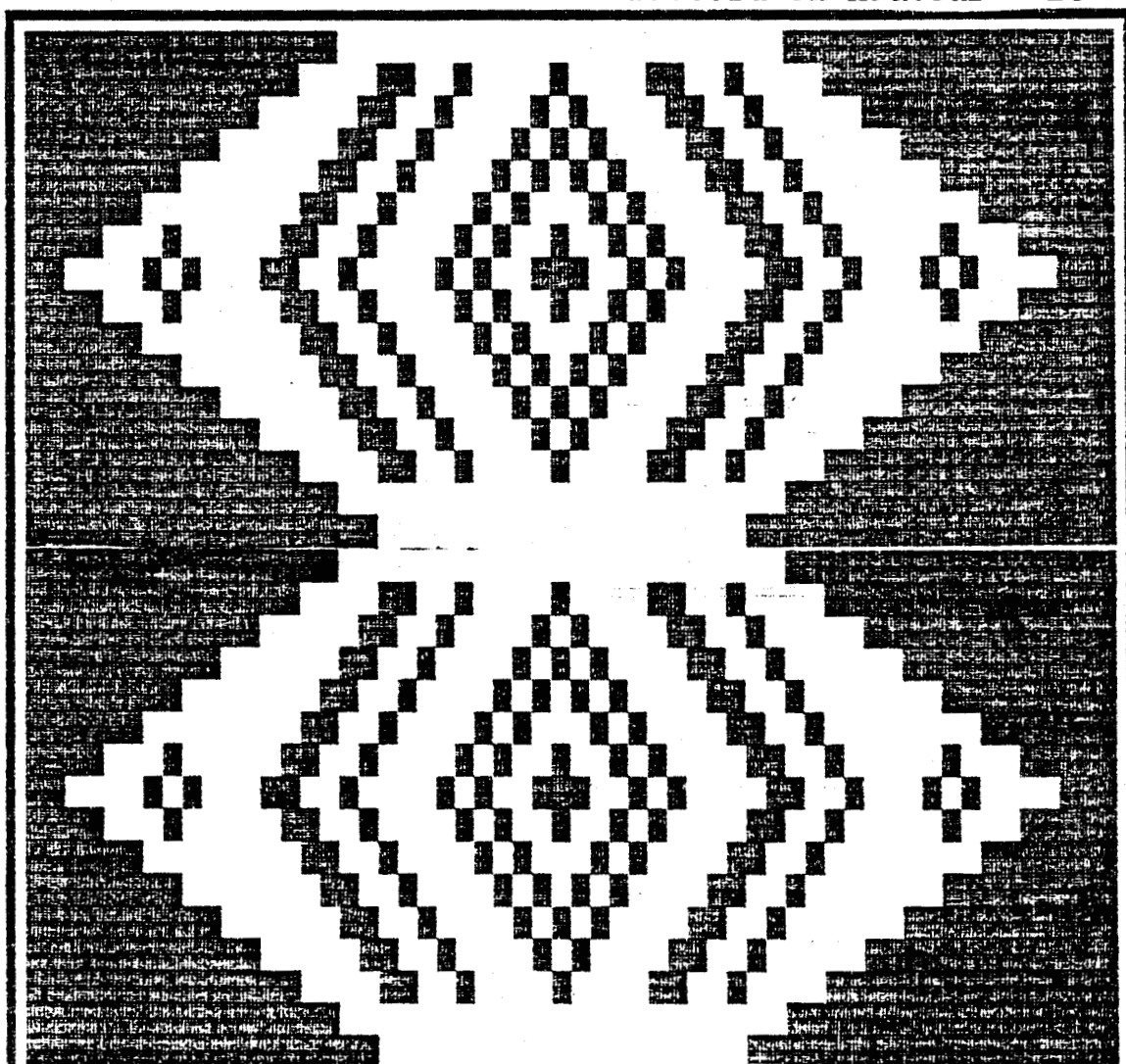


Fig. 4.6. Sortie du motif sur métier.

#### IV 5 . CONCLUSION

Nous avons développé au cours de ce dernier chapitre un logiciel comportant deux programmes interactifs de contrôle et de commande d'un métier à tisser jacquard.

Il a pu être contrôlé point par point grâce au simulateur développé au début du chapitre précédent.

## CONCLUSION GENERALE

Notre étude a permis de réaliser le système électronique de commande d'une mécanique jacquard à 448 crochets avec une simulation des différentes sécurités et modes de marche d'un métier à tisser et une simulation de la représentation électronique sélection par sélection d'un dessin sur 448 leds.

Nous avons développé le programme informatique de gestion du système autonome du métier jacquard et le programme de transfert d'un dessin à partir d'une mémoire de masse vers le système de commande.

La structure électromécanique a été testée sur une maquette commandée par automate programmable et a permis la mise au point d'une mémorisation mécanique de l'action électromagnétique sur un prototype industriel réduit à la commande de 42 crochets.

Nous avons obtenu une subvention de l'ANVAR pour réaliser le prototype à 448 crochets et le tester sur un métier tapis au CRET (Centre de Recherche et d'Etude techniques du Tapis). Cette machine sera pilotée par un système autonome industriel en cours de réalisation. Le problème des dessins couleur des carpettes et des moquettes jacquard est en cours d'étude.

On peut envisager, dans un avenir prochain, une implantation de ces types de machines.

L'organisation d'un atelier équipé pourrait être le suivant :

- un système de création et de traitement spécifique au tapis jacquard (6 couleurs maximum) équipé de saisie de données (table à digitaliser, caméra, cellule), d'un écran de visualisation couleur, d'une unité centrale et d'une unité de stockage.

- un système informatique mobile comprenant un écran, une unité centrale et une unité de stockage. Cette unité autonome doit transférer les informations du dessin vers la mémoire de masse de la mécanique jacquard à sélection électromécanique montée sur le métier.

- plusieurs systèmes autonomes permettant la commande électromécanique des métiers correspondants.

Cette recherche ne prétend pas ainsi être complète mais nous espérons qu'elle sera un point de base utile à la définition des prototypes industriels autonomes qui doivent piloter un très grand nombre d'actionneurs.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 Turbin P. Revue Union des fabricants de Tapis de France p.1 (1980).
- 2 Turbin P. Revue Union des fabricants de Tapis de France p.4 (1980).
- 3 Revue Industrie textile n° 1119 février 1982 p.135-138.
- 4 Happiette M. Rapport de DEA. Laboratoire automatique de l'université des Sciences et Techniques de Lille 1 (1980).
- 5 Revue programmation BP 100-BP 3-BP 6. Edition Merlin Gerrin (1980).
- 6 Collection des éditions Texas Instrument :
  - The power semi conductor data book (1979).
  - The optoelectronics data book (1979).
  - The transistor and diode data book (1973).
  - The TTL data book (1981).
- 7 MCS 80/85 Family User's manual. Edition Intel corporation (octobre 1980).
- 8 Microcomputer Development System. Edition Intel corporation (1981).
  - 8080/8085 Assembly language programming manual.
  - PL/M80 programming manual.
  - Isis II User's guide.

A N N E X E      A

---

L'INDUSTRIE DU TAPIS

1. Détermination du nombre total d'informations des dessins caractéristiques en carquette et moquette jacquard.

Le nombre total d'informations d'un dessin jacquard est proportionnel au nombre total des fils velours et au nombre total de cartons.

Le nombre total de fils velours dépend de la réduction cordes du dessin, de la largeur du dessin et du nombre de couleurs du dessin; ceci définit le nombre de mécaniques jacquard à utiliser.

Le nombre de cartons est proportionnel à la réduction coups du dessin et au raccord en hauteur du dessin.

Carpettes		Moquettes		Montages
Courant	Maximum	Courant	Maximum	
2	4	0,175	4	Largeur (en m) Taille des dessins Hauteur (en m)
3	5	0,175	2	
400	500	248 †	248 †	Cordes/m réduction Coups/m
450	1000	380	400	
5	6	3	6	nombre de couleurs
4000	12000	744	8496	nombre total de fils velours
5	14	1	10	880 nombre de mécaniques 1 320
3	10	-	7	
1350	5000	66	800	nombre de cartons par mécanique
5,4	60	0,049	6,79	nombre total d'informations (millions)

† : pour 0,70 m

## 2. Calcul du temps de piquage d'un dessin tapis jacquard.

Le temps moyen de lecture et de correction électronique des dessins tapis est analysé sur des dessins symétriques en largeur et en hauteur.

Le temps de piquage du papier est proportionnel au nombre de sélections multiplié par le nombre de mécaniques et inversement proportionnel à la vitesse de la machine électromécanique qui perce le papier (1 800 coups/minute).

Le temps de piquage du carton est basé sur le même principe, la vitesse de la machine électromécanique étant de 1 200 coups par minute.

L'opération du liage des cartons est automatique et devrait s'exécuter parallèlement à une autre tâche, mais elle demande parfois une intervention de l'ouvrier évaluée à 10 % du temps total de piquage et repiquage du carton.

La mise en baguettes est une opération manuelle qui exige une insertion d'une baguette tous les mètres (12,5 cartons par mètre), à la vitesse de 120 baguettes à l'heure sur des cartons division 880.

Carpettes		Moquettes		Opérations
classique	maximum	classique	maximum	
120	420	45	100	Lecture électronique et correction du dessin
67	583	3	66	Piquage au 1/4 / papier
101	875	4	100	Piquage du carton (1/4)
303	2 625	12	300	Repiquage du carton
40	350	2	40	Liage du carton (880)
270	2 800	3	320	Mise en baguettes
6	17	0,5	8	$\frac{\text{temps de piquage total du carton}}{\text{temps de lecture élect.}}$

Tableau des temps (exprimés en minutes) des diverses opérations



## LE DACTYLISAGE ET LE JACQUARD

La dactyliseuse est de moins en moins utilisée au profit du li-  
sage électronique mais son principe explique la correspondance  
entre le dessin lu et le carton piqué.

### 1. Description et principe de fonctionnement d'une dactyliseuse.

Cette machine se divise en deux parties (fig. 1)

- le porte carte et clavier,
- la machine à piquer.

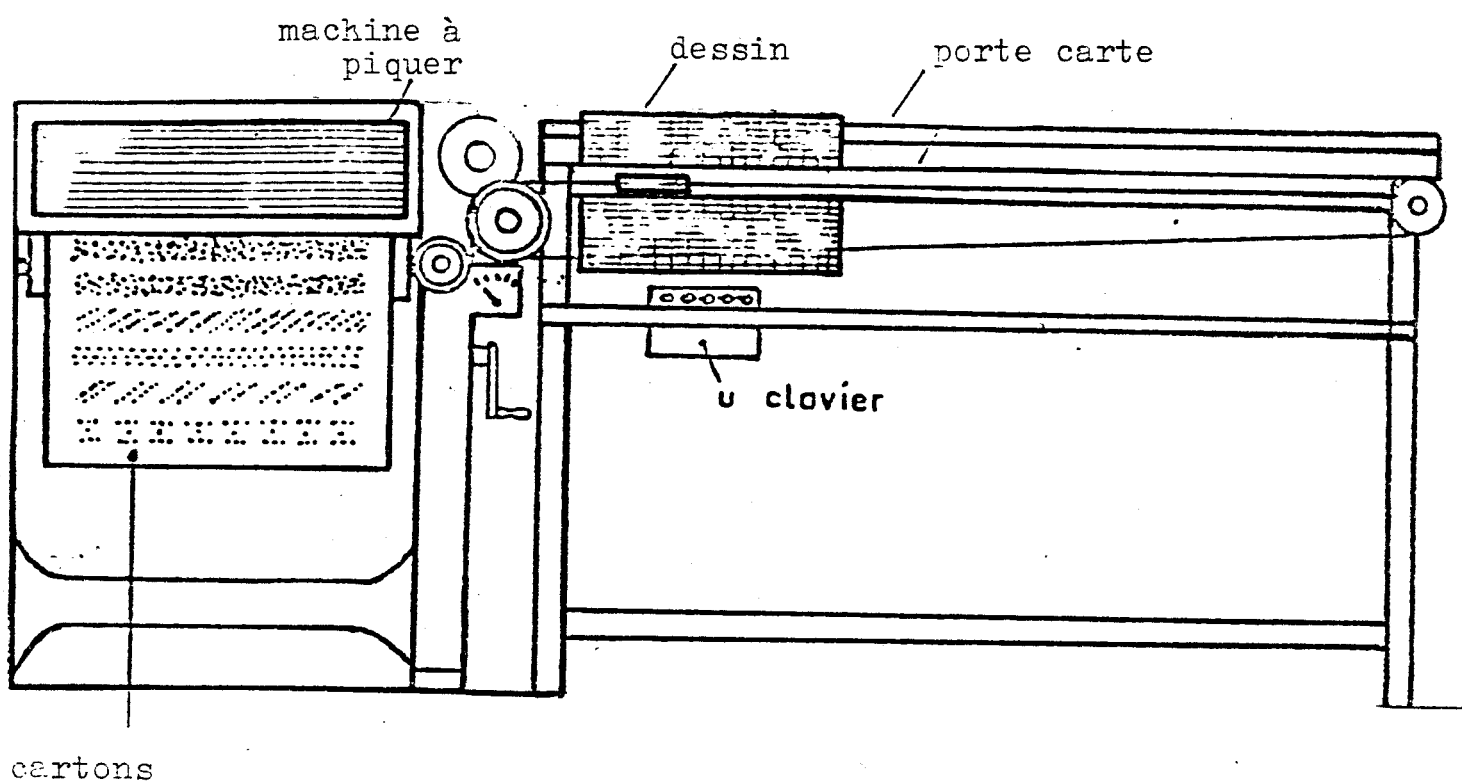


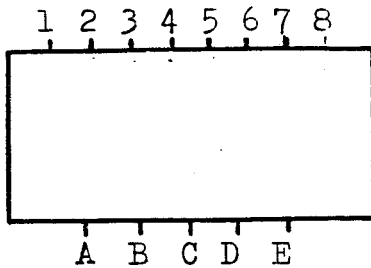
fig. 1

#### 1.1. Porte carte et clavier (fig. 2)

Elle est composée d'un cadre métallique portant un guide destiné  
à recevoir la carte. Un index q se déplace devant le dessin et  
indique la lecture en cours.

Le clavier se compose de 8 touches reliées électromécaniquement  
à 8 marteaux qui correspondent à une rangée de 8 épingles. Les  
cinq autres touches (A B C D E) du clavier commandent des mouve-  
ments différents.

fig. 2



- A- Relève des épingles.
- B- Déplacement rapide de l'index et des épingliers.
- C- Descente des épingles.
- Répétition d'une lecture par rangée de 8.
- D- Déplacement de droite de l'index et des épingliers.
- E- Commande de piquage.

### 1.2. La machine à perforer (fig. 3)

Elle comprend sur l'arrière une matrice *f* perforée de 1 344 trous, d'un guide de poinçons *i*, d'un extracteur de poinçons *g* et de 1 344 poinçons. Entre les poinçons et la matrice, se déplace le carton à piquer ; la rotation est effectuée par les ergots d'entraînement *j1* et *j2*.

Sur l'avant, un dispositif de sélection et un jeu de barres permettent la perforation. Le dispositif comprend 168 rangées de 8 butoirs. Chacun a une extrémité maintenue face au poinçon, l'autre est accrochée à une aiguille *b*, cette dernière est elle-même maintenue à une épinglette *a*. L'autre extrémité de l'aiguille *b* est guidée par une plaque perforée *d* placée en face d'une coquille *e* percée de 1 344 trous.

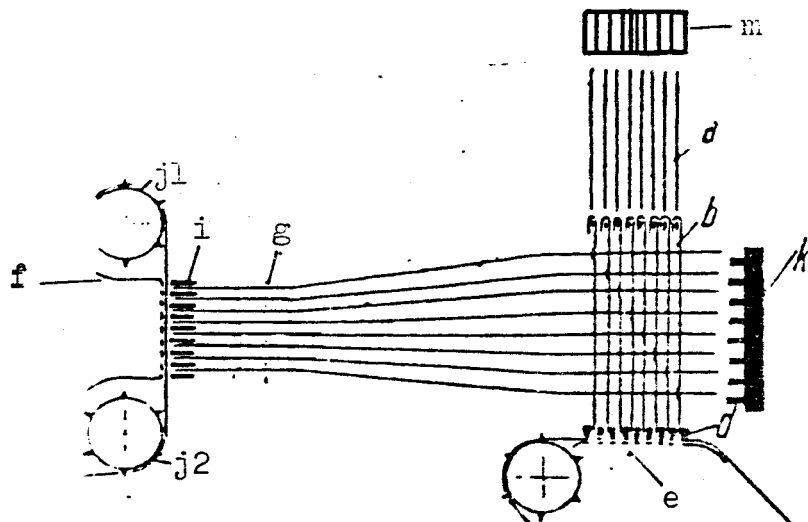


fig. 3

Un épinglier  $m$  comportant les 8 marteaux est placé au-dessus des épingles. Si l'on appuie sur l'une des 8 touches du clavier, nous descendons l'une des 8 épingles d'une rangée ; l'épinglier se déplace automatiquement en sorte qu'il puisse, après avoir sélectionné une rangée d'épingles, passer sur une autre rangée. L'épinglier doit parcourir les 168 rangées pour sélectionner les 1 344 épingles ( $168 \times 8$ ) suivant la couleur lue.

L'épingle ou le poinçon a deux positions possibles :

- haute : le train de barres  $k$ , dans son mouvement vers la gauche ne perce pas le carton, ceci implique un plein au carton.
- basse : ceci implique un trou au carton.

La position haute peut être obtenue soit :

- par l'épingle ou touche correspondante qui n'est pas appuyée lors de la lecture du dessin.
- par un plein au niveau du manchon (carton piqué représentant l'armure de base correspondant à la couleur lue).
- par les deux à la fois.

La position basse ne peut être donnée que si l'épingle est enfoncée (couleur lue) et si nous avons un trou au manchon en correspondance.

## 2. Principe du piquage des cartons.

Prenons l'exemple d'une esquisse où sont dessinés trois effets couleurs. (fig. 4)

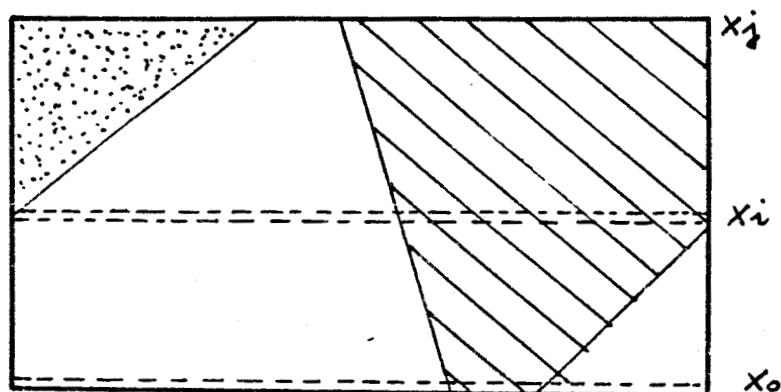


fig. 4

Le montage est une soierie deux trames (trames rouge et bleu) réalisé sur 1344 fils et un raccord en hauteur de xj coups. Les trois effets couleurs sont donnés par la combinaison du tableau de lecture ci-dessous (fig. 5)







Ch / Tr		trame rouge	trame bleu
effet violet		1 satin de 4	2 sergê de 4
effet rouge		3 	4 
effet rose		5 	6 satin de 8

fig. 5.

La première opération consiste à la préparation des manchons 1, 2, 3, 4, 5, 6. Pour la lecture des coups de xo à xi, nous avons deux effets couleurs rose et rouge ; l'opérateur place entre la coquille e et le guide d (fig 3) le manchon piqué aux armures 3, 4 de la première couleur lue (le rouge par exemple), le manchon comprend donc un carton baissé masse et toile, les deux armures étant alternées.

L'opérateur lit le premier coup de l'effet rouge en sélectionnant au moyen des 8 touches numérotées au clavier, les zones rouges du premier octet. Après avoir appuyé sur la touche C du clavier, on répète la même opération pour le second octet. A la fin de chaque coup lu, l'opérateur déclenche le piquage du carton par l'appui sur la touche E du clavier, avec incorporation automatique de l'armure déjà piquée sur le manchon. Le travail de piquage s'accomplit en deux cycles :

- perçage du carton trame rouge
- perçage du carton trame bleu

Lorsque la lecture de l'effet rouge est terminée du coup xo à xi, on transcrit sur le carton la seconde couleur lue (le rose), nous changeons le manchon pour les armures alternées toile et satin de 8. Nous repositionnons ensuite le carton au coup xo.

Nous obtenons ainsi pour la lecture des coups compris entre xo et xi deux cartons par coup avec deux effets de couleur différents par carton.

On procède de la même manière pour la lecture des coups compris entre xi et xj. On a toujours deux cartons par coup mais trois effets couleurs différents par carton.

Suivent les différentes opérations des piquages du carton correspondant aux couleurs lues (fig 6)

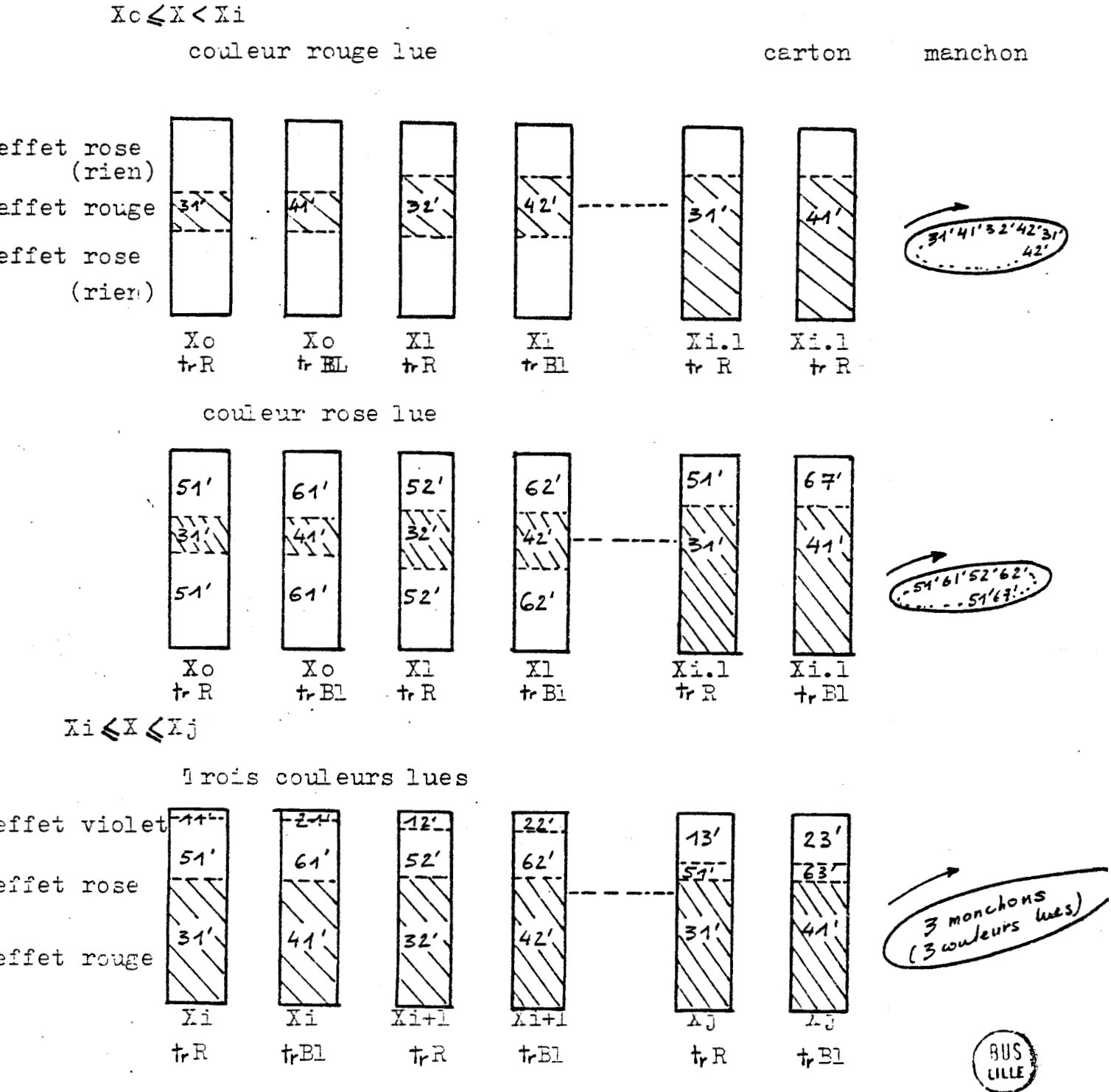


fig. 6. Piquage du carton correspondant aux couleurs lues.

3. Principe de fonctionnement de la sélection aiguille et crochet d'une mécanique jacquard pas ouvert double lève lecture papier (fig 7).

L'aiguille A teste l'état du papier et déforme la branche du crochet C si nous avons une absence de trou.

Les cadres 1 et 2, animés d'un mouvement alternatif vertical, vont lever les crochets qui retombent sous le poids du fils. Le crochet non déformé reste suspendu sur la griffe 3, le crochet déformé descend en position basse sur la planche à collets 4.

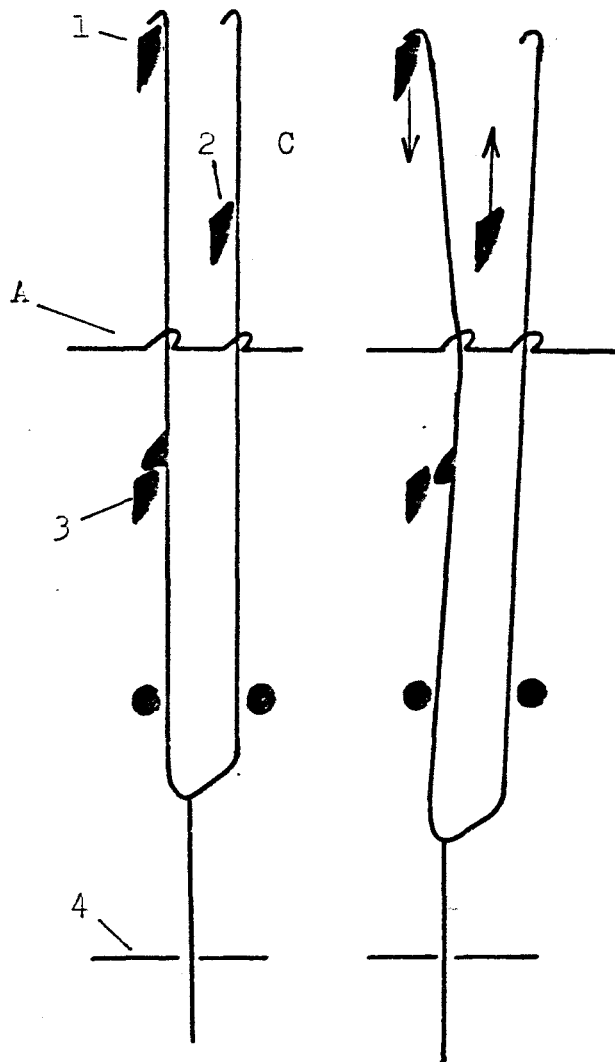


fig. 7

ETUDE ET REALISATION DE MAQUETTES.1. Calcul des jeux utiles de la première maquette.Calcul de  $j_1$  et de  $j_2$  :

$$5 = 0,7 + 0,5 + j_2 + 1,4 + j_1 + 2,5 - (0,5 + 0,7)$$

$$j_2 + j_1 = 1,1 \text{ mm}$$

$$j_1 = 0,8 \text{ mm} \quad j_2 = 0,3 \text{ mm}$$

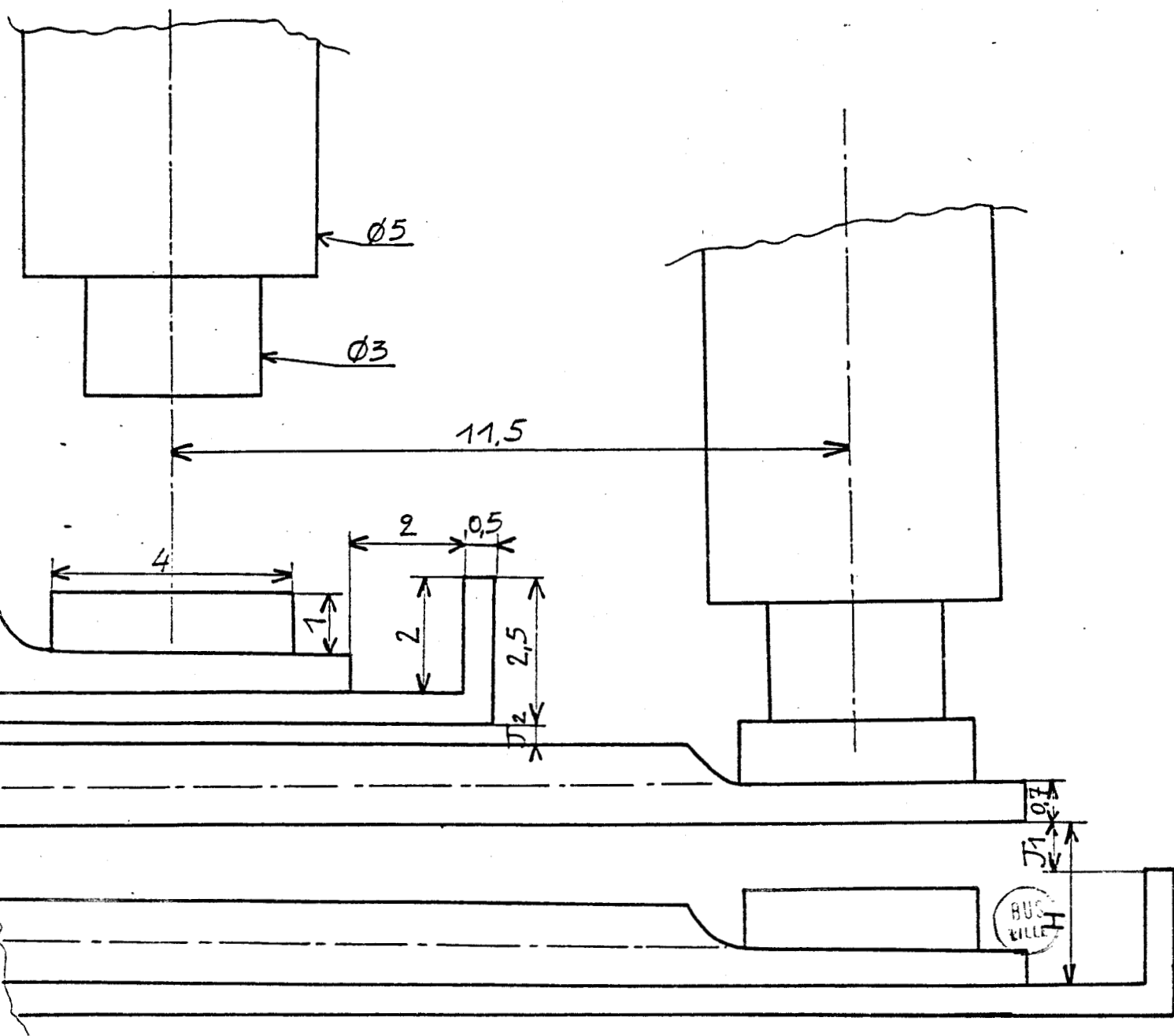
Calcul de l'amplitude verticale du niveleur :  $H = 0,8 + 2 = 2,8 \text{ mm}$ 

fig. 1 Vue de côté de deux étages (échelle 10)

## 2. Modifications.

### Aiguilles

Nous avons utilisé des aiguilles classiques, en acier, recouvertes d'une fine pellicule cuivrée, d'une mécanique jacquard à lecture carton. Nous avons testé des groupes de 21 aiguilles :

- telles quelles ;
- en écrasant l'une des extrémités. L'extrémité aplatie doit être positionnée sous l'électro-aimant;
- en soudant (à l'étain) sur l'extrémité aplatie une pastille de fer doux;
- en collant (à l'araldite) ces mêmes pastilles.

### Electro-aimants

Nous avons reçu deux séries de neuf blocs identiques comprenant chacune sept électro-aimants. Une série est enduite d'une couche isolante sur les noyaux. Nous avons testé les deux séries d'électro-aimants :

- telles, quelles ;
- en disposant une couche de séparation différente sous les noyaux des électro-aimants (bakélite, bérylco, araldite).

## 3. Les essais

Pour chaque transformation ou non réalisée sur les aiguilles et les électro-aimants, nous avons testé le système :

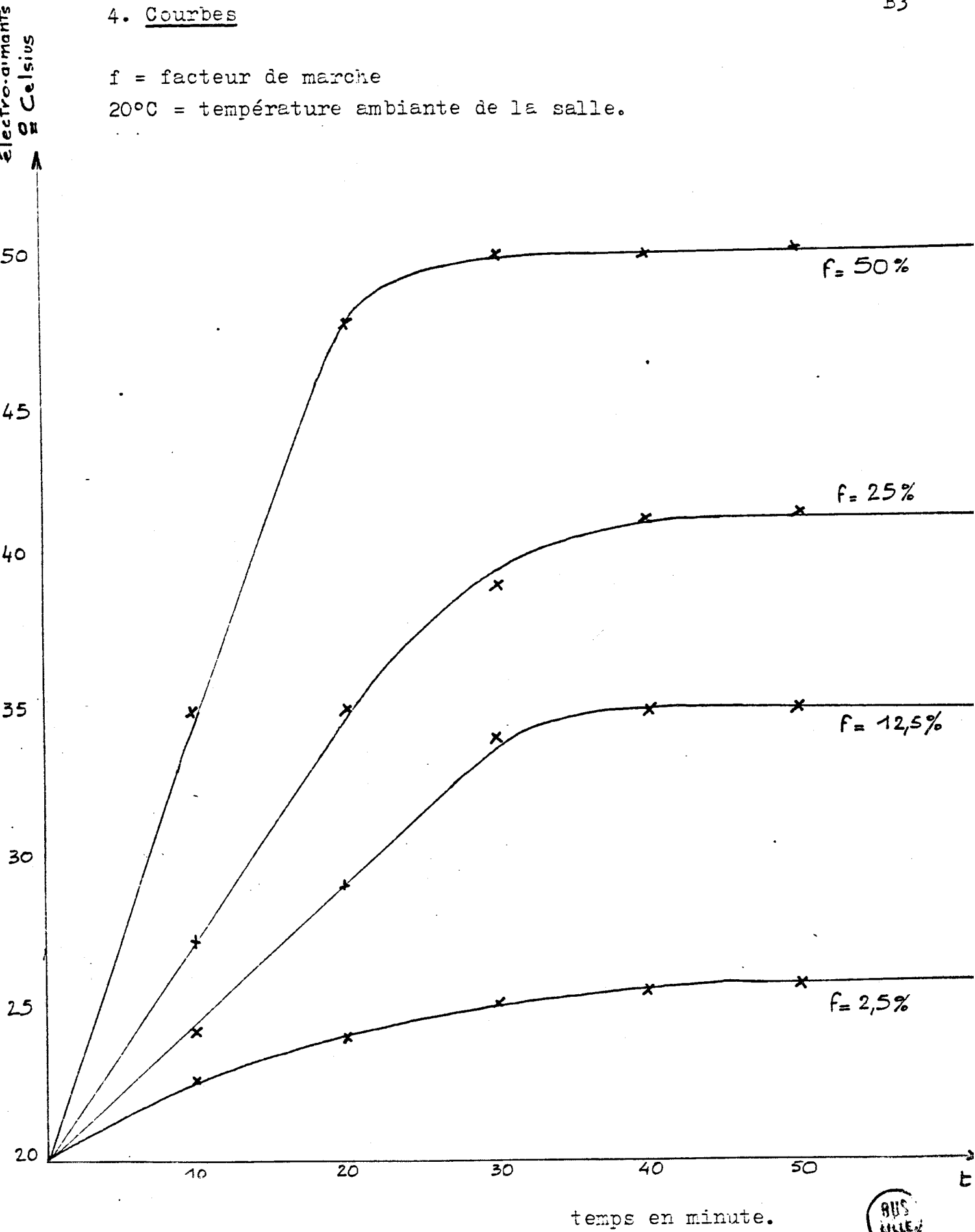
- de façon normale en amenant l'aiguille contre le noyau de l'électro-aimant ;
- en utilisant l'élasticité de l'aiguille. Le niveleur dans sa montée tord légèrement l'aiguille.



4. Courbes

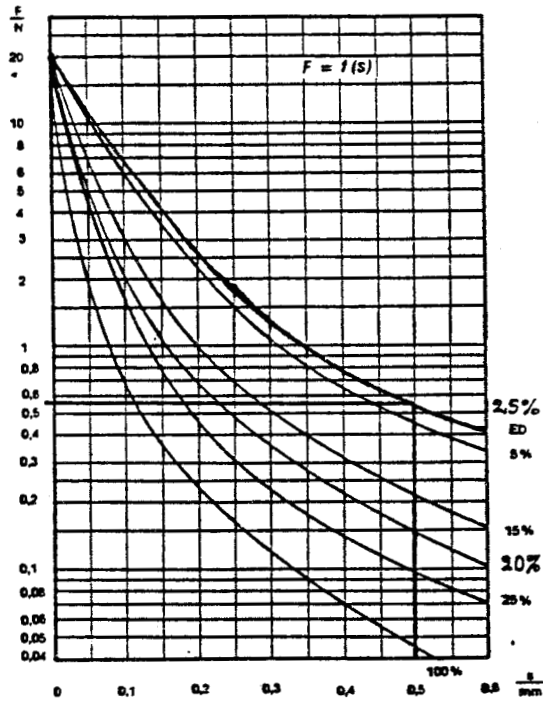
f = facteur de marche

20°C = température ambiante de la salle.

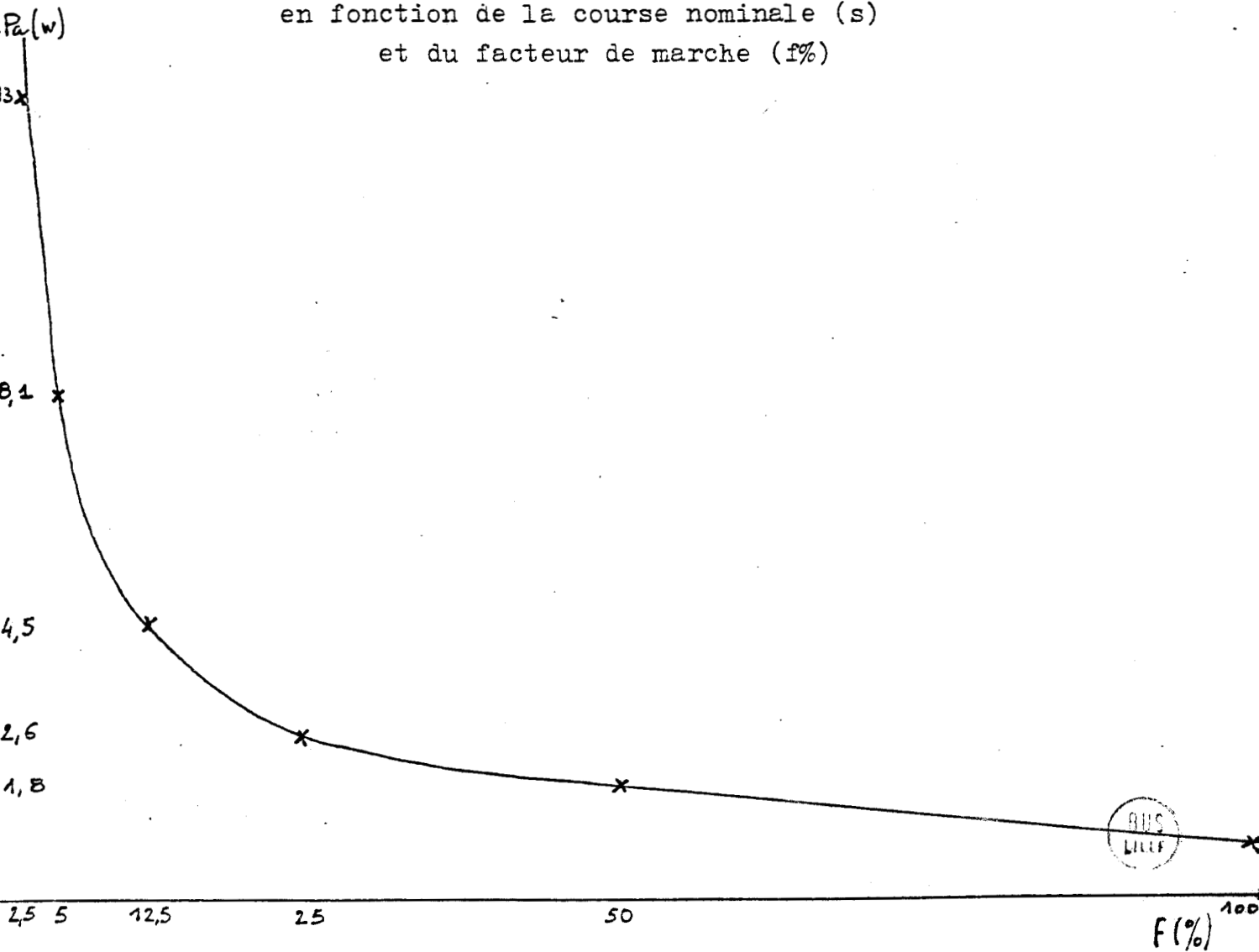


Courbes d'élévation de la température des électro-aimants choisis en fonction du temps et du facteur de marche.

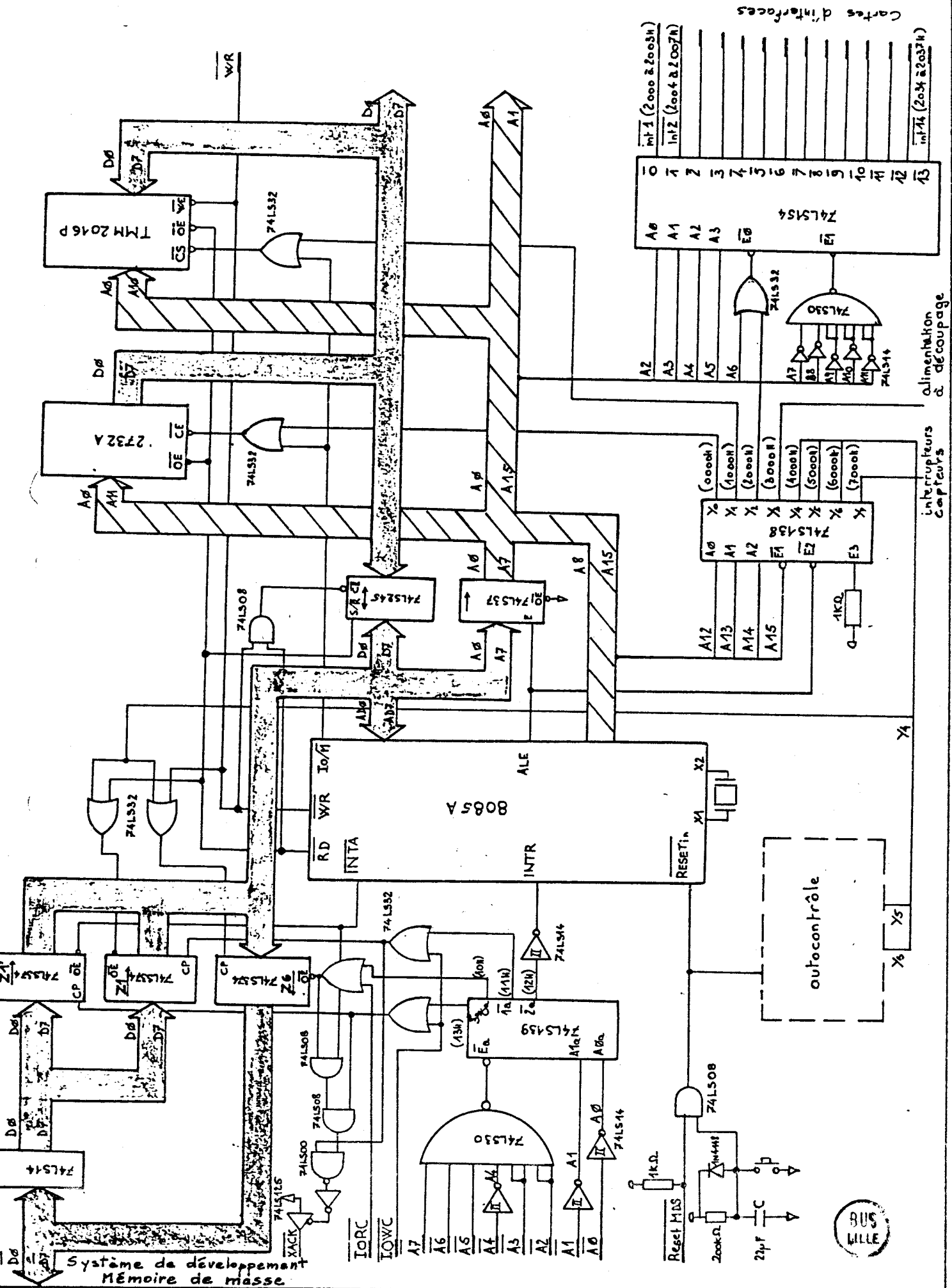




Courbe de la force nominale de l'électro-aimant (F) en fonction de la course nominale (s) et du facteur de marche (f%)



Courbe de la puissance absorbée ( $P_a$ ) en fonction du facteur de marche (f)

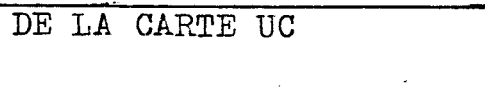
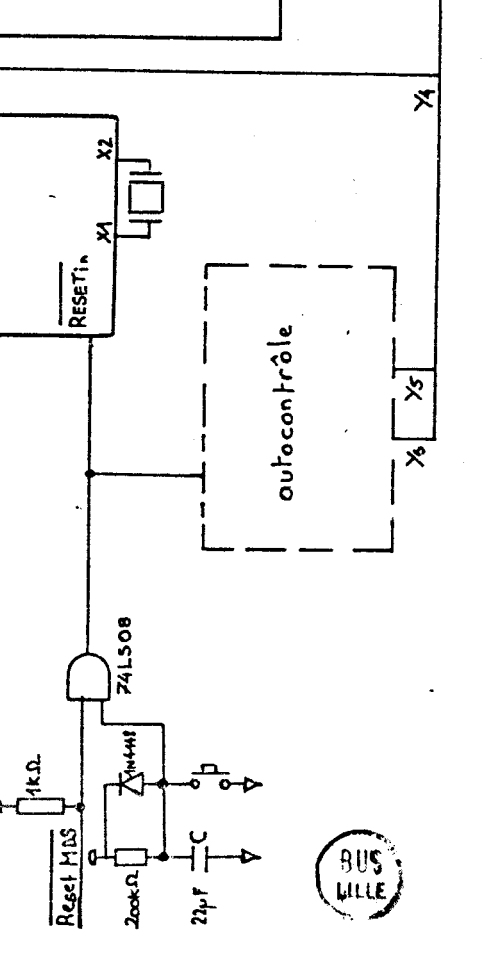
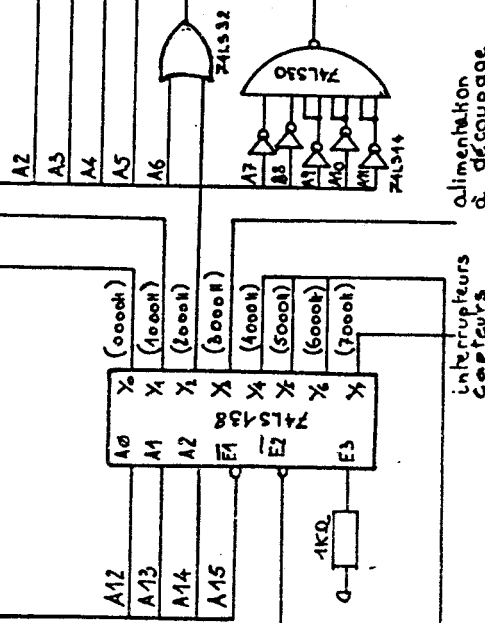
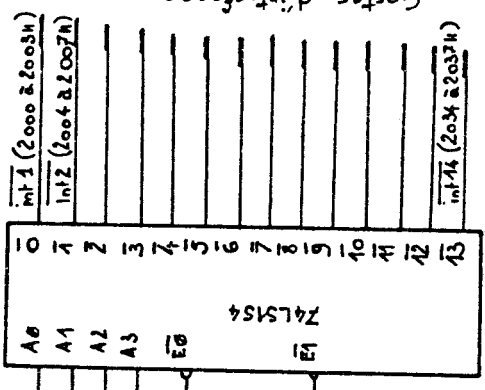


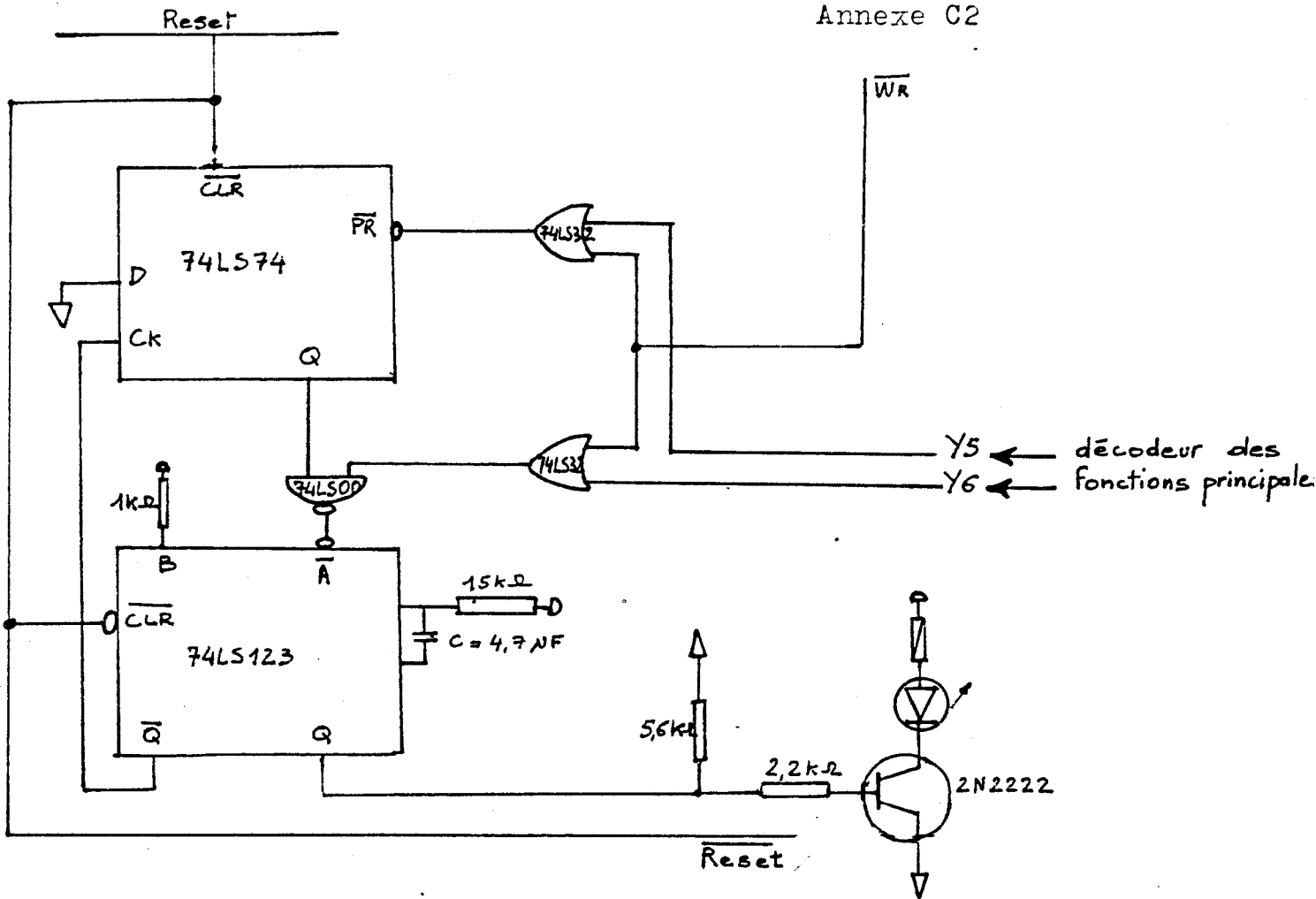
SYNOPTIQUE DE LA CARTE UC

Cartes d'interfaces

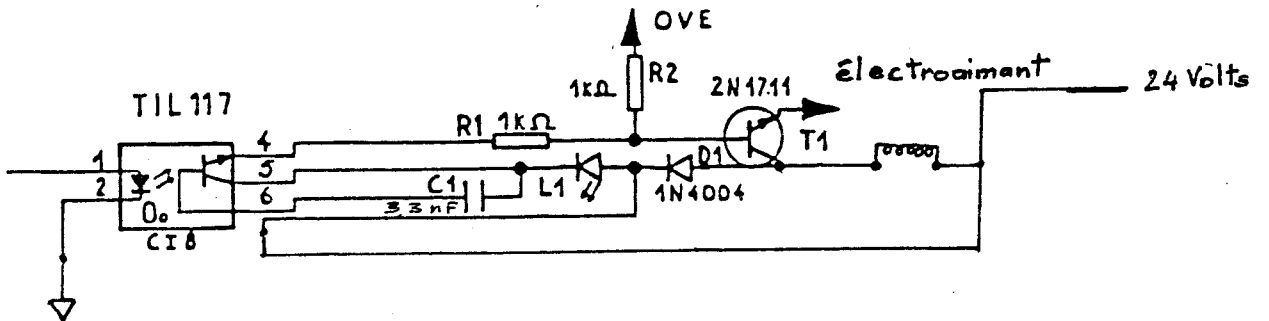
alimentation à découpage

interrupteurs capteurs





C2.1 Schéma de la carte auto-contrôle



C2.2 Schéma du circuit de puissance de chaque sortie



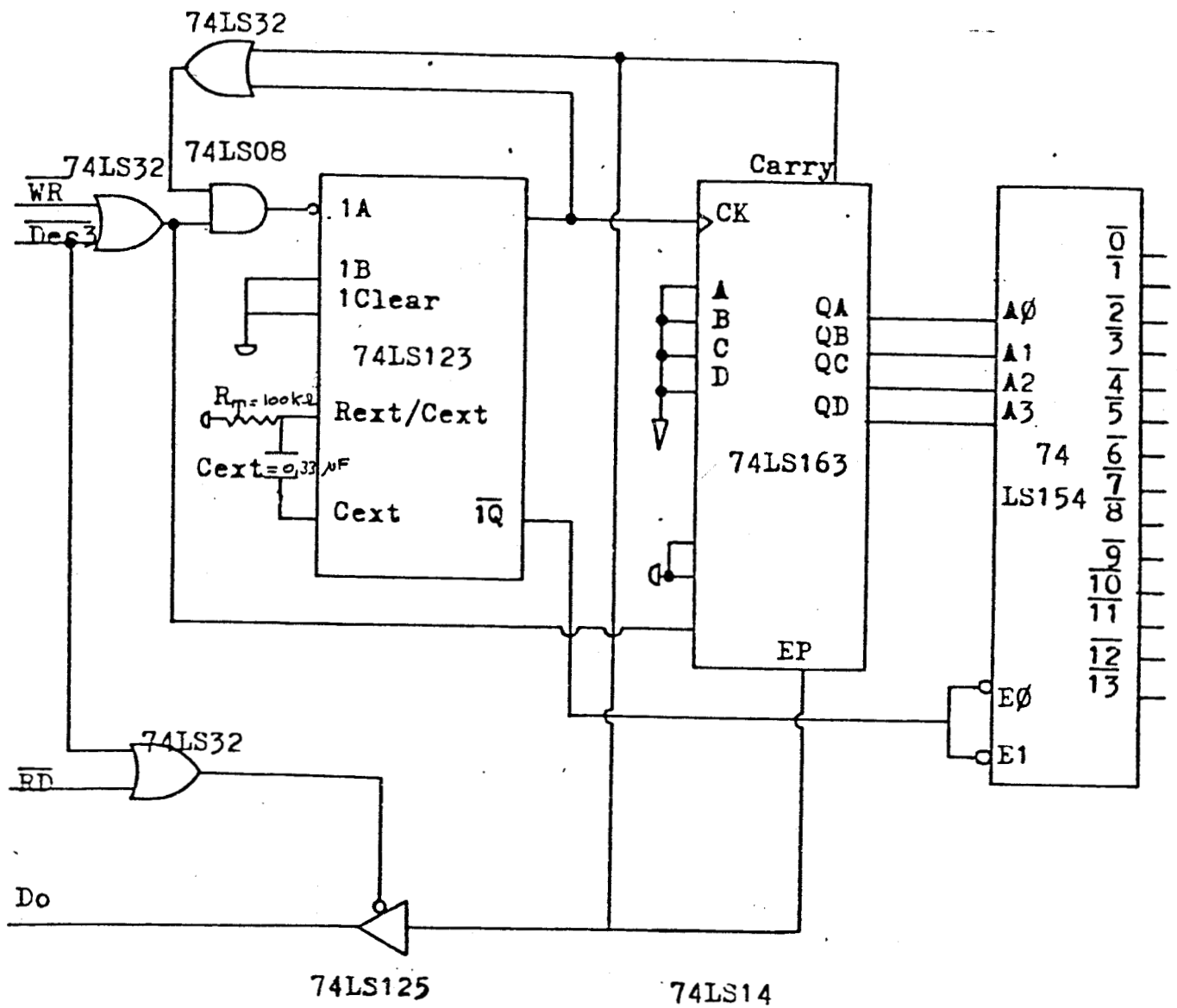


Schéma de la carte d'alimentation à découpage.



## RESUME

La mécanique Jacquard assure la fabrication de tissus compliqués, la commande de fils de chaîne sélectionnés par des cartes perforées.

Le manque de souplesse à la réalisation et à l'utilisation des cartes perforées est un obstacle à la créativité et à la production de nombreux métrages petites séries.

L'objectif de cette étude a été de remplacer l'ensemble des cartes perforées par une mémoire électronique qui contient le dessin Jacquard et de piloter un système autonome informatique de nombreux actionneurs (448) montés sur la mécanique Jacquard.

La structure électromécanique a été testée sur une maquette commandée par un automate programmable et a permis la mise au point d'une mémorisation mécanique de l'action électromagnétique.

Il a été développé un programme informatique de gestion du système autonome du métier Jacquard et un programme de transfert du dessin à partir d'une mémoire masse vers le système de commande.

L'étude comprend également la réalisation du système électronique de commande d'une mécanique Jacquard à 448 crochets avec une simulation des différentes caractéristiques et modes de marche d'un métier à tisser et une représentation électronique de la sélection par sélection d'un dessin.

