

THESE

présentée
à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR INGENIEUR

par

Daniel JOLLY

Ingénieur E.E.I.M.

Sujet de Thèse

REALISATION ET COUPLAGE SUR ORDINATEUR D'UNE
IMPRIMANTE A POINTS ALPHANUMERIQUE OU
GRAPHIQUE A GRANDE VITESSE



Soutenu le 23 septembre 1976, devant la Commission d'Examen

Messieurs.	P. VIDAL	Président
	L. POVY	Rapporteur
	C. MELIN	Examineur
	P. AUBERT	Invité



0300103831

A mes Parents.

S O M M A I R E

---ooOoo---

AVANT-PROPOS

<u>INTRODUCTION</u>	1
---------------------------	---

1ère PARTIE : Aspect théorique - Etude de l'organe d'impression

<u>CHAPITRE I : Généralités</u>	4
I.1. Les imprimantes "à impact".....	4
I.2. Les imprimantes "à non impact".....	5
I.3. Conclusion.....	6
I.4. Enoncé du problème.....	6
I.5. Technique d'impression retenue.....	7

<u>CHAPITRE II : Principes de bases de l'impression optoélectronique - structures de l'imprimante</u>	11
II.1. Aspect théorique de l'impression optoélectronique.....	11
II.2. Conditions de mise en oeuvre des essais d'impressions.....	15
II.3. Essais d'impressions.....	18
II.4. Choix d'un temps d'exposition.....	18
II.5. Défauts de fixage du papier photosensible.....	19
II.6. Structure du système d'impression optoélectronique.....	19
II.7. Caractéristiques définitives de la tête d'écriture.....	20
II.8. Technique d'écriture.....	21
II.9. Conception d'ensemble de l'imprimante.....	21
II.10. Contraintes imposées par le temps d'écriture.....	22
II.11. Synchronisation de l'écriture avec l'avance du papier.....	22
II.12. Architecture interne de l'imprimante.....	24
II.13. Conclusion.....	24

<u>CHAPITRE III</u> : Définitions des modes de fonctionnement de l'imprimante et architecture interne.....	26
III.1. Présentation des informations en sortie.....	26
III.2. Reconstitution d'un tracé graphique par points.....	28
III.3. Reconstitution des caractères alphanumériques.....	32
III.4. Modalités de fonctionnement de l'imprimante.....	37
III.5. Choix du mode d'échange d'informations entre le calculateur et l'imprimante.....	39

2ème PARTIE : Réalisation pratique d'une imprimante

<u>CHAPITRE IV</u> : Structure de l'interface d'acquisition et de traitement des données graphiques ou alphanumériques.....	44
IV.1. Coupleur universel T 2000 et T 1600 en mode canal.....	44
IV.2. Interface de stockage et de décodage des informations alphanumériques.....	52
IV.3. Interface d'acquisition des informations graphiques.....	69
IV.4. Réalisation de l'organe de sortie.....	70
IV.5. Organisation de l'interface.....	74

<u>CHAPITRE V</u> : Description et réalisation de la logique de commande des organes internes de l'imprimante.....	76
V.1. Structure interne de la logique de commande.....	76
V.2. Décodage des ordres de commande et commutation de mode de fonctionnement.....	80
V.3. Synchronisation de l'avance du papier avec la logique d'écriture.....	85
V.4. Etude de la commande des blocs d'acquisition, de traitement et d'écriture.....	86
V.5. Logique de sécurité d'acquisition de données.....	100
V.6. Commande du moteur d'entraînement de la bande de papier....	101
V.7. Réalisation des fonctions de commande.....	102

<u>CONCLUSION GENERALE</u> :	103
------------------------------------	-----

3ème PARTIE :

ANNEXES : 105

BIBLIOGRAPHIE : 142

A V A N T P R O P O S

-----ooOoo-----

Le travail que nous présentons dans ce mémoire a été effectué au Centre d'Automatique de l'Université des Sciences & Techniques de Lille 1.

Nous adressons notre plus vive reconnaissance à Monsieur le Professeur VIDAL pour la confiance qu'il nous a accordée et l'accueil qu'il nous a réservé dans son laboratoire. Nous sommes particulièrement sensible à l'honneur qu'il nous fait en assurant la présidence de notre Jury.

Que Monsieur POVY, Maître de Conférences, soit assuré de notre profonde gratitude pour l'intérêt qu'il nous a témoigné dans notre travail et pour les facilités qu'il nous a accordées tout au long de notre étude.

Nous tenons à souligner l'attention que nous a manifestée Monsieur MELIN en acceptant de participer à notre Jury. Qu'il veuille bien recevoir nos plus vifs remerciements.

Que Monsieur AUBERT trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance pour nous avoir permis par son dynamisme, d'avoir des contacts fructueux avec l'industrie et pour le plaisir que nous procure sa présence au sein de notre Jury.

Nos remerciements vont également à tout le personnel du laboratoire et à nos collègues chercheurs pour leur esprit d'équipe et leur aide amicale.

Enfin nous ne saurions terminer cet avant-propos sans remercier toutes les personnes qui ont collaboré à la réalisation de ce mémoire.

Nous pourrions lire dans ce mémoire, les principes fondamentaux sur lesquels repose le fonctionnement de cette imprimante, ainsi que le détail de réalisation de l'ensemble logique, permettant son utilisation à la fois en mode alphanumérique ou graphique. L'ensemble a été réalisé de manière à permettre une connexion à un calculateur de processus de type T 2000 ou T 1600, ou encore tout autre calculateur travaillant avec des mots mémoires de 19 - 16 ou même 8 bits par simple adjonction d'un coupleur approprié.

1ÈRE P A R T I E

---oo0oo---

"ASPECT THEORIQUE - ETUDE DE L'ORGANE D'IMPRESSION"

C H A P I T R E I

- G É N É R A L I T E S -

Avant de commencer la description proprement dite de l'imprimante telle que nous l'avons réalisée, nous allons faire un tour d'horizon des différents systèmes d'impressions sur papier les plus couramment utilisés pour ce genre de machines. Nous pourrions alors comparer leurs performances ainsi que les avantages et les inconvénients des différentes technologies employées.

Nous pouvons ranger les imprimantes en deux grandes classes, selon que les organes d'impressions sont mécaniques ou non. Ce sont les imprimantes "à impact" et à "non impact".

- Les imprimantes "à impact" sont celles dont l'impression a lieu grâce à un phénomène de percussion.

- Les imprimantes à "non impact" sont celles dans lesquelles il n'y a aucun phénomène de percussion.

I.1. Les imprimantes "à impact"

Les systèmes mécaniques utilisés dans les imprimantes pour obtenir l'impression de caractères sur papier sont très divers. Les plus couramment rencontrés sont les systèmes d'impression à cylindre, à boule, à aiguilles, à tambour et à chaîne.

I.1.1. Les imprimantes à caractères en relief :

Dans tous ces systèmes ci-dessus cités, mis à part les imprimantes à aiguilles, un organe mécanique possède tous les caractères en relief. Un marteau vient provoquer l'impression, lorsqu'il y a concordance de position du caractère sur cet organe mécanique et la position que ce caractère doit avoir sur la feuille de papier. Les performances de ces machines sont généralement assez limitées, il est possible d'obtenir une vitesse d'écriture de l'ordre

de 1000 à 1500 lignes de caractères par minute avec des imprimantes à chaînes. Ce sont, cependant, des machines très bruyantes, lourdes et d'un prix de revient élevé.

I.1.2. Les imprimantes mécaniques à points :

Un second principe d'écriture mécanique est apparu avec les imprimantes à aiguilles. La génération de caractères est faite à partir d'une mosaïque de points, chaque caractère est inscrit dans une matrice de 7×5 points. Une tête d'écriture comprenant 7 aiguilles disposées verticalement balaye le papier dans le sens de la largeur pour obtenir la ligne de caractères. Les vitesses d'écriture sont de cette manière beaucoup plus grandes qu'avec les systèmes précédemment employés. Les constructeurs annoncent, pour ces machines, des vitesses de l'ordre de 150 caractères par seconde, ce qui est une performance remarquable, compte-tenu du fait qu'elles utilisent un système mécanique d'impression.

Cependant, toutes ces imprimantes sont relativement peu fiables et sont souvent l'objet de pannes et de défauts de fonctionnement.

I.2. Les imprimantes à "non impact"

Depuis peu, nous voyons apparaître sur le marché des machines fonctionnant suivant des principes très différents de ceux que nous avons rencontrés jusqu'à présent, il s'agit des imprimantes dites à "non impact" parce qu'elles utilisent des principes physiques totalement différents.

Nous rencontrons généralement dans cette classe d'imprimantes, les imprimantes xérogaphiques, électrostatiques, à jet d'encre, thermogaphiques et électroconductogaphiques.

Nous nous intéresserons essentiellement aux imprimantes électrostatiques et thermogaphiques.

I.2.1 Les imprimantes électrostatiques :

L'imprimante électrostatique utilise la propriété d'un support diélectrique de conserver une distribution de densité de charges électriques. Le développement du papier sur lequel se trouve l'image latente à restituer, se fait par des particules d'une encre chargée par triboélectricité se trouvant dans un liquide diélectrique.

Ces imprimantes sont généralement à points, une tête d'écriture constituée d'une ligne de stylets faisant toute la largeur de la page permet d'obtenir des caractères ou des courbes par points. Les performances de ces machines sont relativement intéressantes, ainsi d'ailleurs que leur prix qui n'est pas très élevé. Certaines de ces imprimantes ont des vitesses d'écritures de l'ordre de 5000 lignes de caractères par minute, mais plus généralement, ces machines sont offertes avec des vitesses de l'ordre de 1000 lignes de caractères par minute.

I.2.2. Les imprimantes thermographiques :

L'imprimante thermographique utilise un support thermosensible sur lequel une distribution de température permet de former l'image latente du caractère à imprimer. Les performances de ces imprimantes sont bien inférieures à celles décrites ci-dessus, mais toutes ces machines ont un avantage certain en face des imprimantes "mécaniques", elles sont beaucoup plus fiables. La simplification de la mécanique entraîne par voie de conséquence, un fonctionnement plus sûr, mais aussi particulièrement silencieux, ce qui n'est certes pas à négliger.

I.3. Conclusion

Nous venons de montrer, de façon très succincte, les principaux systèmes d'écritures sur support papier utilisés dans le domaine des imprimantes. Chaque système a des avantages et des inconvénients que nous venons d'entrevoir. Cependant, l'inconvénient le plus marquant est certainement les faibles vitesses d'impressions de ces machines devant les possibilités énormes des ordinateurs. Il est donc certain qu'un nouveau système d'impression sur support papier, permettant des vitesses d'écriture beaucoup plus grandes, devrait satisfaire beaucoup d'exigence.

I.4. Enoncé du problème

Les imprimantes sont donc équipées, le plus souvent, d'organes d'impressions mécaniques. Elles sont généralement peu fiables, bruyantes et surtout très lentes devant la rapidité de sortie dont est capable un calculateur numérique. En effet, le temps de calcul, d'une unité centrale d'un ordinateur, est généralement très faible devant le temps nécessaire à l'acquisition des informations par une imprimante puis leurs reproductions sur le papier.

Le problème devient très vite crucial lorsqu'il s'agit de sortir un volume important de données alphanumériques ou graphiques. Dans ce cas particulier, l'unité centrale n'est pratiquement utilisée que pour effectuer la sortie de ces informations. Dans un ensemble informatique, le calculateur n'a donc que trop souvent une fonction d'attente, du fait de la trop grande disproportion de vitesse d'échange qui existe entre son propre système d'entrée - sortie et l'imprimante qui y est connectée.

Cette étude a donc pour base l'élaboration d'un nouveau système d'impression, capable de performances plus poussées que celles permises jusqu'à présent et autour duquel nous avons développé une imprimante rapide.

I.5. Technique d'impression retenue :

L'originalité du système d'écriture que nous nous sommes proposés d'inclure dans le prototype d'imprimante étudié, repose sur l'utilisation d'un papier photosensible se développant à la lumière du jour associé à des diodes électroluminescentes. Nous aurons donc là un système bénéficiant du caractère de rapidité des couches photosensibles, ainsi que de la fiabilité des éléments semi-conducteurs.

I.5.1. Caractéristiques du papier photosensible :

Le papier utilisé est fabriqué par la Société KODAK. Sa chromatisation s'étend de 530 à 710 nm, soit du vert au proche infra-rouge, avec une sensibilité maximale se situant entre 570 et 675 nm. Par conséquent, ce papier doit être sensible à l'émission de diodes électroluminescentes dont la longueur d'onde se situe entre les limites de sensibilités maximales (figure I.1.).

I.5.2. Développement du papier :

Ce papier a la particularité de se développer à la suite d'une exposition en lumière blanche. Sous un éclairage de l'ordre de 100 lux (niveau d'éclairage d'une pièce de travail), le développement ne demande qu'une vingtaine de secondes ; mais sous un éclairage de l'ordre de 2000 à 3000 lux, le temps nécessaire au développement est considérablement diminué (de l'ordre de la seconde). La technique de développement est donc relativement simple, ne nécessitant pas d'installation coûteuse.

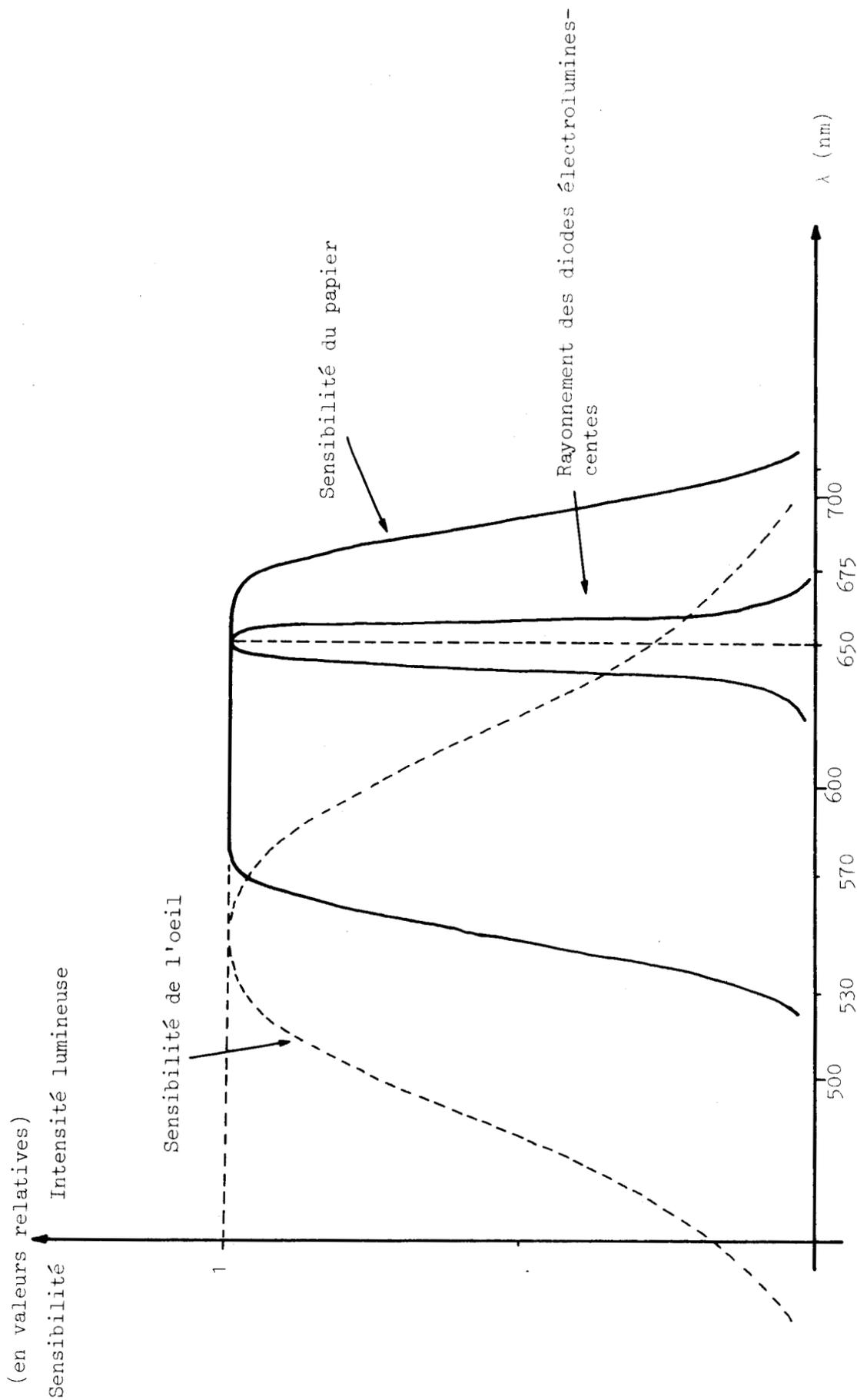
I.5.3. Conditions d'utilisation du papier :

L'utilisation d'un papier photosensible nous impose de placer celui-ci sous un conditionnement spécial, en l'occurrence dans une boîte noire, à l'intérieur de laquelle se formera l'image latente. Le développement de ce papier pouvant alors se réaliser en deux étapes, une première en soumettant la couche sensible à un fort éclairement à la sortie de la machine, la deuxième en exposant simplement ce papier à la lumière ambiante environnant la machine. L'utilisation d'une telle imprimante n'apporte donc pas d'inconvénients particuliers à l'utilisateur, si ce n'est pendant le chargement. Celui-ci peut néanmoins être simplifié, en conditionnant le papier en chargeur facile à manipuler.

I.5.4. Organe d'écriture :

Il est constitué essentiellement par des diodes électroluminescentes. Elles émettent un rayonnement lumineux dont la longueur d'onde est de 650 nm lorsque leur jonction est parcourue par un courant électrique dans le sens direct. Nous aurons donc, par la suite, à définir exactement qu'elles sont les conditions d'utilisations de ces éléments semi-conducteurs en fonction de leurs caractéristiques propres, ainsi que du papier utilisé. La structure de cet organe d'écriture reste donc à définir, elle dépendra en fait des résultats d'essais d'impression, mais aussi des différents critères qui ont guidés la conception de notre prototype d'imprimante.

Les conditions de fonctionnement ainsi que le principe d'écriture adopté pour cette imprimante seront développés dans les chapitres qui suivent.



Coubes de sensibilité relatives de l'oeil humain, du papier et spectre de rayonnement des diodes électroluminescentes.

Figure - I.1. -



C H A P I T R E I I

- PRINCIPES DE BASES DE L'IMPRESSION OPTOELECTRONIQUE - STRUCTURES DE L'IMPRIMANTE -

Nous nous sommes proposés dans ce chapitre d'étudier de façon très succincte les aspects théoriques de l'impression photographique.

Nous pourrons donc à partir de ces divers éléments définir la structure architecturale de cette imprimante. Les fondements théoriques proprement dit, de l'impression photographique, seront traités dans les annexes. Tous les termes photométriques que nous pourrons rencontrer dans la suite des prochains paragraphes y seront définis.

II.1. Aspect théorique de l'impression optoélectronique

Les aspects de bases qui nous ont permis de développer une telle machine ont été brièvement relatés dans les lignes précédentes. Il nous faut cependant, compte-tenu d'un type de papier photosensible retenu, définir le domaine de validité d'un tel système d'écriture.

II.1.1. Eclairage d'un plan par une source ponctuelle :

La source lumineuse utilisée est une diode électroluminescente, le plan récepteur est constitué par une feuille de papier photosensible disposé à une certaine distance de la jonction de la diode.

Dans un premier temps, nous allons considérer que la source lumineuse est ponctuelle (c'est-à-dire que ses dimensions sont négligeables devant sa distance "d" au plan récepteur).

Nous pouvons de cette manière établir les premières hypothèses de construction de la tête d'écriture de notre imprimante. (Figure II.1.)

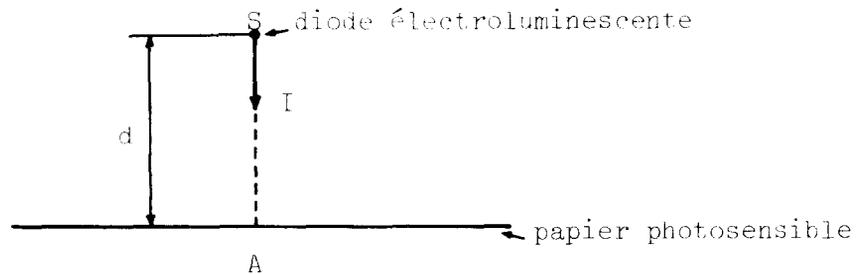


Figure - II.1. -

Si A est la projection de la source au plan de travail, SA est la distance d de la source au plan. I étant l'intensité lumineuse de la source selon l'axe considéré, l'éclairement du plan au point A sera donné par l'expression suivante :

$$E = \frac{I}{d^2}$$

Nous verrons par la suite, que cette expression est en fait approchée, car nous supposons que la diode est une source ponctuelle, ce qui est faux. Nous considérons ainsi que le faisceaux lumineux ne subit aucun phénomène de diffraction, de diffusion, d'absorption le long de l'axe de propagation des ondes lumineuses, ce qui n'est pas tout à fait le cas. Cependant, cette expression qui constitue une première approche du problème, nous permet d'ores et déjà d'émettre une hypothèse de construction de la tête d'écriture.

L'éclairement est inversement proportionnel au carré de la distance de la source au plan récepteur, par conséquent, l'énergie emmagasinée par le papier diminue proportionnellement dans le même rapport. L'énergie reçue est donc d'autant plus grande que le papier photosensible est placé à une distance la plus courte possible de la jonction de la diode électroluminescente.

Pour des raisons de construction, il n'est pratiquement pas possible de descendre au-dessous d'une distance de l'ordre de 1mm. Les essais seront donc conduits de telle manière que la jonction de la diode soit placée à cette distance de la feuille de papier. Nous pourrons ensuite, éventuellement,

apporter une correction aux résultats, en appliquant la relation approchée précédente, du moins en première approximation, s'il s'avère que cette distance doit être modifiée.

II.1.2. Caractéristiques optoélectroniques de l'organe d'impression :

Le rayonnement lumineux qu'émettent les diodes électroluminescentes a pour longueur d'onde : $\lambda = 650$ nm avec une luminance typique de l'ordre de 5000 nits. D'autre part, le rayonnement lumineux, issu des diodes est dispersé suivant un angle de l'ordre de 120° , et constitue un inconvénient dont il faudra tenir compte. La courbe photométrique des diodes électroluminescentes est établie par le fabricant et a la forme que l'on peut voir sur la Figure II.2. Celle-ci est établie en considérant que la source lumineuse est ponctuelle. On ne peut donc calculer la répartition de l'éclairement au niveau du papier que de façon très approximative, étant donné la faible distance de la diode au papier. Il est malgré tout possible, à partir de la courbe d'éclairement, de se donner une idée de la répartition de l'énergie lumineuse au niveau du papier (Figure II.3.).

Conclusion :

Cette courbe d'éclairement nous permet donc de conclure, avant même d'avoir commencé les premiers essais d'écriture, que les résultats devraient, semble-t-il, être décevants. En effet, nous ne pouvons de cette manière obtenir qu'une tâche plus ou moins informe, ayant des dimensions que l'on peut estimer à quelques millimètres de diamètre. C'est très éloigné de ce que l'on désire obtenir, pourtant le résultat peut-être nettement amélioré, simplement en diaphragmant le rayon lumineux issu des diodes. De cette manière, l'écriture d'un point ayant un diamètre de l'ordre de 0,2 à 0,3 mm est possible. Ceci convient parfaitement à l'utilisation que nous souhaitons d'un tel système d'écriture. Une série d'essais a donc été entreprise de manière à établir de façon expérimentale les limites d'utilisation de ce système.

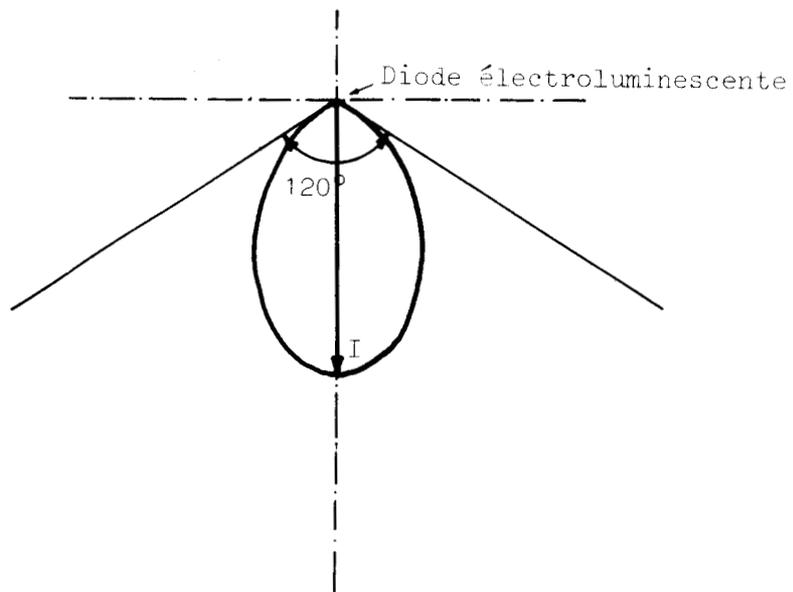


Figure - II.2. - : Courbe photométrique d'une diode, considérée comme une source ponctuelle.

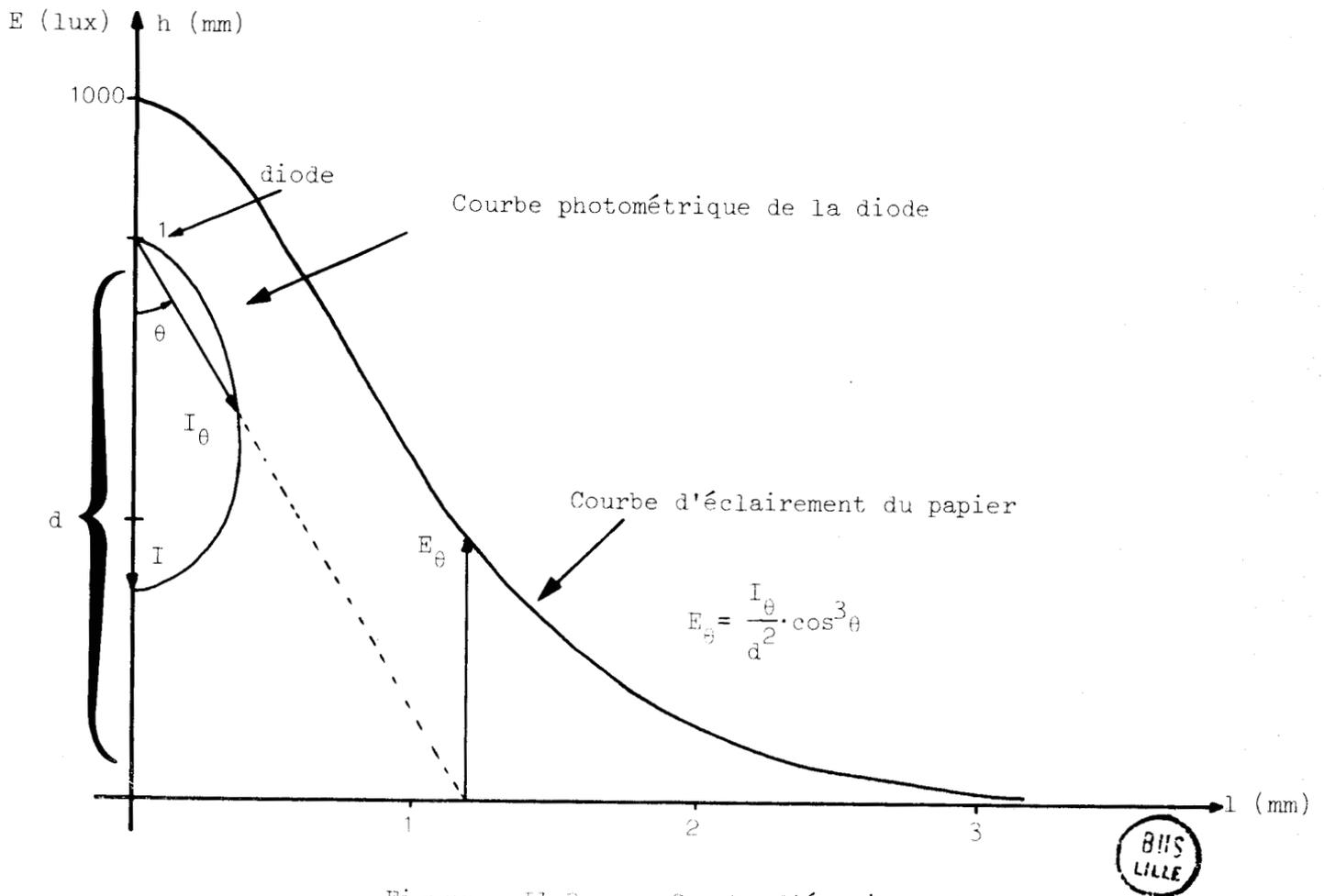


Figure - II.3. - : Courbe d'éclairement

II.1.3. Choix des diodes électroluminescentes :

Le critère principal, justifiant le développement d'un tel organe d'impression, repose sur le caractère de rapidité de réponse des couches photosensibles. Le choix d'un type de diode électroluminescente est donc guidé par les limites du procédé d'écriture. Il faut en effet que les diodes aient une puissance lumineuse assez élevée pour que la réaction photochimique soit suffisamment importante et donne une tâche ayant un bon niveau de contraste.

Il semble donc tout à fait logique de choisir de prime abord une diode électroluminescente parmi celles qui ont la plus forte puissance lumineuse. Ces diodes devront avoir, nous le verrons par la suite, des dimensions les plus réduites possibles. C'est pourquoi, nous avons choisi en définitive des diodes de type XP 102 de chez FERRANTI qui ont un rendement énergétique relativement élevé.

Compte-tenu de l'évolution des techniques dans le domaine de l'optoélectronique, il est probable que nous pourrions actuellement faire un choix bien meilleur que celui-là.

Cela ne peut donc qu'améliorer les résultats obtenus à ce jour.

II.2. Conditions de mise en oeuvre des essais d'impressions

Nous nous sommes placés, pour effectuer toute une série d'essais d'écriture, dans des conditions très proches de celles qui seront effectivement rencontrées dans le prototype de machine que nous avons construit.

Pour cela, nous avons lancé la construction d'un ensemble d'impression réduit à une ligne de dix diodes électroluminescentes qui a permis de déterminer les caractéristiques définitives du prototype de la tête d'écriture. Nous pourrions de cette manière cerner plus justement quels sont les qualités et les défauts d'un tel mode d'impression.

La technique employée pour réaliser cette tête d'écriture est une technologie couche épaisse. Une protection des diodes est assurée par une feuille de saphir synthétique. Une des faces de cette feuille est noircie, ne laissant qu'une petite fenêtre transparente au droit de chaque diode.

II.2.1 Caractéristiques d'un prototype de la tête d'écriture :

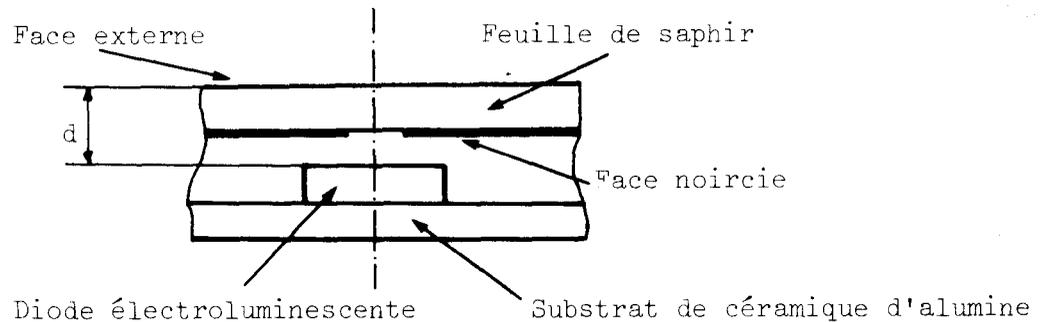


Figure - II.4. - : Vue en coupe du prototype de la tête d'écriture.

La distance d ainsi obtenue est de l'ordre de 1 mm. Chaque diode est collée sur un support de céramique d'alumine. La protection en saphir sert également de cache, tel que la figure II.4. le représente ci-dessus. Le papier passe sur la face externe, la couche photosensible est donc placée à la distance que nous nous étions fixés.

Compte-tenu de la construction de cette tête, le rayon lumineux issu de chaque diode va subir certaines contraintes imposées par le trajet. Il sera d'abord diffracté au passage du diaphragme. Une perte d'énergie supplémentaire interviendra au passage dans le saphir, ceci pour les défauts les plus importants que l'on pourra constater. En réalité, les pertes sont relativement faibles et interviennent donc très peu dans les résultats. Le saphir a un pouvoir absorbant faible pour les longueurs d'ondes lumineuses qui se situent dans le rouge.

II.2.2. Commande des diodes :

Chaque diode est commandée en courant. Les essais consisteront à ajuster ce courant, traversant les diodes, pour que l'énergie lumineuse reçue par le papier soit suffisante pour former l'image latente.

Nous nous sommes donc efforcés de faire en sorte que chaque diode émette un rayonnement lumineux d'intensité constante pendant un laps de temps parfaitement connu.

Le schéma de l'installation est donc très simple. Un générateur de signaux rectangulaires permet de commander une diode en tout ou rien, celle-ci constituant la charge d'un transistor. Un ajustement de l'amplitude et de la durée de l'impulsion de courant traversant la diode permet de déterminer la quantité d'énergie lumineuse nécessaire à l'obtention d'un résultat satisfaisant. (Figure II.5.).

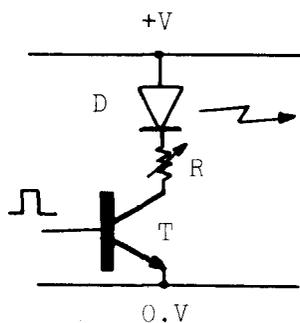


Figure - II.5. -

II.2.3. Mise en oeuvre de l'expérience :

L'expérience est réalisée à l'intérieur d'une pièce à l'abri de tout éclairage extérieur, simplement éclairée par une lumière verte inactinique.

Le papier est posé sur la protection en saphir de la tête d'écriture. Une seule impulsion lumineuse, parfaitement calibrée, est dirigée vers la couche photosensible.

Le niveau minimum de l'énergie électrique de commande des diodes est atteint lorsque le résultat est jugé satisfaisant au niveau du papier. Il sera cependant nécessaire de tenir compte de la dispersion de caractéristiques des diodes électroluminescentes utilisées lors du choix

définitif des conditions de commande. Le résultat est de cette manière, beaucoup plus homogène.

II.3. Essais d'impressions

Ces essais ont permis de déterminer un niveau d'énergie minimum, correspondant à l'obtention d'une densité optique suffisante sur le papier, la trace étant bien visible et contrastée. Cette énergie est proportionnelle à un produit $I \times t$ (Intensité lumineuse par le temps d'exposition) de l'ordre de $5 \cdot 10^5$ nits μ s

Celle-ci devra être majorée pour tenir compte de tous les défauts que nous avons signalés précédemment.

Loi de réciprocité du papier :

Nous avons pu vérifier que la loi de réciprocité du papier photosensible reste sensiblement exacte dans un domaine de temps d'exposition assez étendu ce qui confirme les données du fabricant. Celle-ci est donc valable entre 10^{-2} et 10^{-5} secondes.

II.4. Choix d'un temps d'exposition

Nous avons pu mettre en évidence, dans les divers essais d'impression, que les limites d'utilisation d'un tel système correspondait en fait aux limites électriques des diodes électroluminescentes. Par conséquent, la borne inférieure du temps d'exposition admissible sera atteinte pour le courant efficace direct maximum de la diode utilisée. La valeur de ce temps d'exposition est donc lié au choix du type de diode, mais aussi de leur commande et de leur montage. Par conséquent, cela dépendra de l'architecture de la machine et des caractéristiques finales désirées.

Pour toutes ces raisons, nous avons choisi un temps d'exposition de 50 μ s. Pendant ce temps, l'intensité lumineuse que délivrera chaque diode sera maintenue à une valeur constante égale à $3 \cdot 10^4$ nits, correspondant à un courant direct de 100 mA.

Il serait possible de diminuer très sensiblement ce temps d'exposition, mais cela risque d'entraîner de sérieuses complications au niveau de la réalisation du prototype d'imprimante.

II.5. Défauts de fixage du papier photosensible

Jusqu'à présent nous n'avons pas fait mention dans les essais préparatifs, de tests sur le papier lui-même. Il en est un qui doit cependant être réalisé, c'est l'aptitude du papier à conserver des informations lorsque celui-ci est exposé à la lumière. L'aspect du papier, après développement, se modifie dans le temps si certaines règles de stockage ne sont pas respectées (absence de lumière). Il s'agit là, en fait, d'un problème de fixage de la couche sensible, or ce traitement n'existe pas.

Cependant, nous pouvons estimer que la qualité de l'écriture reste bonne pendant plusieurs mois, même si l'on n'observe aucune règle spéciale de conditionnement du papier, après le développement de l'image latente.

II.6. Structure du système d'impression optoélectronique

Nous avons établi, de façon expérimentale, les limites de validité de ce système d'écriture. Il nous faut donc maintenant définir l'architecture interne de l'imprimante. Cependant, avant cela, nous allons établir les structures propres de l'organe d'impression.

Toute la structure de la machine dépend en fait de la technique d'écriture que l'on adopte. En effet, tout cela dépend de la configuration que l'on donne à la tête d'écriture. Nous pouvons soit, réaliser une tête d'écriture mobile, qui permettrait de reproduire des caractères alphanumériques de la même manière que les imprimantes à aiguilles. Nous pouvons également construire une tête d'écriture capable de reproduire des points sur l'ensemble de la largeur du papier à la manière des imprimantes électrostatiques.

Le critère de rapidité a été défini, au départ, comme étant le plus important, nous avons donc choisi la deuxième solution qui permet de supprimer tous les temps morts dûs au déplacement d'une tête sur toute la largeur du papier.

II.7. Caractéristiques définitives de la tête d'écriture

L'impression du papier est donc obtenu à partir d'une matrice de diodes électroluminescentes capable d'écrire sur le papier photosensible un certain nombre de points suivant la largeur de la page.

Nous pourrions nous reporter à la fin du présent mémoire pour obtenir de plus amples informations sur la construction de la tête d'écriture. Cependant nous allons ici en donner les caractéristiques principales.

II.7.1. Constitution de la tête d'écriture :

La technologie retenue pour sa construction est une technologie couche épaisse, comme pour le prototype que nous avons utilisé pour nos premiers essais. Cet ensemble forme un seul circuit dont la longueur correspond à la largeur que l'on désire impressionner. 708 diodes électroluminescentes sont montées sur un support rigide selon un pas de 0,6 mm. Toutes les diodes sont protégées par une feuille de saphir supportant un cache construit de telle façon que le faisceau lumineux issu de chaque diode ait un diamètre apparent de 0,2 mm.

II.7.2. Remarques :

Nous avons eu quelques difficultés à réaliser cet ensemble d'impression optoélectronique, celles-ci étant liées à la technologie employée et aux tolérances mécaniques de construction que nous nous sommes imposés. Le pas que nous avons choisi est très éloigné du pas standard rencontré habituellement dans ce type de machine. L'encombrement de chaque diode ne nous a pas permis de diminuer la valeur du paramètre.

L'emploi d'une autre technologie, d'autres diodes électroluminescentes ou la modification de la structure de la tête d'écriture, nous permettrait certainement de réduire encore le pas. Cependant, les difficultés de construction auraient été accrues sans apporter d'éléments nouveaux au procédé d'écriture.

II.8. Technique d'écriture

Nous venons de définir la structure de la tête d'écriture. Sous cet élément d'impression fixe se déplace une feuille de papier photosensible. Il s'agit là du schéma classique d'une imprimante à points. Etant donné l'extrême rapidité avec laquelle il est possible d'écrire un point, il est parfaitement envisageable de prévoir un avancement continu du papier. Dans ce cas l'écriture sera dite "à la volée". La limite d'une telle technique d'impression est atteinte lorsque la qualité du résultat est elle-même en défaut. Le temps d'exposition a été précédemment établi à 50 μ s, pendant ce temps, le déplacement du papier doit être négligeable, ou du moins peu apparent devant les dimensions d'un point. La limite pratique de l'étalement de ce point est en fait arbitraire, car elle est liée à des considérations purement subjectives. Pour que celui-ci ne soit pas trop visible, nous nous sommes fixés un étalement maximum de cinq centième de millimètre. Cela nous impose une vitesse maximale de défilement de papier de l'ordre de 1m/s. Nous pourrions certainement reporter un peu plus loin cette limite, mais dans ce cas, la qualité du résultat risque d'en être profondément affecté.

Nous aurons par la suite à justifier ces divers paramètres, que nous venons de nous imposer, vis à vis des structures internes et des vitesses d'échanges de notre imprimante connectée au calculateur.

II.9. Conception d'ensemble de l'imprimante

Cette machine telle que nous l'avons conçue a donc une structure simplifiée, en ce qui concerne du moins le système d'écriture. Sous la tête d'impression se déplace une bande de papier entraînée de façon continue, pendant le temps d'inscription, par un système dérouleur classique. Chaque ligne de points écrite devra être située à un emplacement très précis de manière à obtenir une reproduction de textes ou de dessins très homogène. Une synchronisation est donc nécessaire entre le dérouleur de papier et l'ensemble d'impression, ceci sera l'objet d'un des paragraphes suivant.

Les caractères alphanumériques ou les courbes seront donc obtenus par combinaisons de points.

II.10. Contraintes imposées par le temps d'écriture

Nous avons établi durant les essais que le temps d'exposition pouvait être raisonnablement descendu à 50 μ s. En d'autres termes, cela revient à dire qu'une diode doit être "allumée" pendant tout ce temps si l'on veut effectivement obtenir l'écriture d'un point. Cela nous impose en conséquence de garder toutes les informations utiles à l'écriture d'une ligne de points pendant le même temps. Il faut donc associer à chaque diode un élément susceptible de mémoriser cette action "d'allumage" ou de "non allumage". La structure de cette mémoire est liée à l'architecture interne de la machine que nous étudierons plus en détail dans les pages suivantes.

II.11. Synchronisation de l'écriture avec l'avance du papier

Nous avons précédemment entrevu la nécessité de prévoir un système de synchronisation entre le dérouleur de papier et la partie logique de commande chargée de l'écriture.

Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un capteur permettant de mesurer l'avance du papier et donc de connaître sa position à chaque instant.

Le dérouleur de papier est conçu de la façon suivante :

Deux rouleaux entraînés par un moteur communiquent à la feuille de papier une certaine vitesse. Le rouleau d'entraînement principal est usiné à un diamètre bien précis. Sur l'axe de ce rouleau est placé un codeur incrémental rotatif délivrant des impulsions électriques chaque fois que l'arbre a tourné d'un certain angle. Par suite de cette disposition, une relation simple peut-être mise en évidence entre l'écart séparant deux tops successifs issus du codeur et la longueur de papier déroulée (Figure II.6.).

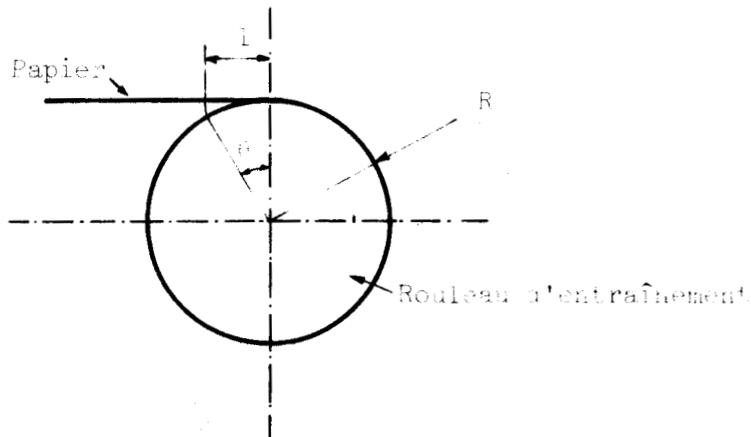


Figure - II.6. -

Soit l : la longueur de papier déroulé, correspondant à la rotation de l'arbre d'entraînement d'un angle θ .

θ : l'angle de rotation, séparant l'envoi de deux tops successifs issus du codeur incrémental.

P : le nombre de points par tour délivré par le codeur

R : le rayon du rouleau d'entraînement principal (compte-tenu de l'épaisseur du papier).

Dans l'hypothèse où il n'y a pas de glissement, nous avons la relation :

$$l = R.\theta$$

Pour un codeur incrémental délivrant un nombre P d'impulsions par tour, le diamètre du rouleau d'entraînement est donné par la relation :

$$D = \frac{P.l}{\pi}$$

Cette relation montre que les impulsions de synchronisations sont indépendantes de la vitesse de défilement du papier. Elles ne dépendent que de la position du papier.

Partant des hypothèses émises précédemment, une partie logique chargée de l'écriture est synchronisée à l'aide de ce codeur sur la position réelle du papier. Trois ensembles distincts seront donc en présence : le calculateur numérique à travers son système d'entrée - sortie, la logique interne de l'imprimante et le dérouleur de papier.

II.12. Architecture interne de l'imprimante

L'ensemble calculateur - imprimante peut donc se schématiser de la façon suivante : (Figure II.7.)

Une imprimante est connectée à un calculateur, celui-ci est chargé par programmation de lui fournir un certain nombre d'informations. Un ensemble logique centralise tous les signaux issus du calculateur et ses propres signaux internes. Il est donc chargé de gérer toutes les informations qu'il reçoit, de les traiter et ensuite de les distribuer aux divers modules qui composent cet ensemble. Il a donc un rôle de décision et de synchronisation.

Il nous reste à définir la commande du dérouleur de papier, mais aussi les critères de fonctionnement de la logique de commande. De ces définitions, dépendront toutes les caractéristiques de l'imprimante, ses performances ainsi que ses modalités d'utilisation.

Nous allons nous attacher, dans le prochain chapitre, à définir les modes de reproductions des caractères alphanumériques et des courbes par points, tout cela étant en dépendance directe avec le mode d'échange choisi entre le calculateur et l'imprimante.

II.13. Conclusion

Les limites d'utilisation du système d'impression étudié ne sont valables qu'à l'intérieur du domaine délimité par les hypothèses émises au départ et les technologies employées. Nous avons en fait montré que ce système était capable d'écrire un point en 50 us. Ce mode d'impression est donc particulièrement rapide, les performances de ce système dépassent les possibilités de tous les dispositifs actuels tout en étant parfaitement silencieux.

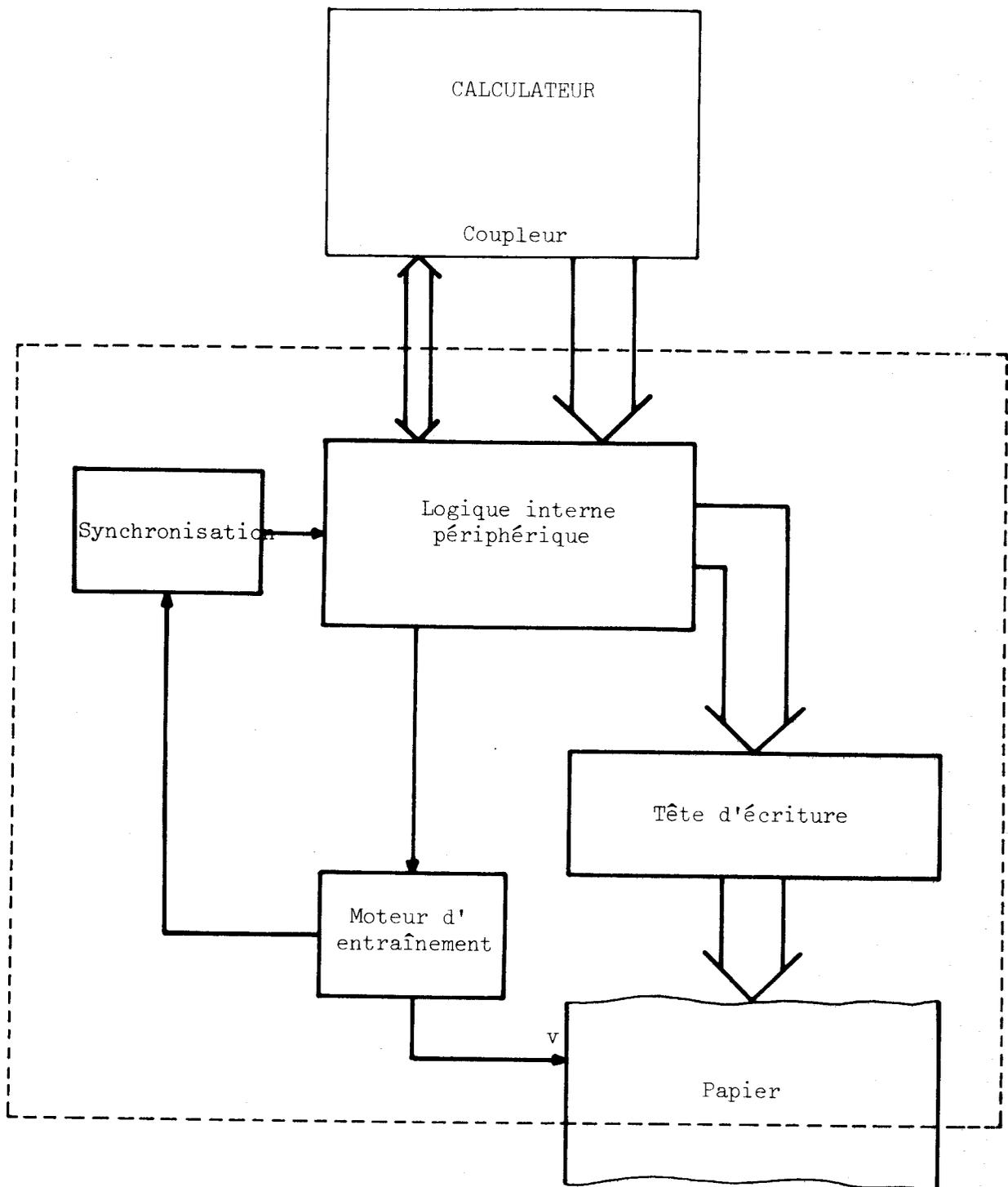


Figure - II.7. -

BIS
ILLE

C H A P I T R E I I I

- DEFINITIONS DES MODES DE FONCTIONNEMENT DE L'IMPRIMANTE ET ARCHITECTURE INTERNE -

III.1. Présentation des informations en sortie

De la conception d'ensemble de l'organe de sortie dépend la structure de l'interface de l'imprimante, mais aussi les performances finales qu'il est envisageable d'obtenir.

La sortie la plus rapide est obtenue lorsque les informations sont présentées en parallèle au moment de l'écriture. Pour cela, et en raison des remarques que nous avons émises précédemment, l'écriture d'une ligne de points complète est exécutée en une seule opération. Cela réduit donc le temps total d'exposition du papier, pour l'écriture d'une ligne de points, à 50 μ s.

L'ensemble de sortie et d'impression est donc conçu de la manière suivante : les informations de sortie sont stockées dans un registre à sorties parallèles de 708 bits. Celui-ci commande les diodes électroluminescentes à travers une série d'amplificateurs. Les informations ne sont disponibles au niveau de l'organe d'impression que lorsqu'elles sont validées par un signal extérieur de synchronisation (Figure III.1.).

A partir d'une telle conception de l'organe de sortie sur papier, nous avons développé une imprimante permettant la reproduction de caractères alpha-numériques, mais aussi de courbes. Il nous faut donc pour ces deux modes de fonctionnement, définir à la fois comment les informations devraient être présentées en entrée de l'ensemble de traitement, mais aussi comment nous allons les retrouver en sortie.

Toutefois, certaines remarques s'imposent. Il est certain que tout tracé constitué par une mosaïque de points doit être défini par la densité de ces points qu'il est possible d'obtenir.

De celle-ci dépend en effet, la netteté de la reproduction. Il s'agit donc de développer à la fois un système ayant de bonnes performances en ce qui

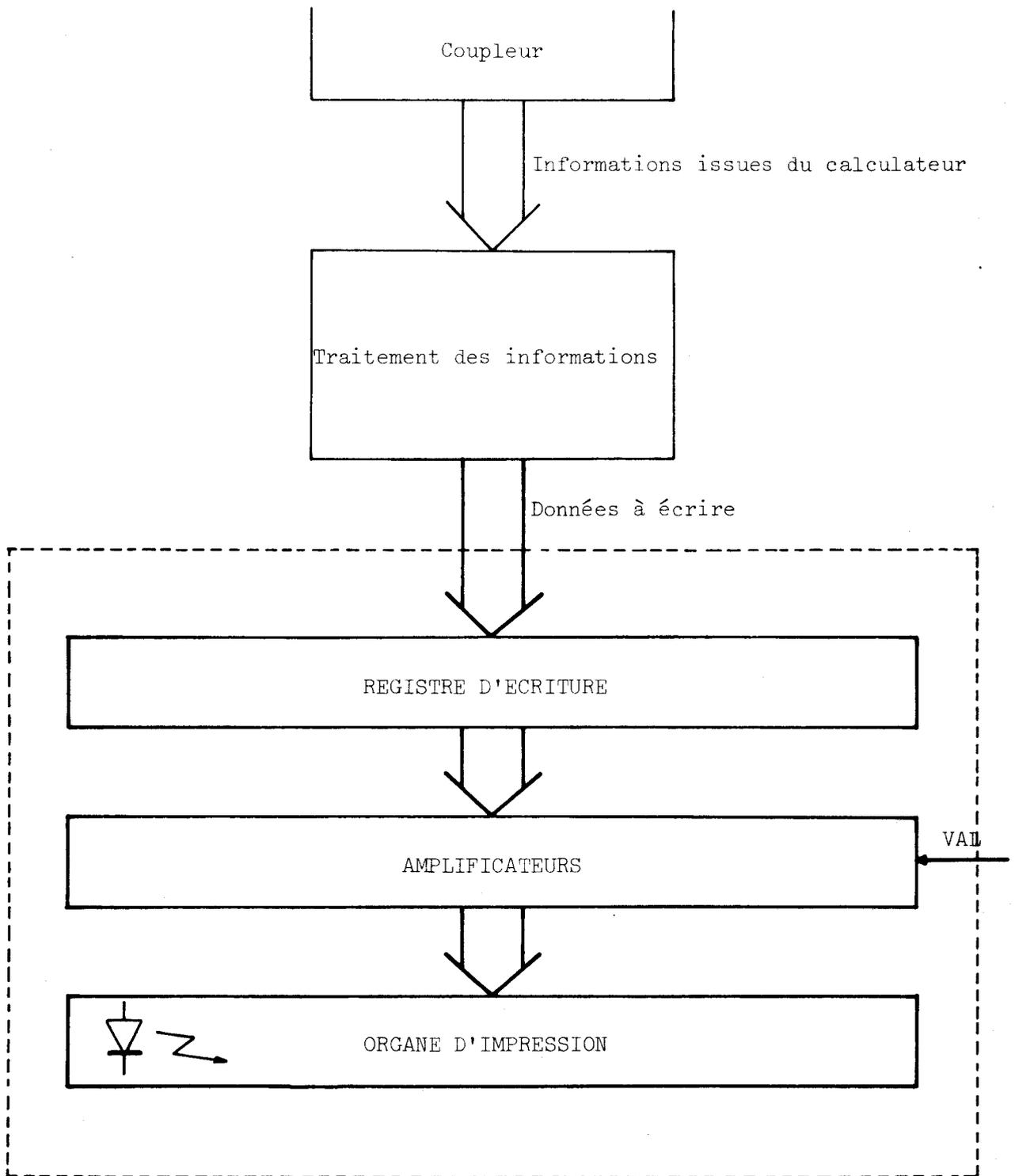


Figure - III.1. -



concerne la rapidité d'exécution, mais aussi permettant l'obtention de dessins parfaitement reconnaissables.

Le critère de reconnaissance des formes est en fait capital pour une machine dont la fonction est la transmission d'informations à l'homme.

III.2. Reconstitution d'un tracé graphique par points

L'écriture d'une page se fait par déplacement d'une feuille de papier sous la tête d'écriture. La génération de l'ensemble d'un tracé graphique se fera donc un peu à la manière dont est élaborée une image de télévision. En effet, un tel tracé est contenu dans une matrice comportant suivant une ligne autant de points qu'en comporte la tête d'écriture ($n = 708$ points) et suivant les colonnes, le nombre de points (m) choisi pour pouvoir représenter convenablement le tracé. Une image complète est donc générée ligne par ligne. Une programmation relativement simple du calculateur devra nous permettre de reproduire cette image point par point.

III.2.1. Hypothèses de reproduction graphique :

Il est nécessaire avant de construire le système d'acquisition et de traitement des données devant permettre la représentation de courbes de montrer les limites des divers procédés qu'il est possible de mettre en oeuvre. Le problème posé consiste en fait en un codage d'une ligne de 708 points permettant d'obtenir au niveau de l'organe de sortie un mot binaire de la même dimension. Deux hypothèses principales peuvent être retenues.

- 2.1.1. Première hypothèse de fonctionnement -

Elle consiste en une limitation arbitraire du nombre de points que l'on pourrait effectivement écrire sur une même ligne, par exemple trois ou quatre points parmi les 708 possibles. Ces quelques points sont représentés par leur adresse dans un tableau d'une ligne de 708 positions. Un code à 10 bits est donc suffisant pour définir une adresse. Suivant le type de calculateur utilisé, cette méthode permet de stocker chaque adresse sur un ou deux mots mémoires. La limitation du nombre de points, pouvant être impressionné suivant une même ligne, entraîne par conséquent l'occupation d'une zone mémoire au niveau du calculateur, plus réduite.

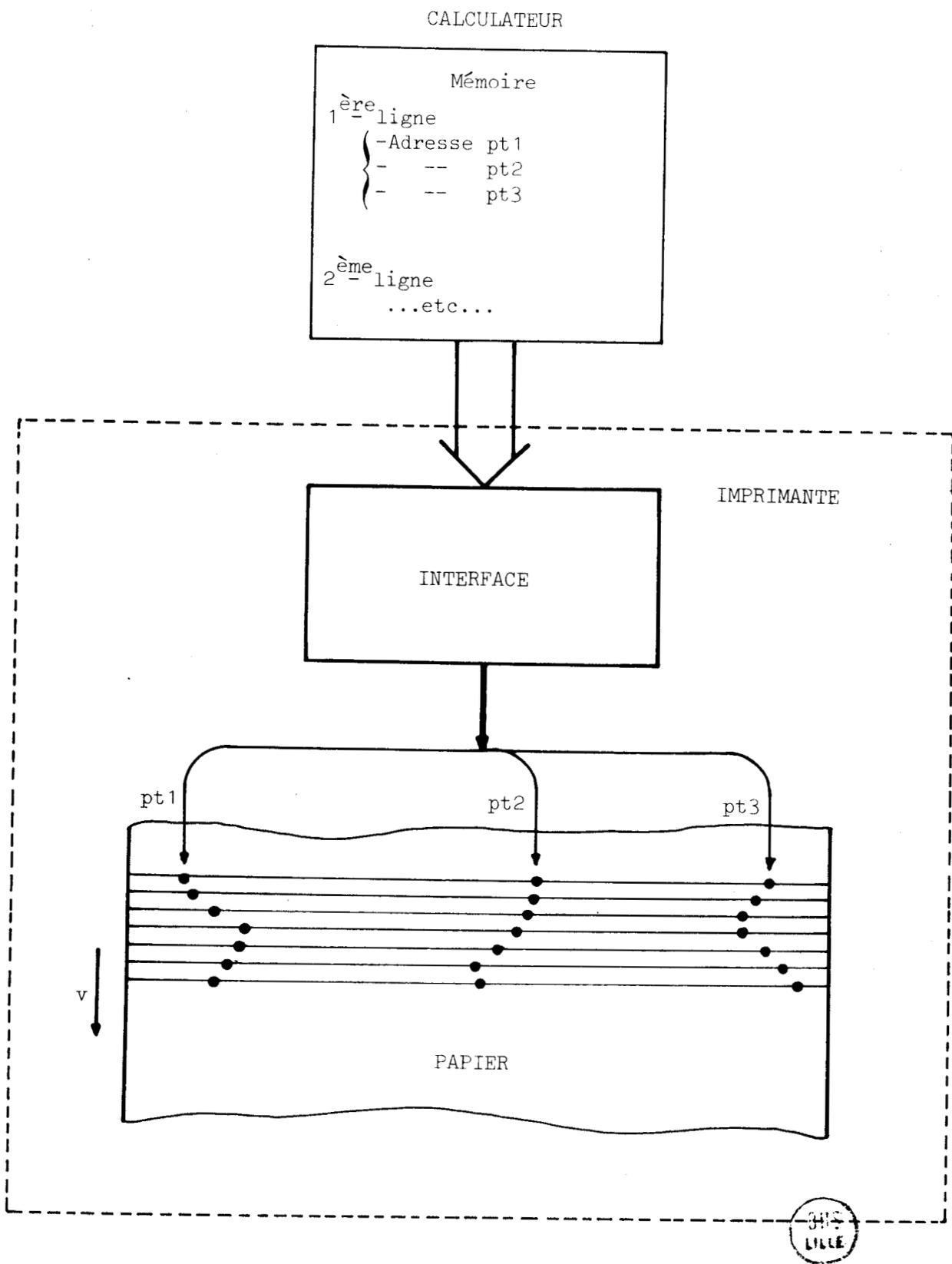


Figure - III.2. -

Le premier avantage d'un tel mode de fonctionnement est celui que nous venons d'évoquer, le second en est une conséquence.

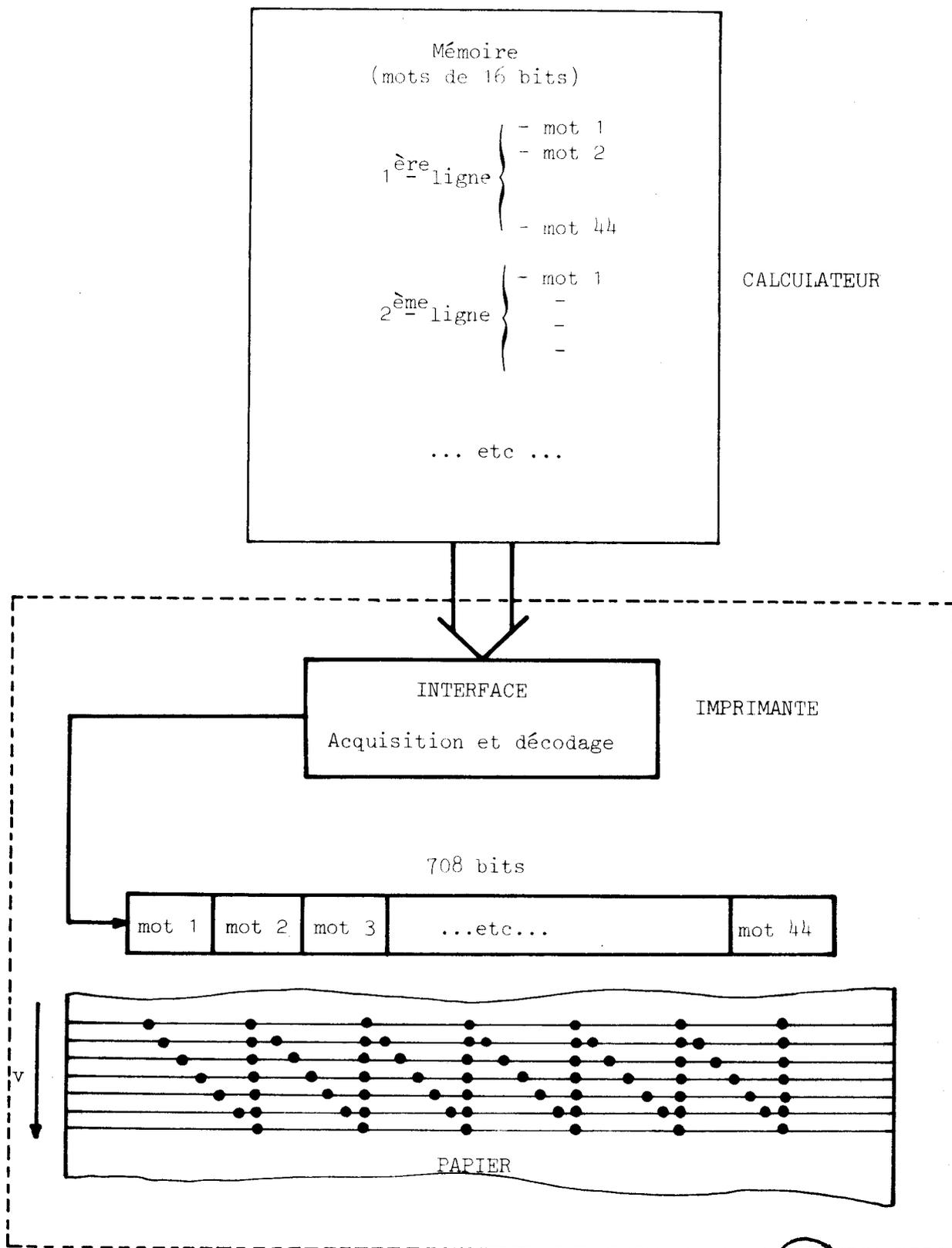
En effet, la durée d'échanges des données du calculateur vers l'imprimante serait de ce fait très court. L'inconvénient primordial relatif à ce mode de reproduction graphique est qu'il limite essentiellement les possibilités de la machine à des sorties de courbes simples. C'est parfois suffisant mais dans ce cas la machine ne peut-être utilisée que pour résoudre des problèmes très spécifiques (Figure III.2.).

- 2.1.2. Deuxième hypothèse de fonctionnement -

Une structure plus complète peut-être mise en oeuvre. Elle est basée sur une extension des possibilités de reproduction de la machine jusqu'à la limite maximale permise. La tête d'écriture comporte n points (708 diodes), il y a donc théoriquement n possibilités d'écriture d'un point suivant une même ligne. A la limite, il doit être possible d'écrire n points par ligne.

Dans ce cas, la représentation d'un point par son adresse n'est plus satisfaisante. Il faudrait, pour représenter à la limite une ligne de points complète, transmettre 708 adresses ou mots au système d'acquisition et de traitement des données de l'imprimante. Le codage le plus judicieux consiste donc à associer à chaque point une seule variable binaire et non un mot complet.

A chaque élément électroluminescent de la tête d'écriture sera associé l'état d'un bit et un seul contenu dans un mot mémoire du calculateur. Le nombre de mots à transmettre sera donc, dans le cas le plus défavorable de : 37 mots de 19 bits ou 44 mots de 16 bits. L'avantage évident de ce principe de reproduction est une grande adaptation du système à toutes les situations. Il reste que, néanmoins, la quantité de mots nécessaires à la représentation d'une ligne est encore important. Nous verrons par la suite que cela peut devenir un inconvénient majeur si l'on veut tout de même conserver à cet ensemble des performances honorables. Malgré cela, c'est cette solution qui a été retenue car elle permet d'élaborer une machine dont l'universalité d'utilisation est plus grande (Figure III.3.).



BUS
LILLE

Figure - III.3. -

III.2.2 Remarques :

Le dernier principe de reproduction graphique que nous venons de définir nous impose la connaissance totale de tous les éléments d'une matrice de $n \times m$ points. Chacun de ces éléments étant associé à l'état d'une variable binaire.

Compte-tenu de ces hypothèses, la mémorisation d'une image au niveau du calculateur exigera dans l'installation la possibilité d'accès à une mémoire d'une capacité minimale de $n \times m$ bits. Un rapide calcul montre que la taille de cette mémoire peut atteindre des proportions très importantes selon le dessin à reproduire. C'est là un des points essentiels que l'on rencontre souvent en reproduction graphique. Celui-ci n'est pas nécessairement lié à la conception même du périphérique. Un algorithme ne permet pas toujours de retrouver l'image que l'on veut conserver en mémoire et dans ce cas il est nécessaire de disposer d'une mémoire ayant une taille suffisante.

III.3. Reconstitution des caractères alphanumériques

Le problème consiste à déterminer les dimensions optimales de la matrice de points dans laquelle il est possible d'inscrire tous les caractères alphanumériques que l'on désire représenter. Un choix est donc nécessaire en ce qui concerne les caractères à écrire d'une part, ensuite leurs dimensions et enfin leurs formes. Nous nous sommes donc imposé de ne reproduire que les 64 caractères alphanumériques du code A.S.C.I.I.. Nous ne pourrions donc représenter dans ce mode de fonctionnement que les lettres majuscules (caractère d'imprimerie) certains signes et les chiffres de 0 à 9. La grande majorité des imprimantes ont ces mêmes possibilités de reproductions alphanumériques.

Il serait tout à fait possible d'envisager la reproduction de caractères de tailles et de formes très différentes, par une modification de la structure interne de l'imprimante ; ce n'est cependant pas le but que nous nous sommes proposé d'atteindre dans la construction de ce prototype.

III.3.1. Dimensions des caractères

Le choix des dimensions de la matrice dans laquelle viendra s'inscrire chaque caractère a une incidence sur les performances de la machine en mode alphanumérique et également sur la qualité du résultat. Il est, de plus, absolument nécessaire que celle-ci soit la plus petite

possible, de manière à permettre la reproduction d'un nombre plus grand de caractères sur une ligne pour une même définition de la tête d'écriture. En réalité, les caractéristiques principales de la tête d'écriture ont été établis à partir des dimensions des caractères et de la largeur du papier.

Il est généralement admis que l'on peut inscrire tous les caractères alphanumériques dans une matrice de 7 x 5 points. C'est en fait la matrice la plus petite qui assure une parfaite reconnaissance des formes, ainsi qu'une parfaite lisibilité des documents.

L'espacement entre deux points consécutifs est, compte-tenu de la technologie retenue pour la construction de l'ensemble d'impression, de 0,6 mm. Ce pas représente plus de deux fois celui rencontré dans la plupart des imprimantes à points actuelles. Nous n'obtiendrons donc pas des caractères de dimensions standards ; il s'agit là, cependant, d'un problème purement technologique qui devrait pouvoir être résolu.

III.3.2. Reproduction des caractères :

Une imprimante doit être capable de reproduire une série de caractères alphanumériques suivant chaque ligne en fonction des informations transmises depuis le calculateur. Celles-ci arrivent sous forme de code A.S.C.I.I. Il s'agit là d'un code à 8 bits à partir duquel, la logique interne de la machine devra retrouver la matrice correspondante de 7 x 5 points. La reproduction des caractères doit être telle qu'elle permette une lecture aisée des documents, en conséquence ils devront être espacés de façon homogène suivant une même ligne. Pour la même raison, toutes les lignes de caractères devront être suffisamment espacées entre elles.

Nous avons donc pris arbitrairement un espace de deux pas entre deux caractères consécutifs situés sur une même ligne et un espace de trois pas entre deux lignes successives de caractères (Figure III.4.).

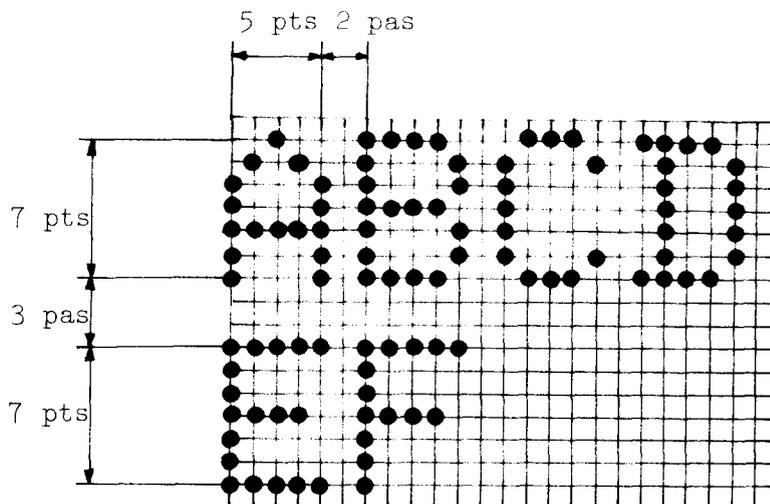


Figure - III.4. - : Reproduction de caractères

Compte-tenu des caractéristiques de la tête d'écriture et des impératifs d'espacement entre deux caractères consécutifs, la capacité d'écriture de notre prototype d'imprimante est de 118 caractères alphanumériques suivant une ligne. Là encore, nous n'atteignons pas les caractéristiques standards des machines de ce type, mais il s'agit d'un problème purement technologique comme nous l'avons précédemment signalé.

III.3.3. Technique de reconstitution :

Cette imprimante est destinée à être connectée à un ordinateur. Celui-ci lui fournira une série d'informations à retranscrire sur le papier. A partir du code ASCII de chaque caractère, il est nécessaire de retrouver les 35 points utiles à leur reconstitution graphique.

Chaque ligne de points constituant une ligne de caractères est impressionnée en une seule opération. Etant donné que le papier ne peut, par construction, revenir en arrière, il devient nécessaire d'interposer une mémoire tampon, entre le système de décodage de l'imprimante et le système d'entrée - sortie du ordinateur.

La solution la plus économique, en ce qui concerne la taille de cette mémoire, consiste à stocker tous les caractères à écrire sous forme de code ASCII. Un balayage du contenu de cette mémoire tampon permettra de reconstituer toutes les lignes de points de la ligne de caractères correspondante.

Nous verrons dans un prochain chapitre la structure proprement dite de la mémoire tampon et les techniques de balayage retenues. La capacité de cette mémoire reste à définir, celle-ci dépend en fait du temps disponible à la fois pour acquérir les informations et ensuite les décoder. Il pourrait s'avérer utile de stocker jusqu'à deux lignes complètes de caractères, une partie de la mémoire travaillant en acquisition des données pendant que l'autre partie sert au décodage d'une des lignes de caractères, et ceci alternativement.

Cependant, nous pouvons d'ores et déjà résumer en un schéma bloc, l'architecture interne (Figure III.5.) de cette imprimante, du moins en ce qui concerne la reproduction alphanumérique.

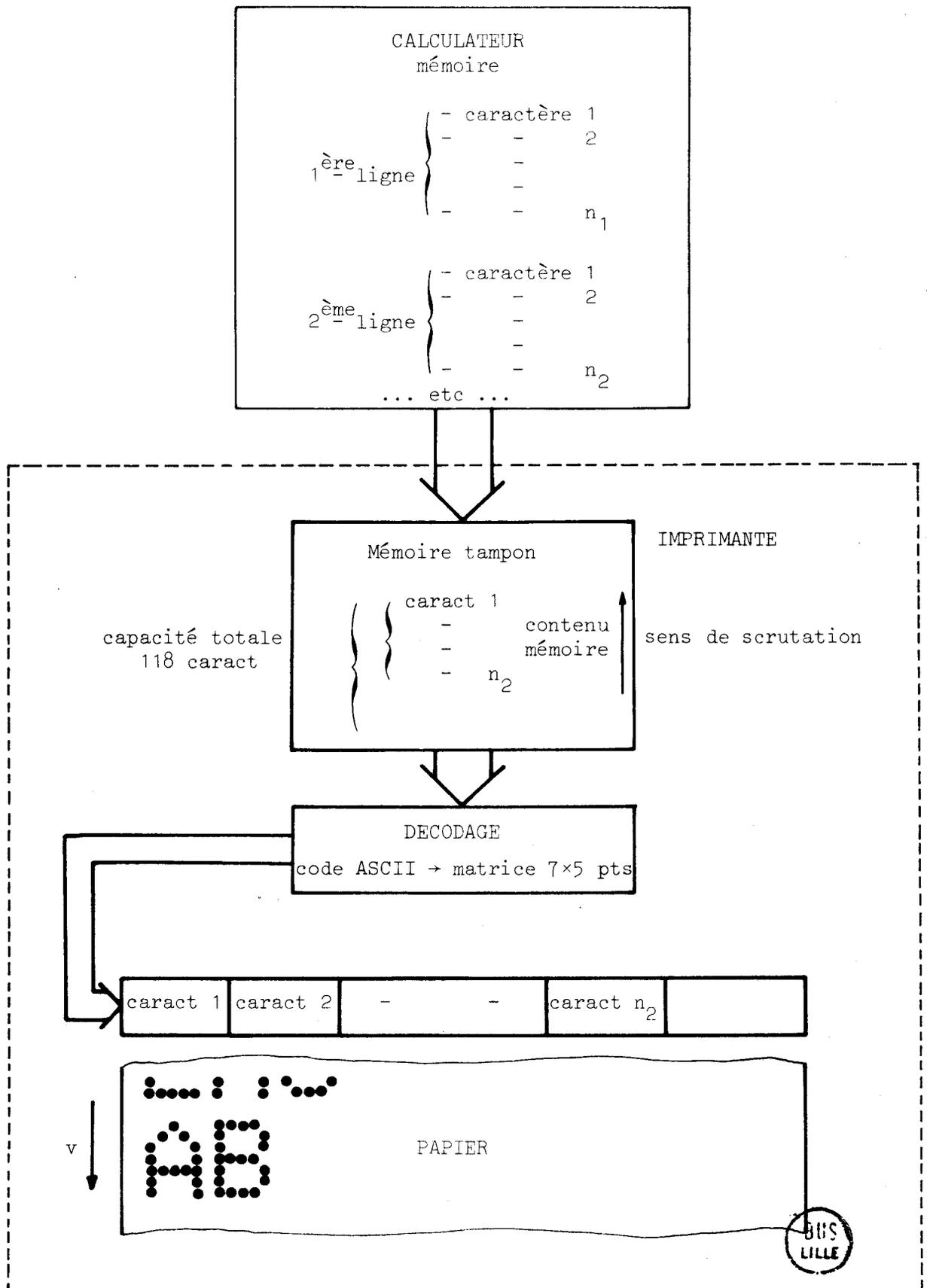


Figure - III.5. -

III.4. Modalités de fonctionnement de l'imprimante

III.4.1. Commutation alphanumérique et graphique :

Les structures que nous avons définies permettent un fonctionnement soit en alphanumérique, soit en graphique de cet ensemble de sortie rapide. Il est donc nécessaire de prévoir une commutation du mode de fonctionnement, celle-ci pourrait être manuelle ou directement commandée par le calculateur. Cette dernière solution semble, en effet, être d'utilisation plus souple.

Le passage d'un mode de fonctionnement à l'autre est donc décidé à la suite de l'acquisition par la logique interne d'un mot de commande relatif à la fonction de sortie désirée. Nous verrons plus en détail les actions de ces mots de commandes sur la logique de l'imprimante, ainsi que leur code respectif, dans l'étude pratique.

III.4.2. Ordre Retour-chariot et Line-Feed :

En ce qui concerne le mode de fonctionnement alphanumérique certaines structures d'échanges doivent être parfaitement définies. La technique de programmation dépend essentiellement du type d'échange "hardware" choisit, entre le calculateur et l'imprimante, la structure proprement dite de l'échange dépend de l'architecture interne de l'imprimante et du rôle attribué aux différents mots fonctions disponibles. Ceux-ci auront pour fonction, de permettre un découpage des échanges ainsi qu'une recombinaison des différentes lignes de caractères.

Ces mots de commandes sont essentiellement le retour-chariot et le line-feed (RC et LF). Ils sont couramment employés pour la commande des imprimantes. Nous aurons cependant à définir leur action sur le fonctionnement de notre prototype.

- 4.2.1. Retour chariot -

Ce mot de commande a réellement un sens, pour les imprimantes et les télétypes, qui possèdent une tête d'impression montée sur un chariot, se déplaçant suivant la largeur de la feuille de papier. L'écriture des caractères s'exécute de gauche à droite, l'acquisition de ce mot, par la logique, fixe ainsi l'instant du retour de la tête à sa position de repos.

La même définition sera donc prise en ce qui concerne notre imprimante. Dans celle-ci, aucun chariot ne se déplace, en fait tout se passera comme s'il existait réellement et qu'au moment de l'écriture des caractères ceux-ci s'écrivent de gauche à droite, par déplacement d'une tête d'impression purement fictive. Ce mot de commande aura une signification précise, selon la place qu'on lui assignera dans la transmission des données. Nous pouvons en fait, considérer deux cas possibles :

1) La machine étant libre, le retour-chariot est transmis au début d'une série de caractères. Celui-ci ne peut alors avoir aucune signification, cela se traduit donc par l'ignorance de cet ordre. Il peut-être considéré dans ce cas comme étant transparent.

2) La machine reçoit l'ordre retour-chariot à la suite de la transmission d'une série de caractères. Dans ce cas, l'ensemble des données a été immédiatement stocké dans une mémoire-tampon. Dès l'instant où l'ordre retour-chariot est acquis, celui-ci est considéré par la logique interne de l'imprimante comme étant une fin d'échange ou, plus exactement, une fin de ligne de caractères. Seul l'ensemble des données transmis avant cet ordre est pris en compte et retranscrit sur le papier.

L'ordre retour-chariot placé comme nous venons de le signaler, déclenche donc un cycle d'écriture de la ligne de caractères, correspondant aux informations acquises précédemment.

- 4.2.2. Ordre Line-Feed -

Cet ordre signifie, pour l'imprimante, qu'elle doit exécuter un saut d'une ligne de caractères. Cela se traduit donc, pour une imprimante de type classique, à une avance de papier d'une valeur d'un pas séparant deux lignes de caractères.

En ce qui concerne la machine que nous étudions, l'avance du papier est continue, ce mot de commande existe donc déjà de façon implicite.

Là encore, nous allons associer à cet ordre des actions diverses, suivant sa position par rapport à un cycle d'acquisition de caractères alphanumériques devant composer une ligne. Celui-ci peut-être placé à deux endroits différents, en conséquence, nous allons lui attribuer deux significations distinctes.

1) La machine étant dans l'état correspondant au début d'un cycle d'échange d'informations, le premier mot transmis est un line-feed. Dans ce cas précis, cela se traduira sur le papier, par le passage d'une ligne de caractères. Il suffira donc de laisser passer neuf lignes de points avant d'écrire la ligne de caractères suivante (Figure III.6.).

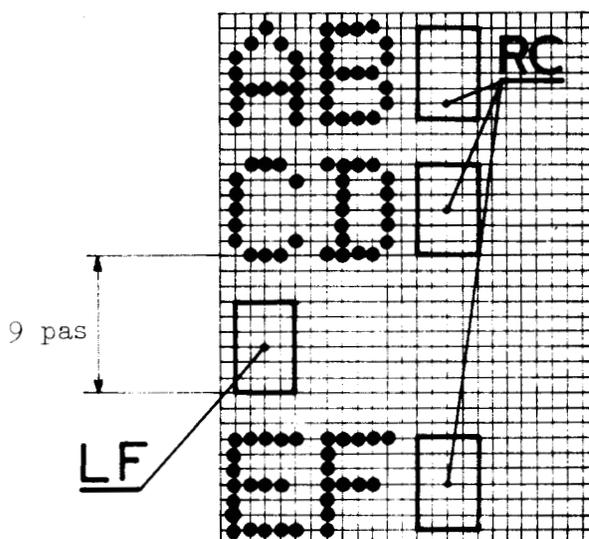


Figure - III.6. -

2) Le mot Line-feed est reçu par l'imprimante à la suite de l'échange d'une série de caractères alphanumériques à écrire. Par souci de simplification pour le programmeur, cet ordre aura la même signification que le mot R.C. placé au même endroit.

Il sera donc accepté, comme étant un caractère de fin de ligne et permettra donc l'écriture des données reçues.

III.5. Choix du mode d'échange d'informations entre le calculateur et l'imprimante

De ce choix dépend les caractéristiques finales de l'imprimante,

cependant il nous est pratiquement imposé par les options prises jusqu'à présent.

Suivant le mode de fonctionnement de l'imprimante, que ce soit en graphique ou en alphanumérique, le nombre de mots à acquérir est très variable. De plus, le traitement, des informations transmises, est également différent. En conséquence, il nous faut envisager une procédure d'acquisition de données suffisamment rapide pour répondre de façon satisfaisante à toutes ces situations.

III.5.1. Procédure d'échange en mode graphique :

Le temps disponible, pour acquérir les informations nécessaires à la reproduction de dessins graphiques, est en fait très variable puisqu'il dépend essentiellement de la vitesse de défilement du papier. Le cas le plus défavorable est rencontré lorsque le papier a atteint sa vitesse limite fixée à 1 m/s. Les instants d'écriture sont directement dépendant de l'avance de la bande de papier. Nous avons donc traduit cela en un schéma des phases simplifié (Figure III.7.).

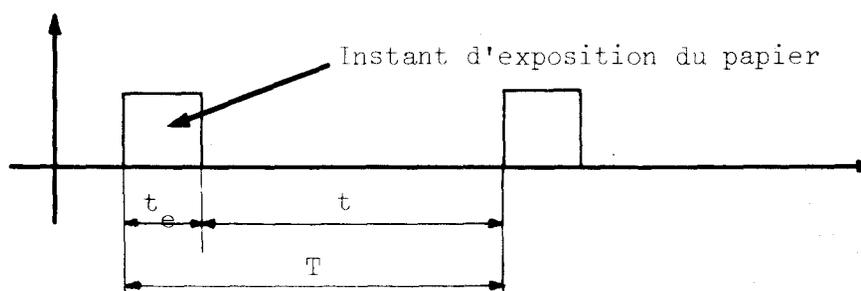


Figure - III.7. - : Durées d'acquisition et d'écriture des informations.

- T période d'écriture (Pour la reproduction graphique, il y a écriture à chaque ligne de points).
- t_e durée d'exposition du papier (écriture des informations)
- t Instant disponible pendant lequel il est possible d'acquérir les informations et les traiter avant de les écrire sur le papier.

La définition d'une ligne de points complète nécessite l'acquisition d'un certain nombre de mots. Ceux-ci sont en nombre le plus élevé lorsque l'imprimante est connectée à un ordinateur

travaillant sur des mots de 16 bits, par exemple un T 1600. Il faut alors en transmettre quarante quatre pendant un temps inférieur à 550 μ s. Le temps d'acquisition d'un seul mot doit donc être nettement plus faible que la limite supérieure de 12,5 μ s pour permettre le traitement des données.

III.5.2. Procédure d'échange en mode alphanumérique

Pour ce mode de fonctionnement de l'imprimante, le temps nécessaire à l'acquisition des données est très variable en raison même de l'impossibilité de définir à l'avance le nombre de caractères qu'il y aura à reproduire sur une ligne. Cependant, nous pouvons envisager le cas le plus défavorable qui correspond à l'écriture des 118 caractères que peut contenir une même ligne. Le temps disponible, pendant lequel la transmission des informations peut-être réalisée, est également variable. Il dépend de la vitesse de défilement de papier. La procédure d'échange doit donc être étudiée pour une vitesse d'avance de la bande de papier de 1 m/s (vitesse maximale). Tout cela est défini sur le schéma des phases de la figure III.8.

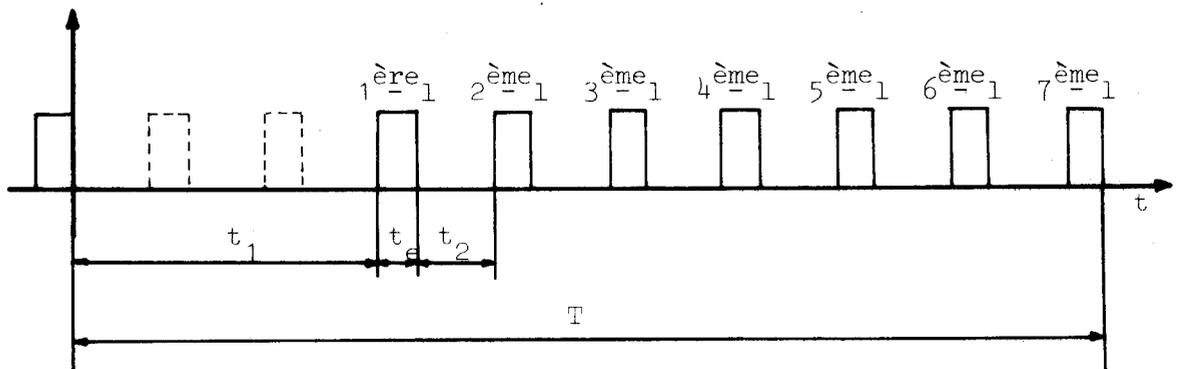


Figure - III.8. - : Durées d'acquisition et d'écriture des informations alphanumériques.

- T Période d'écriture des lignes de caractères (il y a deux lignes de points blanches et sept lignes de points composant effectivement la ligne de caractères).

t_1 Durée correspondant à l'intervalle laissé entre deux lignes de caractères. Pendant cet instant la machine est entièrement disponible pour acquérir toutes les informations à transcrire et décoder la première ligne de points.

t_e Durée d'exposition du papier (écriture d'une ligne de points).

t_2 Intervalle de temps séparant deux lignes de points (pendant ce temps, la logique interne de l'imprimante viendra balayer la mémoire tampon et générer la ligne de points suivante).

L'intervalle de temps t_1 ne sera jamais inférieur à 1750 μ s, pendant ce même temps il nous faut pouvoir acquérir un maximum de 118 mots de 8 bits et générer la première ligne de points composant la ligne de caractères alphanumériques. L'acquisition d'un seul mot doit donc se faire en un temps très inférieur à 14,8 μ s. Il faudra donc associer à un système d'acquisition très rapide, une logique de décodage elle-même très performante.

Pendant l'intervalle de temps qui suit l'acquisition des données correspondant à l'écriture d'une ligne de caractères, la machine sera considérée comme n'étant pas disponible. En effet, pendant cet instant, la logique interne est occupée à générer les caractères transmis.

III.5.3. Conclusion :

Comme nous venons de le montrer, le cas le plus défavorable pour l'acquisition des données est rencontré lorsque la machine est utilisée en mode graphique. En effet, dans ce cas, le temps minimum pour l'acquisition d'un mot est inférieur à 12,5 μ s. La vitesse d'échange doit donc être très supérieure à 80 k mots/s.

Par conséquent, seul un échange en mode canal ou en accès direct mémoire peut satisfaire à toutes les données actuelles du problème.

Dans le cadre de cette réalisation pratique, nous nous sommes contenté d'un échange d'informations en mode canal qui suffit à assurer un fonctionnement correct à l'ensemble d'impression.

2ÈME PARTIE

---oo0oo---

"REALISATION PRATIQUE D'UNE IMPRIMANTE"

C H A P I T R E I V

- STRUCTURE DE L'INTERFACE D'ACQUISITION ET DE TRAITEMENT DES DONNEES GRAPHIQUES OU ALPHANUMERIQUES. -

Pour des raisons de facilités de mise en oeuvre, ainsi que d'exploitation, l'interface de l'imprimante a été étudiée de manière à être parfaitement compatible avec le coupleur universel développé par la Télémécanique Electrique pour ses calculateurs T 2000 et T 1600.

Quelque soit le calculateur utilisé, le mode d'échange retenu est le mode canal.

IV.1. Coupleur universel T 2000 et T 1600 en mode canal

Ce coupleur peut travailler soit en programmé simple ou prioritaire, soit encore en mode canal. Il peut-être placé dans le bac d'Entrée-Sortie de l'un ou l'autre des calculateurs T 2000 ou T 1600.

Il est constitué de deux demi-coupleurs ayant des configurations identiques. Ils comprennent chacun en sortie un registre tampon de 19 bits (seuls 16 bits sont utilisés lorsque le coupleur est placé dans un calculateur du type T 1600) correspondant à un mot de sortie. Une entrée composée de 19 "buffers" permet l'acquisition par l'unité centrale du calculateur d'un mot provenant du périphérique.

Le découpage de ce coupleur permet l'entrée d'un mot information ou la sortie d'un mot fonction ainsi que l'entrée d'un mot d'état ou la sortie d'un mot information.

IV.1.1. Procédure de sortie canal T 2000

Pour permettre la sortie d'une série de mots, il faut élaborer l'état d'occupation du périphérique et le ramener sur la borne \overline{occ} (borne J22 du coupleur pour la sortie information ou la sortie fonction). En mode canal, dès que l'état "non occupé" apparaît ($\overline{occ} = 1$), l'instruction propre "Sortie Mémoire" (S M) envoyé par le canal à l'unité centrale s'exécute avec saut. Il y a donc sortie successives de mots informations si l'état

d'occupation reste au niveau 1. Dans le cas contraire, il y a arrêt de l'échange en cours.

Lorsque l'unité centrale est bloquée, c'est-à-dire ne pouvant exécuter d'autres fonctions que des sorties de mots mémoires à travers le bac canal, et dans le cas où le signal \overline{occ} est continuellement égal à 1, alors la sortie atteint sa vitesse maximale de 200 k mots de 19 bits/s.

Le canal transmet à l'adresse du périphérique un signal SERVI chaque fois qu'il y a sortie effective d'un mot information ou d'un mot fonction. Ce signal existe au niveau de chaque demi-coupleur et permet ainsi de différencier la fonction de chaque mot de sortie par la borne d'où il est émis.

Le traitement de ces signaux permettra de déclencher la procédure d'échange en mode canal.

IV.1.2. Procédure de sortie micro-canal T 1600

La procédure est comparable à celle décrite précédemment avec cependant une interprétation différente du signal d'occupation périphérique due à une autre configuration du système d'Entrée - Sortie canal.

La sortie d'un mot information n'est effective que si il y a eu passage de l'état "occupé" à l'état "non occupé" du périphérique (passage de $\overline{occ} = 0$ à $\overline{occ} = 1$). Il s'agit donc d'une interruption traitée par le micro-programme du canal T 1600 transmise par la borne \overline{occ} qui provoque l'échange d'un mot information.

La vitesse maximale d'échange est de 58,8 k mots de 16 bits/s, à condition toutefois de libérer l'unité centrale de toute autre servitude en la mettant, par exemple, en attente (instruction HALT).

IV.1.3. Séquences d'échanges micro-canal T 1600

Le périphérique émet vers le coupleur un signal d'occupation.

$$\left\{ \begin{array}{ll} \overline{occ} = 0 & \text{le périphérique est libre} \\ \overline{occ} = 1 & \text{le périphérique est occupé.} \end{array} \right.$$

C'est le front de montée de \overline{occ} qui provoque la sortie effective d'un mot information, la séquence des signaux de service

correspondant à un échange est donc conforme à la figure IV.1.

Le signal SERVI est émis simultanément avec le mot lui correspondant. La reconnaissance de ce signal permet donc à la logique du périphérique de déterminer l'instant de l'échange, ainsi que la nature du mot transmis.

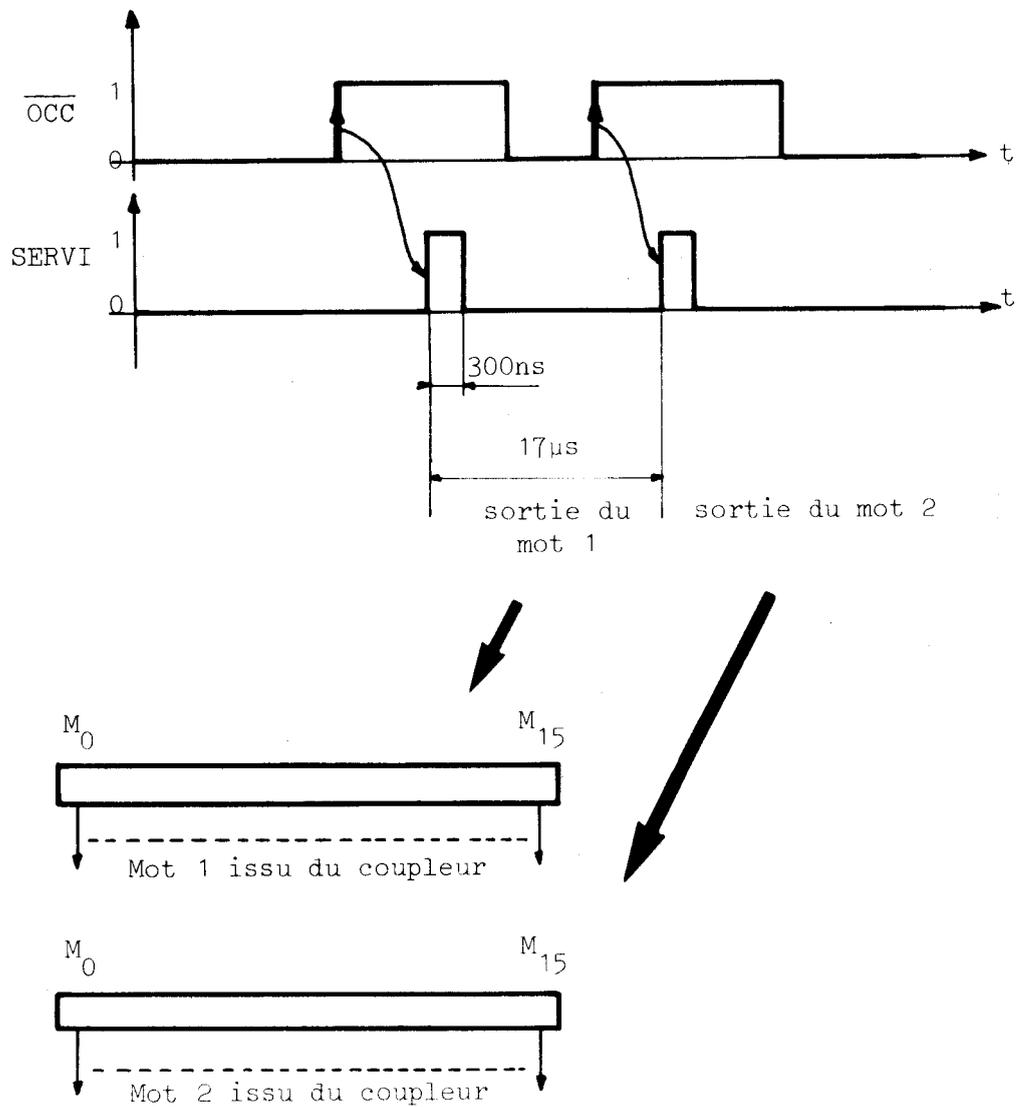


Figure - IV.1. - : Echange de signaux de services correspondant à la sortie de deux mots.

IV.1.4. Remarque :

Les essais de couplage ont en fait été effectués à l'aide d'un ordinateur du type T 1600. Avec ce ordinateur, les échanges ne peuvent être exécutés qu'à la vitesse maximale du micro-canal. Cependant, celle-ci reste trop faible pour assurer un fonctionnement correct de notre imprimante, du moins en mode graphique dans les conditions définies dans le précédent chapitre. En fait, ce handicap ne diminue en rien, sur le plan pratique, l'importance de l'expérience qui est tentée. Il suffit d'adapter la vitesse de sortie de l'imprimante au système d'Entrée - Sortie auquel elle est connectée. Les performances finales sont donc légèrement modifiées sans pour autant qu'il y ait un risque de nuire à la qualité du résultat.

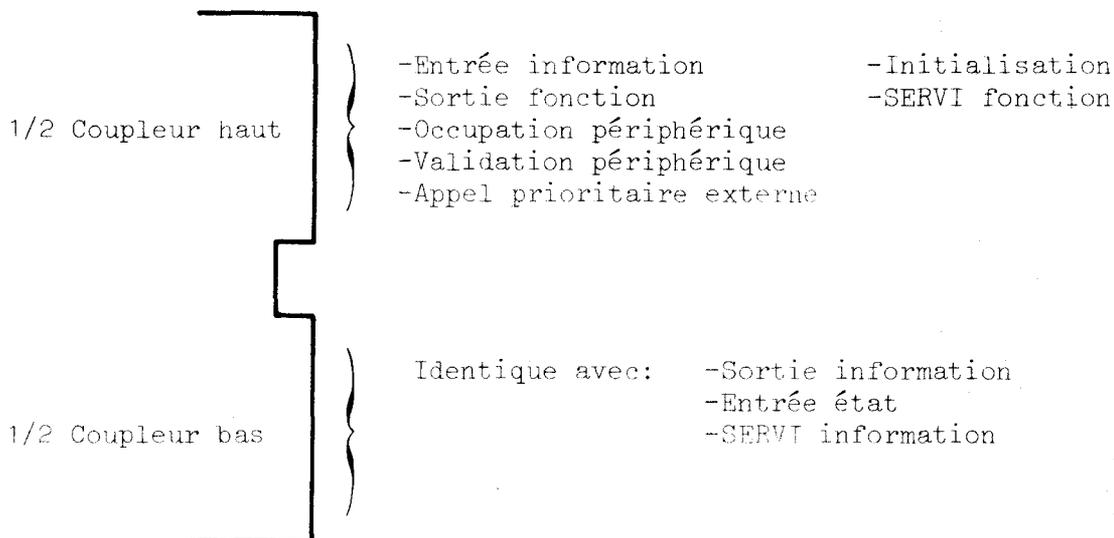
Dans la suite de ce mémoire, nous ne considérons donc que le cas d'une connexion avec un ordinateur T 1600.

IV.1.5. Structure générale du coupleur :

Les fonctions fondamentales du coupleur sont :

- Mémoriser des informations émises et/ou reçues par le coupleur : rôle de tampon entre l'"adaptation interface" et le périphérique.
- Contrôle et commande des séquences d'échange avec le périphérique : autonomie vis à vis de l'"adaptation interface"
- Réalisation de l'adaptation des signaux : format, nature et niveaux.

- 1.5.1. Nature des informations disponibles en sortie de coupleur -



- Figure IV.2. -

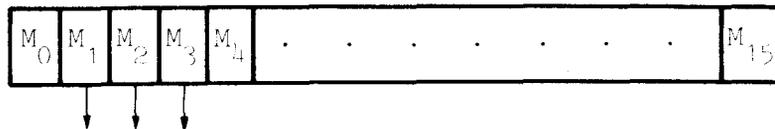
Les seuls signaux de services utiles à une bonne gestion d'un échange d'informations en mode canal, destinées à notre imprimante sont : le signal d'occupation périphérique ainsi que les deux signaux SERVI, fonction et information (Figure IV.2.).

- 1.5.2. Format des échanges -

Les mots d'entrées et de sorties sont codés sur 16 bits, il est cependant possible de sortir des informations sur 8 bits.

a) Sortie fonction :

Cette sortie permet la transmission des ordres de mises en fonction ainsi que la commutation de mode de fonctionnement de l'imprimante. Ce transfert d'informations s'exécute toujours sur 16 bits. Cependant, seuls trois bits ont pour fonction de définir la commande de cette imprimante (Figure IV.3.).



- M_1 - Mise en fonction - initialisation de la logique ($M_1 = 1$)
- M_2 - Validation démarrage moteur d'entraînement du papier ($M_2 = 1$)
- M_3 - Commutation de mode de fonctionnement
 - $\left\{ \begin{array}{l} M_3 = 0 \quad \text{mode alphanumérique} \\ M_3 = 1 \quad \text{mode graphique} \end{array} \right.$

- Figure IV.3. -

Les autres digits sont inutilisés, leur état est donc pris arbitrairement à zéro.

Mot de commande - mode alphanumérique

Sa fonction consiste à commuter la logique de commande sur la reproduction alphanumérique. Le code hexadécimal de ce mot cadré selon le bit le plus à droite est :

$$ALPHA = 6000$$

$$\text{Soit } M_1 = 1$$

$$M_2 = 1$$

$$M_3 = 0$$

Mot de commande - mode graphique

Sa fonction consiste à commuter la logique de commande sur le mode de reproduction graphique. Le code hexadécimal est le suivant :

$$GRAPH = 7000$$

$$\text{Soit } M_1 = 1$$

$$M_2 = 1$$

$$M_3 = 1$$

Mot de commande - Arrêt de l'imprimante

Cet ordre permet de focer l'arrêt de la machine. Il a donc pour fonction de stopper le déroulement de la bande de papier et de mettre la logique interne en position d'attente. Il ne peut-être transmis qu'en tant que mot de commande à travers le micro-canal. Le code hexadécimal de ce mot est le suivant :

$$SB = 0000 \quad (\text{Stop-bande})$$

$$\text{Soit } M_1 = 0$$

$$M_2 = 0$$

b) Sortie information :

La transmission des données à écrire sur le papier peut être exécutée selon deux formats, l'un sur 16 bits, l'autre sur 8 bits. Selon le mode de fonctionnement de l'imprimante, le codage des données peut-être plus avantageux suivant l'une ou l'autre formule.

- cadrage sur 16 bits -

Ce codage est plus adapté à une sortie graphique car il permet la reconstitution d'une ligne de points en ne transmettant qu'un minimum de mots (Figure IV.4.)

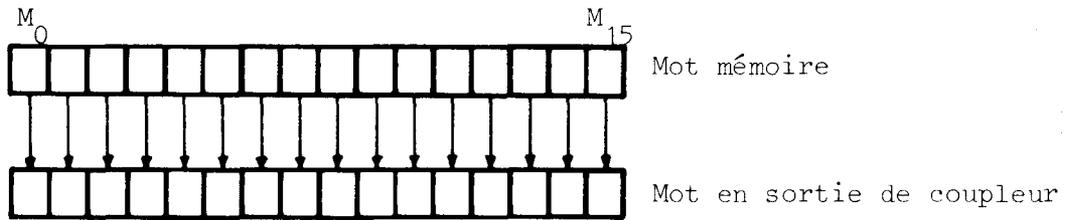


Figure - IV.4. -

- cadrage sur 8 bits -

Il est plus adapté à une sortie alphanumérique, car il permet le stockage de deux caractères codés en ASCII par mot mémoire du calculateur. La zone mémoire vive utilisée est donc de ce fait minimisée (Figure IV.5.)

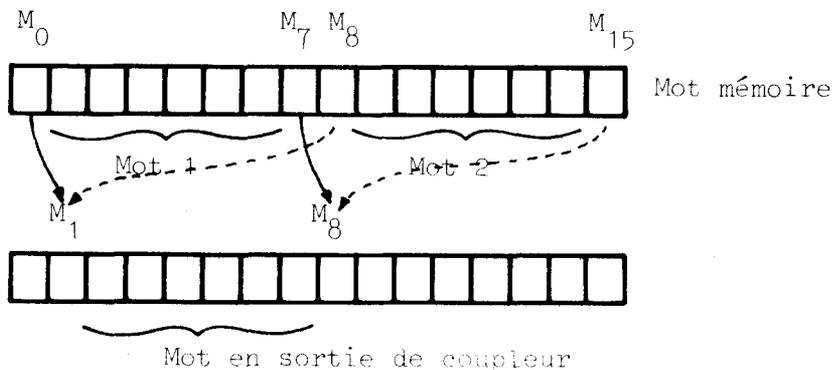


Figure - IV.5. -

Remarque : En sortie de coupleur les mots M1 et M2 transmis sont cadrés de M_1 à M_8 alors qu'en mémoire, ils sont cadrés de M_0 à M_7 et de M_8 à M_{15} . Il y a donc un décalage de un bit par rapport au premier mot, uniquement dans le cas d'une sortie sur 8 bits. Il faut donc différencier les deux types de sorties possibles pour le mode de fonctionnement alphanumérique. L'interface a été réalisé de manière à n'accepter des échanges d'informations ASCII que cadrées sur les bits M_1 à M_8 . La logique d'acquisition de données en est simplifiée sans apporter de complication à la programmation du calculateur.

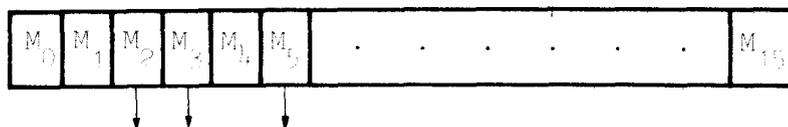
c) Mot d'Etat de l'imprimante :

Ce mot est accessible à tout moment, il représente l'état de la machine à un instant donné. Il est codé sur 16 bits, mais seulement quelques bits sont utilisés pour définir l'état des organes essentiels de cette imprimante. Les informations représentatives de l'état général de fonctionnement de cette sortie rapide sur papier sont :

- la qualité de l'acquisition et du stockage des données alphanumériques. Elle est établie par un test de parité des mots contenus dans la mémoire tampon de l'imprimante.

- la quantité de papier restant dans la réserve, est une information susceptible d'intéresser l'utilisateur de cette machine. Un des bits du mot d'état est donc utilisé pour vérifier l'instant où le papier est manquant.

- Une troisième information est aussi très utile, il s'agit de la mise sous ou hors-tension de la machine (voir Figure IV.6.)



IM = 1 lorsqu'il y a imparité d'au moins un mot contenu dans la mémoire (obtenu pendant la phase de lecture de la mémoire tampon de la machine).

BM = 1 lorsque le papier est manquant.

$\overline{HT} = 0$ la machine est hors-tension

$\overline{HT} = 1$ la machine est sous-tension

- Figure IV.6. -

IV.2. Interface de stockage et de décodage des informations alphanumériques

Pour assurer le décodage des informations ASCII, il est nécessaire d'interposer une mémoire tampon entre le système d'acquisition et l'ensemble de traitement. A la suite de ce décodage, les informations sont directement exploitables par l'organe d'écriture.

Le rôle de cette partie de l'interface consiste donc uniquement à mémoriser et traiter les informations provenant du calculateur. La commande de cet ensemble est confiée à un automate entièrement câblé, capable d'exploiter les signaux de services issus du calculateur et ses propres signaux internes. La mise en place d'une logique câblée, permet d'obtenir des durées de cycles très courts, seulement compatibles avec les vitesses d'écritures de cette imprimante.

Il n'est guère possible d'envisager une autre technique d'exploitation et de commande de cet ensemble, étant donné la rapidité de réponse dont la logique doit être capable.

Cet interface est réalisé sur une seule carte de circuit imprimé, prenant place dans le bac de l'imprimante.

IV.2.1. Structure de l'ensemble de traitement des informations ASCII :

La Figure IV.7. représente l'architecture interne de cet interface composé principalement d'une mémoire RAM et d'une mémoire ROM. La mémoire morte est un générateur de caractère alphanumérique qui permet de passer du code ASCII de chaque caractère à la matrice de 7 x 5 points correspondante.

Cet ensemble d'acquisition et de traitement des informations n'est utilisé que pour le mode de fonctionnement alphanumérique. Sa fonction d'acquisition est réalisée par la mémoire vive, celle de traitement, essentiellement, par la mémoire morte. Nous déterminerons dans les prochains

paragraphes, à la fois la structure de ces sous-ensembles, mais aussi les techniques de stockage des informations et de décodage.

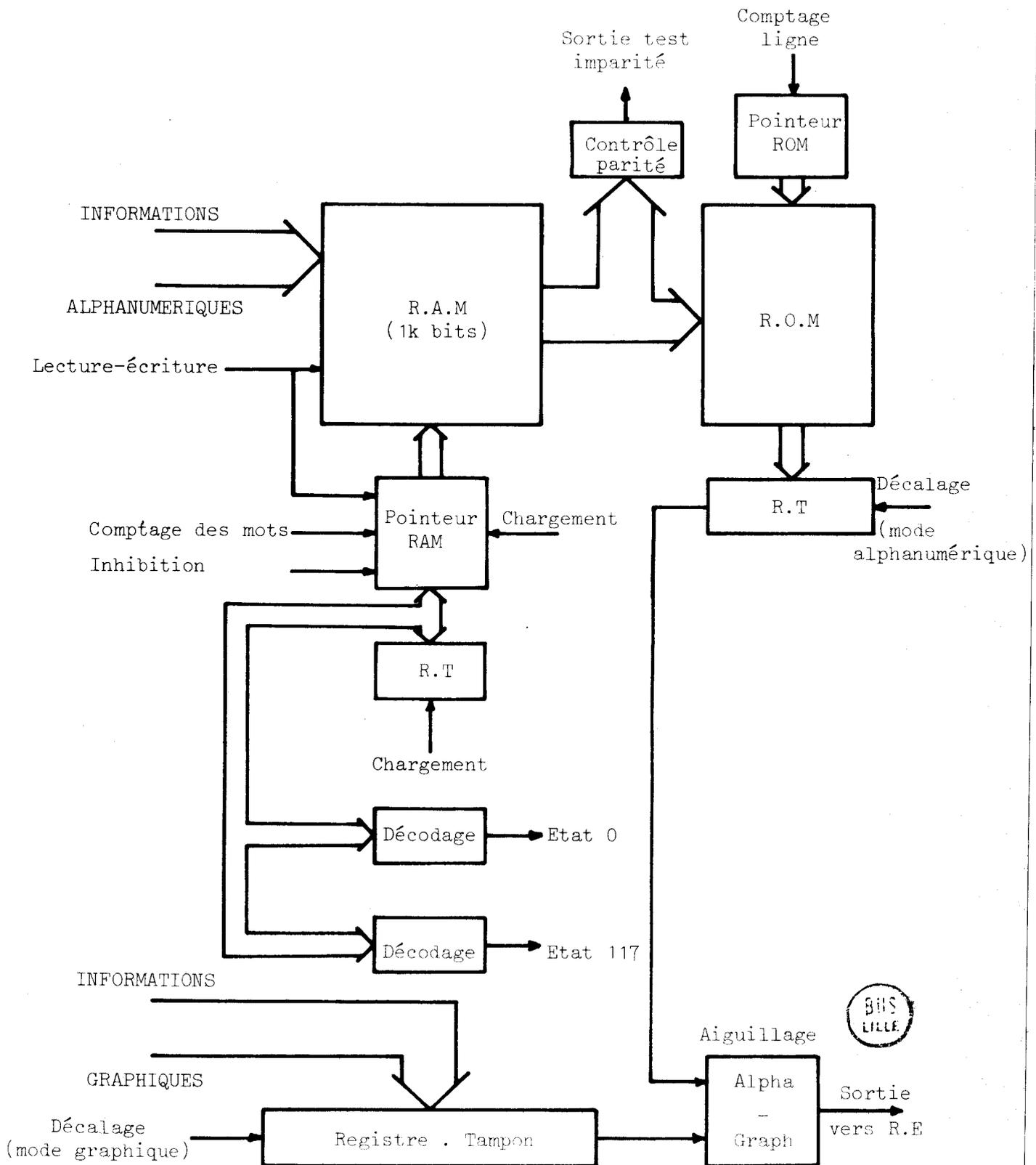


Figure -IV.4. -

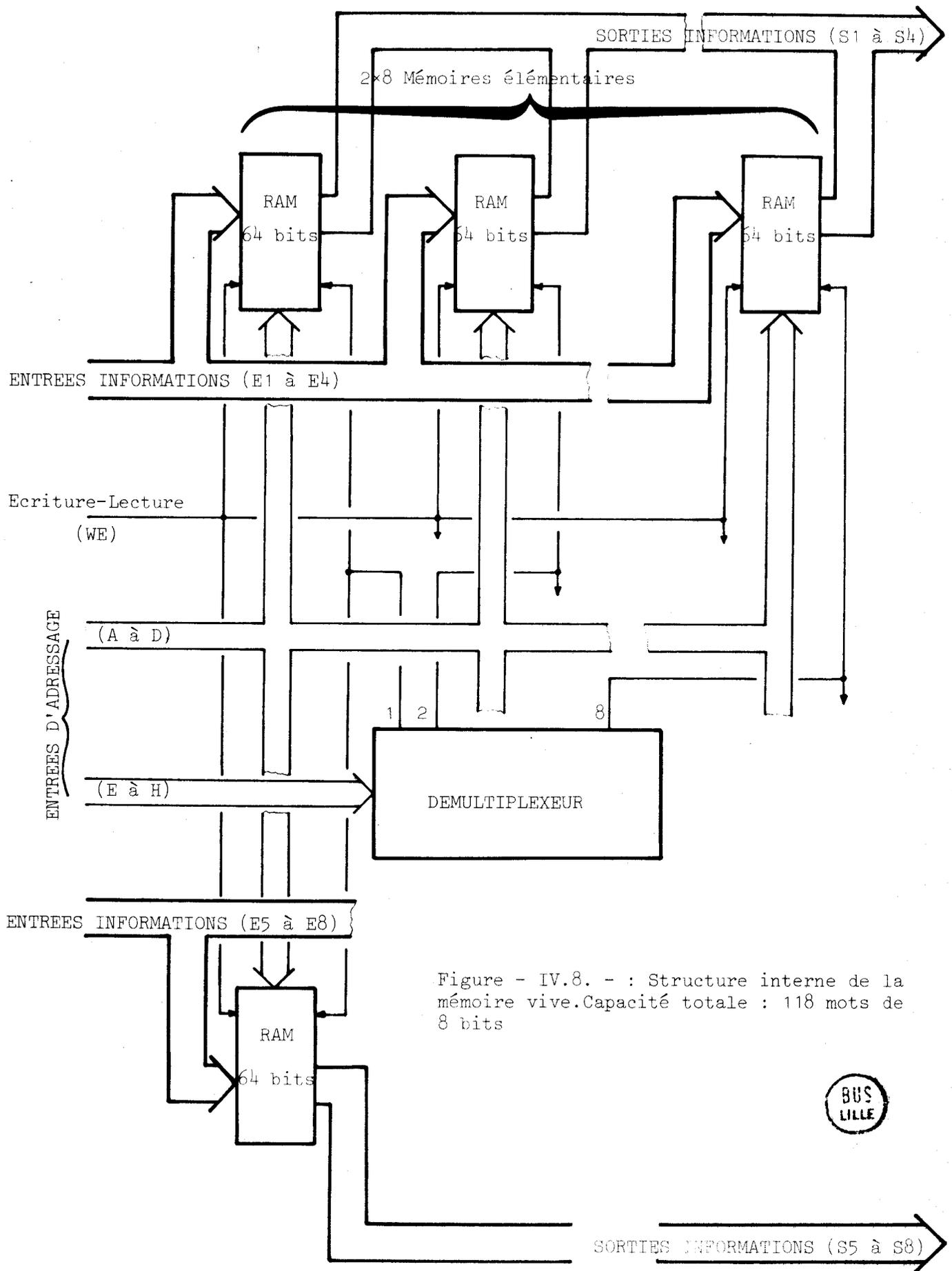


Figure - IV.8. - : Structure interne de la mémoire vive. Capacité totale : 118 mots de 8 bits

Le codage des informations ASCII se fait, comme nous l'avons laissé entendre précédemment sur 8 bits, en réalité seuls 6 bits sont utiles à la différenciation des 64 caractères. Un bit supplémentaire permet de distinguer les mots de commandes des caractères alphanumériques, le huitième bit est un bit de parité. La parité est contrôlée en sortie de mémoire vive sur le mot de 8 bits stocké, mais seuls les bits utiles au décodage sont transmis au générateur de caractères.

Le contrôle de la parité mémoire permet de se représenter la qualité de l'échange des informations et de leurs stockages, donc par voie de conséquence, du bon fonctionnement de l'ensemble d'impression. C'est donc une variable d'état essentielle de cette imprimante (Figure IV.7)

IV.2.2. Mémoire tampon :

Elle est composée d'un bloc mémoire vive, d'un pointeur dont le rôle est de permettre d'adresser chaque mot de cette mémoire et d'un registre auxiliaire dont le rôle est de mémoriser un état essentiel du pointeur.

- 2.2.1. Mémoire vive -

La Figure IV.8. représente la structure interne de la mémoire vive composée de circuits intégrés fabriqués en technologie TTL. Elle est constituée de deux groupes de huit mémoires élémentaires, elles-mêmes organisées en 16 mots de 4 bits. Chaque caractère ASCII est donc stocké dans deux de ces mémoires mises en parallèles. Sa capacité est donc de 1 k bits répartis en 128 mots de 8 bits.

Le temps d'accès de cette mémoire est très court, en raison de la technologie adoptée, ceci assure au système d'acquisition de très grandes possibilités en vitesse d'acquisition. Elle peut atteindre sans encombre des vitesses même supérieures à celles rencontrées dans les systèmes d'accès direct mémoires des calculateurs. Une simple adaptation de l'interface peut donc permettre la connexion de l'imprimante à un ordinateur possédant un système d'Entrée - Sortie de ce type.

L'adressage est réalisé à partir d'un mot binaire codé sur 8 bits (7 sont en fait suffisants), ce sont les entrées A à H de cet

de cet ensemble. L'organisation interne fait apparaître un bus d'entrées d'informations noté E1 à E8 et un bus de sortie, S1 à S8. Une seule entrée, WE, permet de commuter l'ensemble de cette mémoire sur la lecture ou l'écriture.

a) Organisation de la mémoire vive

La structure de cette mémoire est très proche de celle d'une pile, en ce sens que pendant le chargement le pointeur progresse toujours d'une seule position. Les mots transmis s'écrivent donc à la suite les uns des autres jusqu'à la position extrême ou la reconnaissance d'un mot de fin de ligne de caractères. (voir Figure IV.9.)

Sur la figure IV.9. nous avons représenté le contenu final de la mémoire après un échange d'informations. Nous y avons également indiqué le sens de progression du pointeur selon que nous nous trouvons dans la phase de lecture ou d'écriture.

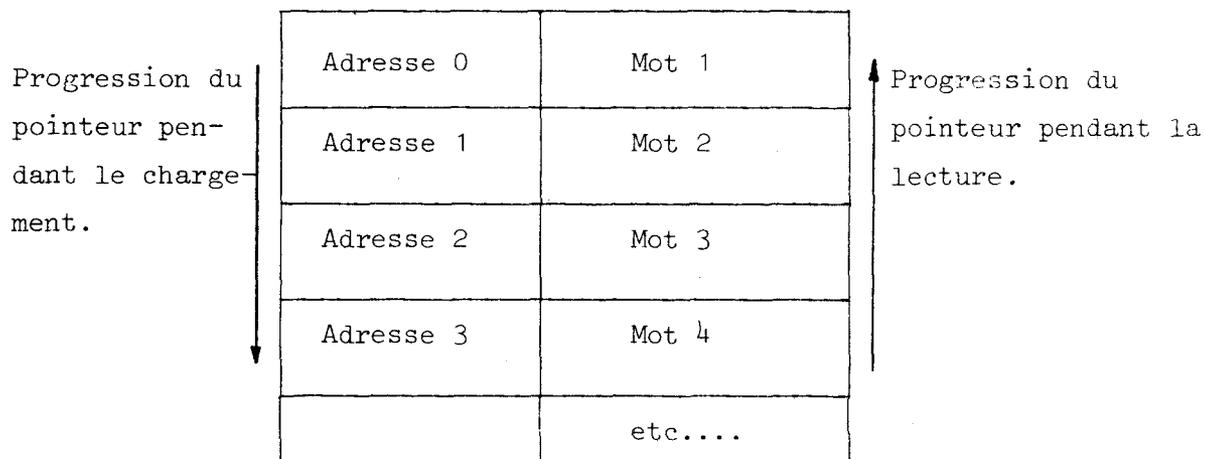


Figure IV.9.

Contenu de la mémoire après un chargement.

b) Adressage et mode de chargement de la mémoire

Pendant tout le temps que dure le chargement de la mémoire, celle-ci est en position écriture.

Phase 0 : Le pointeur est initialisé dans l'état 0 ou est revenu dans cet état après un cycle complet de fonctionnement. La mémoire est positionnée, par une commande interne, en écriture.

Phase 1 : Sortie du mot 1 du calculateur ainsi que d'un signal de reconnaissance SERVI (Figure IV.10.)

Position du pointeur →	Adresse 0	Mot 1
	Adresse 1	-

Figure IV.10.

Phase 2 : Le signal SERVI information étant reconnu par la logique interne de l'imprimante, le pointeur est incrémenté d'une position. Pendant ce cycle de fonctionnement, le mot mémorisé dans le registre tampon du coupleur n'a pas changé. Celui-ci se retrouve donc également inscrit à l'adresse 1 de la mémoire vive (Figure IV.11.)

Position du pointeur →	Adresse 0	Mot 1
	Adresse 1	Mot 1
	Adresse 2	-
		-

Figure IV.11.

Phase 3 : Sortie du mot 2 du calculateur et du signal SERVI associé à ce mot (Figure IV.12.)

	Adresse 0	Mot 1
Position du pointeur →	Adresse 1	Mot 2
	Adresse 2	-
		-

Figure IV.12.

Phase 4 : Cette phase est identique à la phase 2 quand à son déroulement. A la suite de l'émission du second signal SERVI, le pointeur progresse d'une position (Figure IV.13.)

	Adresse 0	Mot 1
	Adresse 1	Mot 2
Position du pointeur →	Adresse 2	Mot 2
	Adresse 2	-
		-

Figure IV.13.

Le déroulement de toutes ces opérations peut-être résumé à l'aide du diagramme des états de la Figure IV.14. Sur ce diagramme, nous avons représenté uniquement les signaux de services issus du calculateur et émis par l'imprimante.

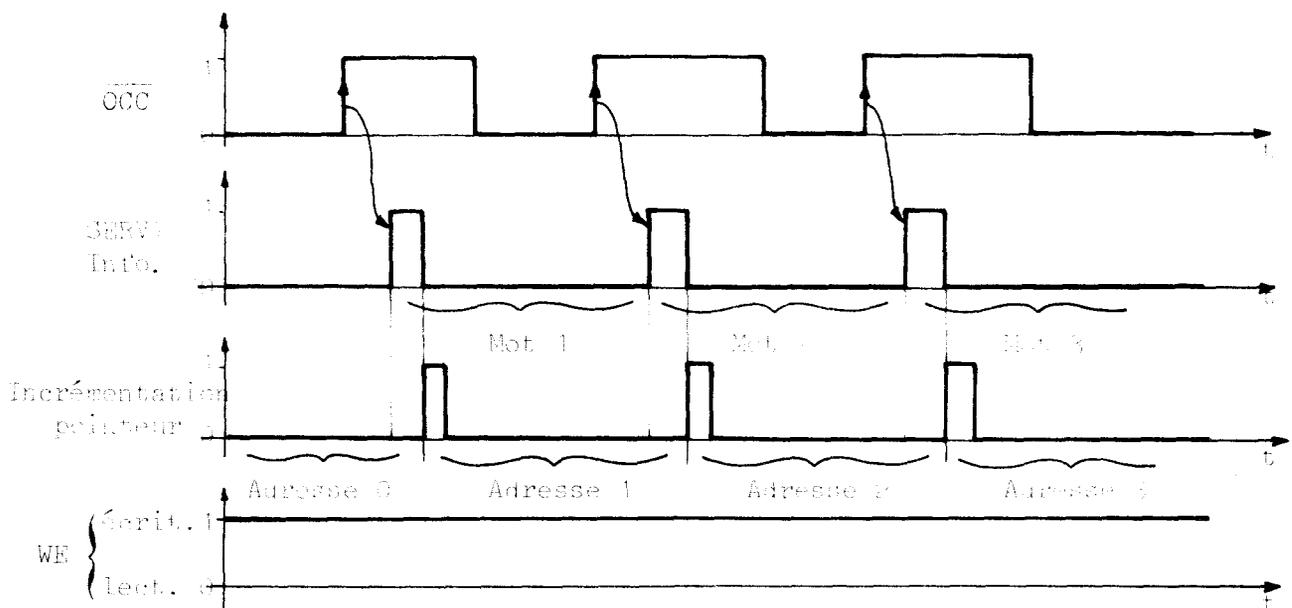


Figure IV.14.

Nous pouvons remarquer sur ce diagramme (Figure IV.14.) que le contenu du registre tampon du coupleur n'est pas modifié tant qu'il n'y a pas une nouvelle sortie de mot mémoire. Ceci explique l'écriture d'un même mot dans deux cases mémoires consécutives?

Le chargement de la mémoire se poursuit de la même manière, jusqu'au moment où le 118ème mot est transmis ou lorsqu'il y a rencontre d'un caractère de fin de ligne ; à ce moment là, un cycle de fonctionnement interne, correspondant à la lecture et au décodage est déclenché.

Cette méthode de chargement permet de simplifier la logique de commande qui se réduit à des circuits peu complexes.

c) Phase de lecture de la mémoire

En lecture, le pointeur est positionné à l'instant initial à la n+1ème position. Le principe adopté consiste à décrémente le pointeur, de manière à effectuer un balayage en sens inverse du chargement, pour lire les n caractères mémorisés.

A la suite de la lecture de chaque mot mémorisé, un décodage est réalisé en vue d'obtenir une mosaïque de points du caractère inscrit. Contrairement à la technique de chargement, la phase de décrémentation précède la phase de lecture pour rétablir l'ordre et la position des caractères lors de l'écriture.

L'impression d'une ligne complète de caractères nécessite sept balayages successifs de la mémoire. L'adresse du dernier mot transmis doit donc être conservé pour ne réaliser une scrutation de la mémoire que de la zone utile à l'écriture des informations acquises.

- 2.2.2. Etude du pointeur de RAM -

Le rôle du pointeur est de permettre l'adressage de la mémoire vive (RAM)

- Le chargement des n caractères s'effectue de l'adresse 0 à l'adresse $n + 1$
- La lecture doit débiter, toujours, à l'adresse $n + 1$ pour se terminer à l'adresse 0.

Une seule scrutation de la mémoire permet ensuite au système de décodage de reconstituer une ligne complète de points.

Le pointeur est réalisé à partir de deux éléments intégrés compteur - décompteur, et d'un registre tampon. L'ensemble est câblé de manière à permettre le déroulement des cycles de lecture et d'écriture précédemment définis (Figure IV.15.).

Les figures IV.16 et 17 représentent les diagrammes des états du pointeur. Seuls certains états ont été représentés, car ils sont remarquables du schéma adopté. Le premier compteur-décompteur est à progression binaire pure à quatre variables de sorties A, B, C, et D. Le second est un compteur-décompteur sur une décade dont les sorties sont E, F, G, et H. Les quatre premières variables du pointeur permettent l'adressage interne de chaque groupe de deux éléments de mémoire vive, alors que les quatre dernières variables adressent un ensemble de deux éléments de mémoire vive.

Définition des variables utilisées pour représenter les diagrammes des Figures IV.16. et 17.

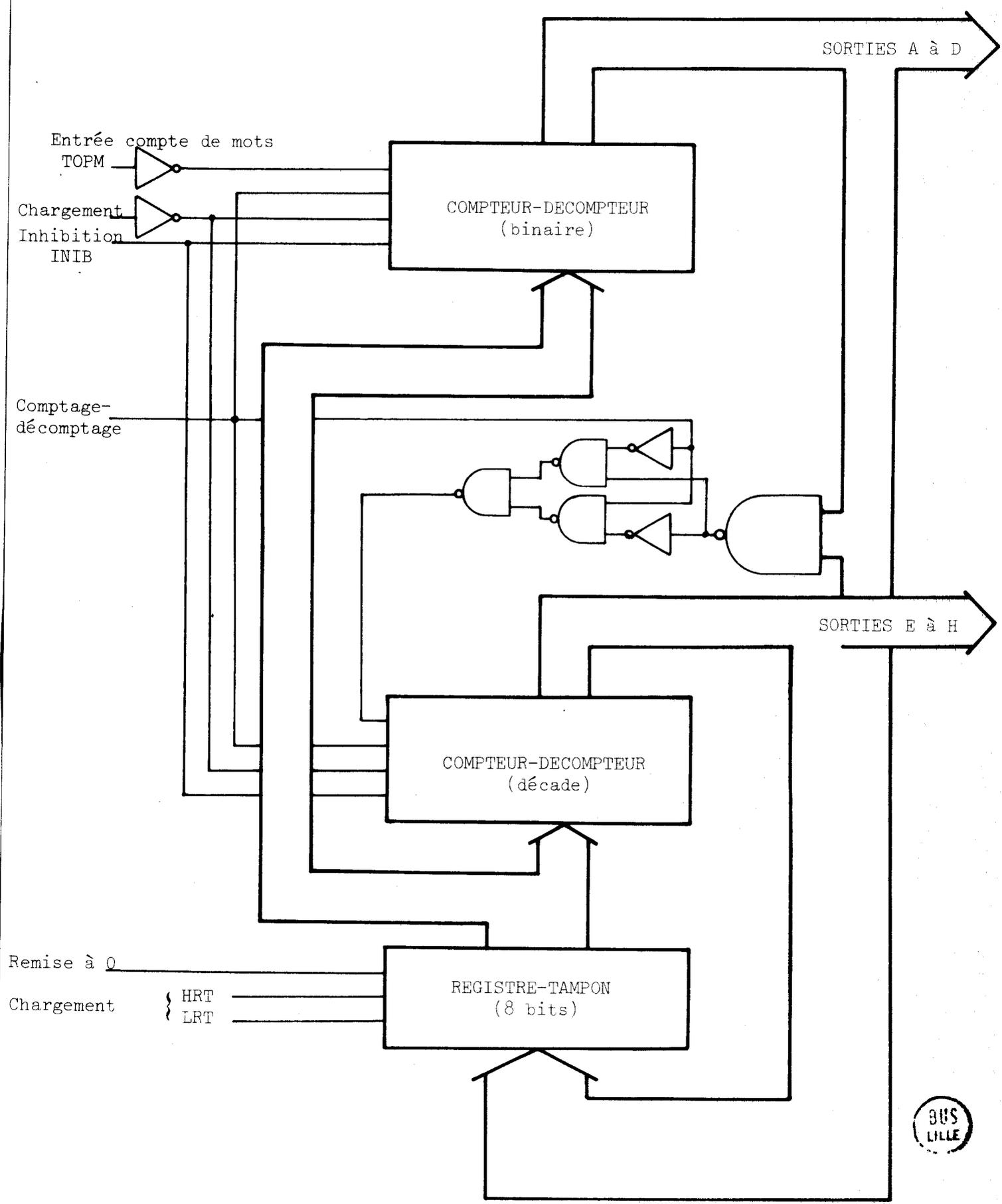


Figure - IV.15. -

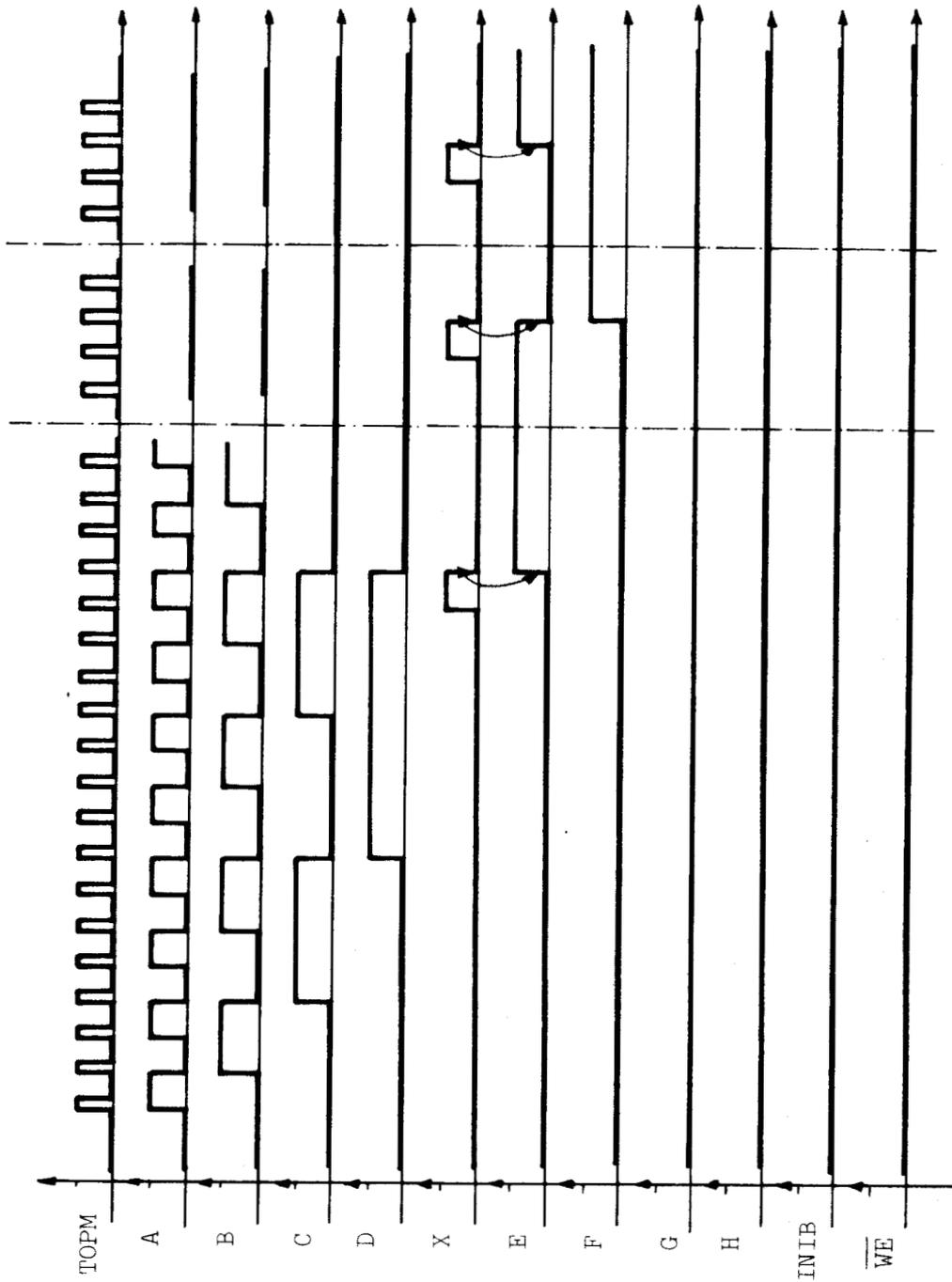


Figure - IV.16. - : Diagramme des états du pointeur en position de comptage.



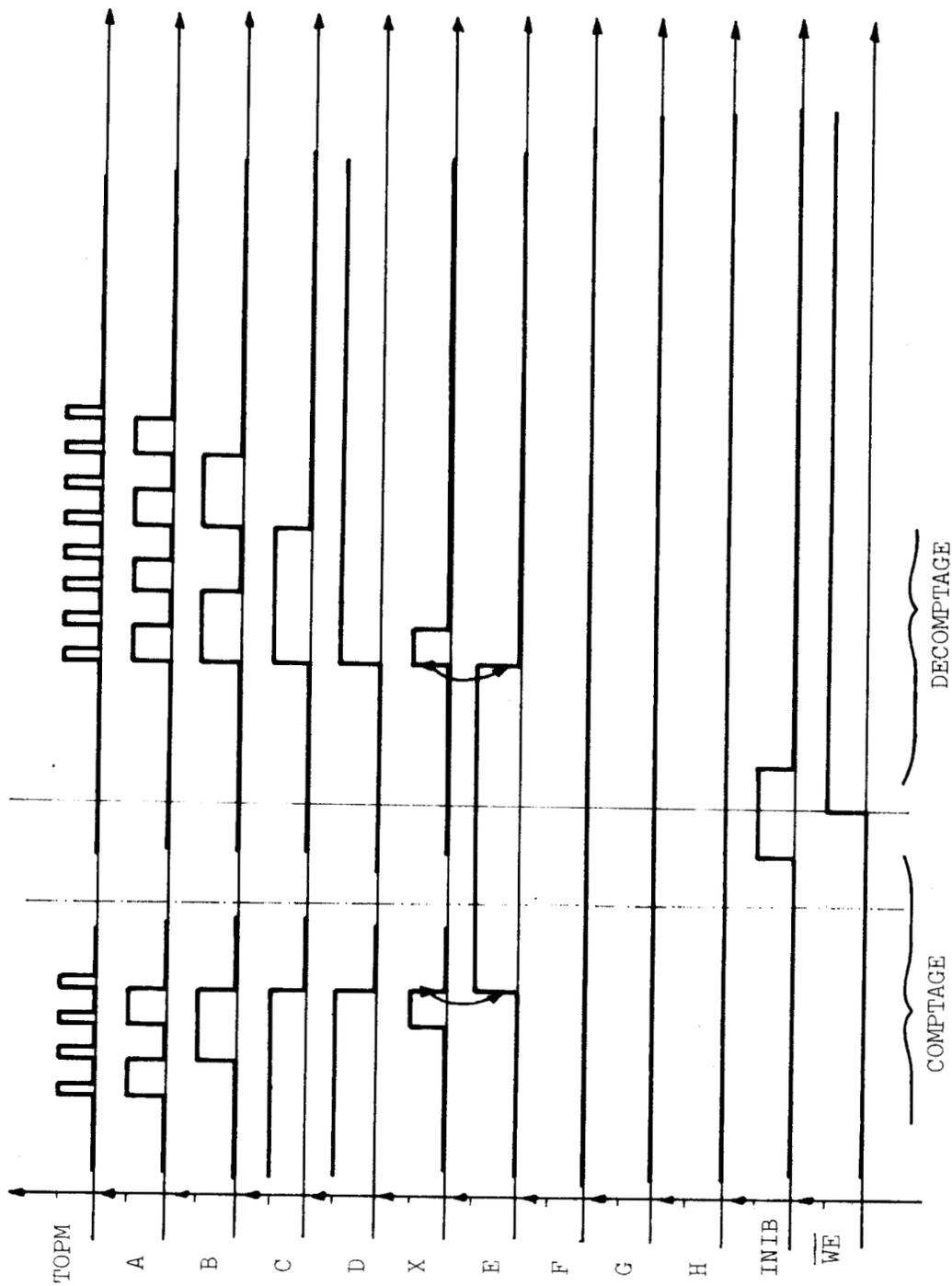


Figure - IV.17. -

Changements d'états du pointeur en position de comptage ou de décomptage.



TOPM est l'entrée de compte de mots du pointeur.

X est l'entrée du second compteur-décompteur (décade)

INIB inhibe les entrées de comptage des compteurs-décompteurs

WE est l'entrée de lecture - écriture de la mémoire vive

$$\left\{ \begin{array}{l} WE = 1 \quad \text{écriture} \rightarrow \text{comptage} \\ WE = 0 \quad \text{lecture} \rightarrow \text{décomptage} \end{array} \right.$$

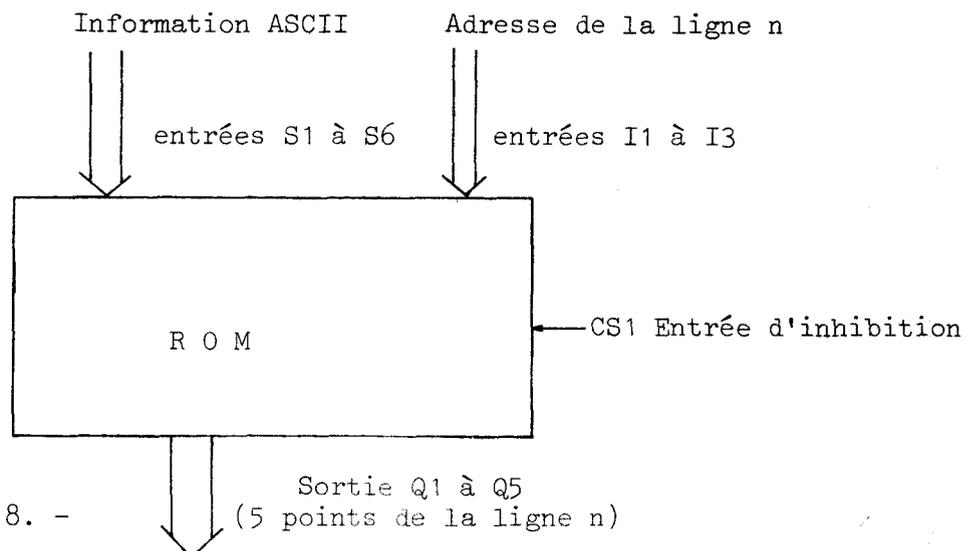
Remarque :

La décade change d'état sur le front de montée du signal de commande X, lorsque le pointeur est en position de comptage (Figure IV.16), alors qu'en décomptage, le changement d'état s'exécute sur le front de descente (Figure IV.17). Lors de la commutation de fonction de comptage à décomptage et inversement, il est nécessaire d'inhiber les entrées pour éviter la prise en compte par la décade d'une impulsion parasite.

IV.2.3. Ensemble de décodage des informations

Le système de décodage des informations est essentiellement constitué de la mémoire morte (générateur de caractères) associée à son bloc d'adressage.

Elle comporte 6 entrées, correspondant à l'information ASCII du caractère à reproduire sous la forme d'une matrice de 7 x 5 points. Elle nous fournit en sortie les cinq points d'une des lignes de la matrice, à condition toutefois de lui donner l'adresse de cette ligne codée sur un mot de 3 bits (Figure IV.18).



- Figure IV.18. -

Chaque caractère est identifié par une adresse qui sera appliquée sur les entrées S1, S2, S3, S4, S5 et S6.

Le caractère est généré en balayage ligne par un décodeur interne adressé par I1, I2 et I3.

Les informations lignes sont disponibles sur les bornes de sorties Q1 à Q5 où un niveau logique 1 est identifiable à un point et un niveau logique 0 à un blanc.

- 2.3.1. Procédure de génération des caractères -

La technique de génération des caractères découle à la fois de la procédure d'impression, mais aussi de l'organisation des mémoires et de l'ordonnancement des informations stockées dans la R.A.M.

La suite logique des opérations, consiste tout d'abord, en une acquisition des données et une mémorisation, de toutes les informations utiles dans la mémoire vive, où elles sont rangées dans l'ordre où elles doivent être imprimées. Après ces opérations, la procédure de génération des caractères peut commencer. Dès cet instant, l'imprimante est dite "occupée" et ne peut plus accepter aucune donnée en provenance du calculateur.

La procédure de génération d'une ligne de caractères nécessite, comme nous l'avons déjà signalé dans un précédent chapitre, l'écriture de sept lignes de points. Il est donc nécessaire de venir décoder sept fois de suite l'ensemble des mots stockés dans la R.A.M. Pendant ce temps, et à la suite de chaque balayage de la mémoire vive, il y a incrémentation de l'adressage ligne de la R.O.M.

La reconstitution des caractères nécessite donc sept balayages successifs de la mémoire vive pour un seul balayage ligne de la mémoire morte.

La R.O.M. est donc adressée de telle manière qu'elle fournisse la même ligne pour tous les caractères qui lui sont transmis. Les informations obtenues en sortie du générateur de caractères sont ensuite envoyées dans le registre d'écriture. Dès qu'un cycle de décodage est terminé, le registre d'écriture contient toutes les informations à imprimer. L'écriture est ensuite déclenchée par le signal de synchronisation issu de l'ensemble dérouleur de papier. La même série d'opérations est renouvelée jusqu'à ce que la ligne complète de caractères soit écrite. L'imprimante retrouve alors un état "non occupé" qui lui permet d'accepter de nouvelles données du calculateur.

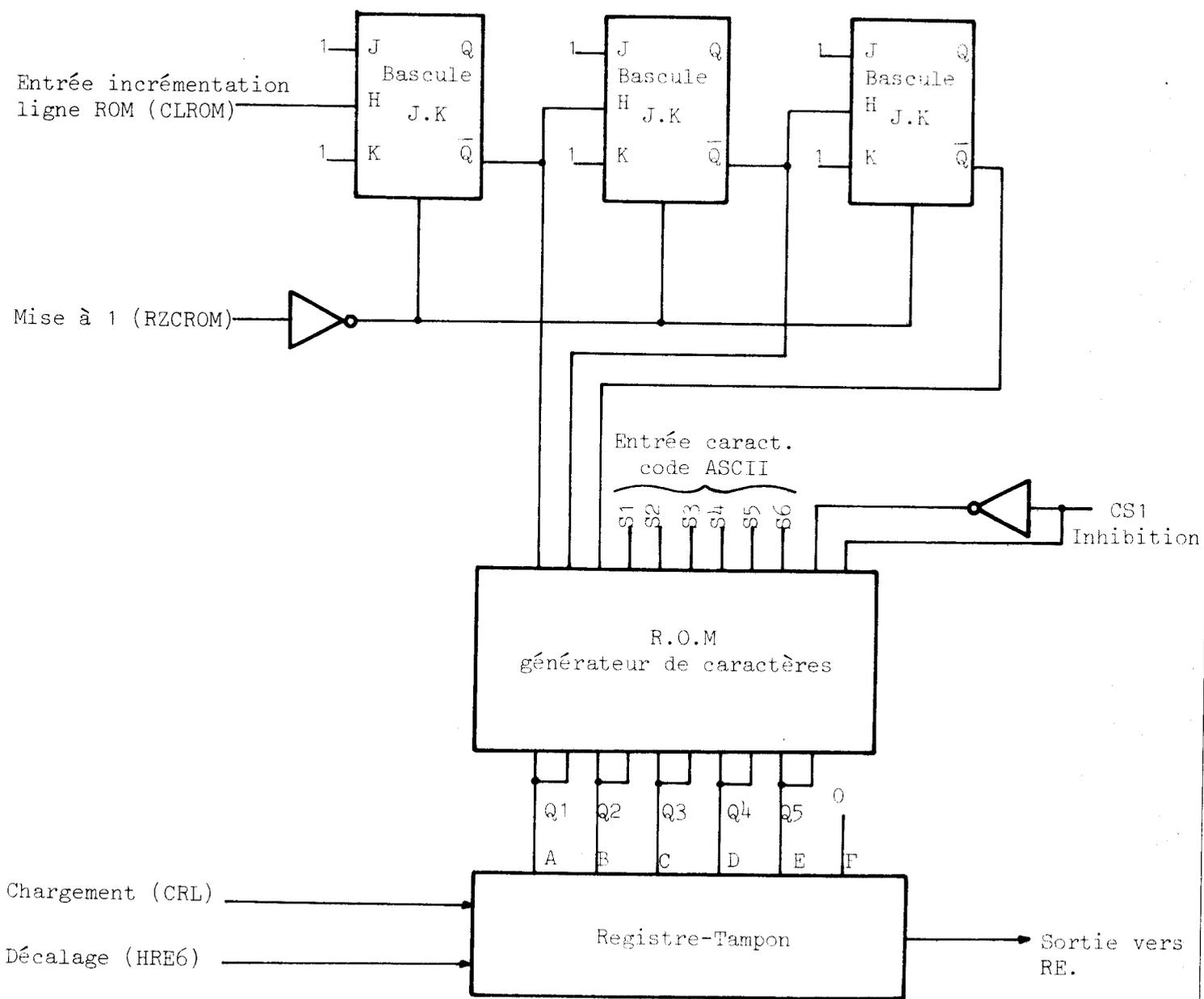


Figure - IV.19. - : Pointeur de ROM, décodage et registre de sortie.



- 2.3.2. Adressage de la mémoire morte -

L'adressage se fait à partir de deux mots binaires, le premier est codé sur 6 bits, c'est le caractère ASCII, le second est codé sur 3 bits, il permet de sélectionner une des lignes de la matrice de sortie. Le pointeur de la ROM permet le balayage ligne du générateur de caractères. Il est réalisé à partir d'un simple compteur binaire commandé par la logique que nous décrirons dans le prochain chapitre (Figure IV.19).

- 2.3.3. Registre de sortie -

Les informations issues de la ROM sont en fait délivrées en parallèle. Il s'agit de les transmettre au registre d'écriture. Le registre de sortie a donc une double mission :

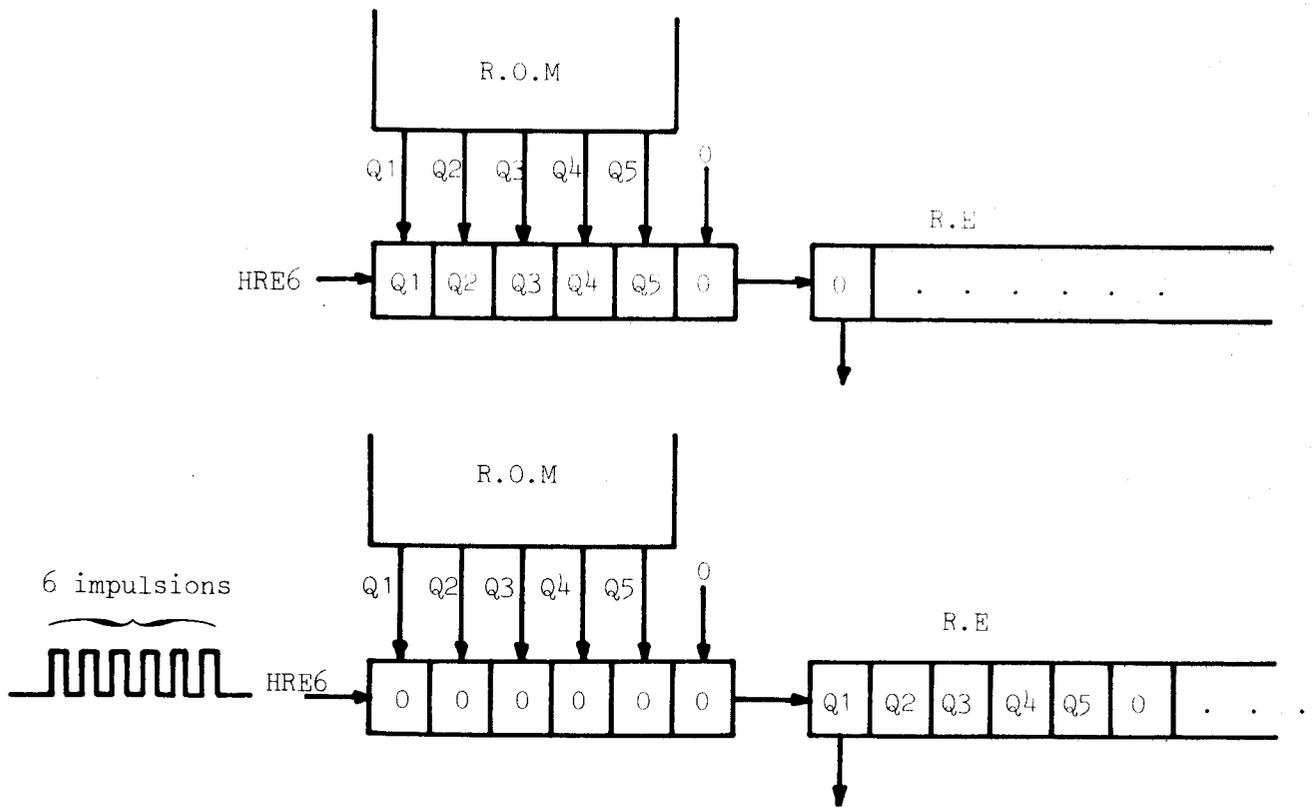
- la première est de mémoriser les informations en sortie de mémoire morte.
- la seconde est de convertir la transmission parallèle du mot de sortie en une transmission série.

L'introduction des données dans le registre d'écriture se fait donc par un simple décalage (Figure IV.19.)

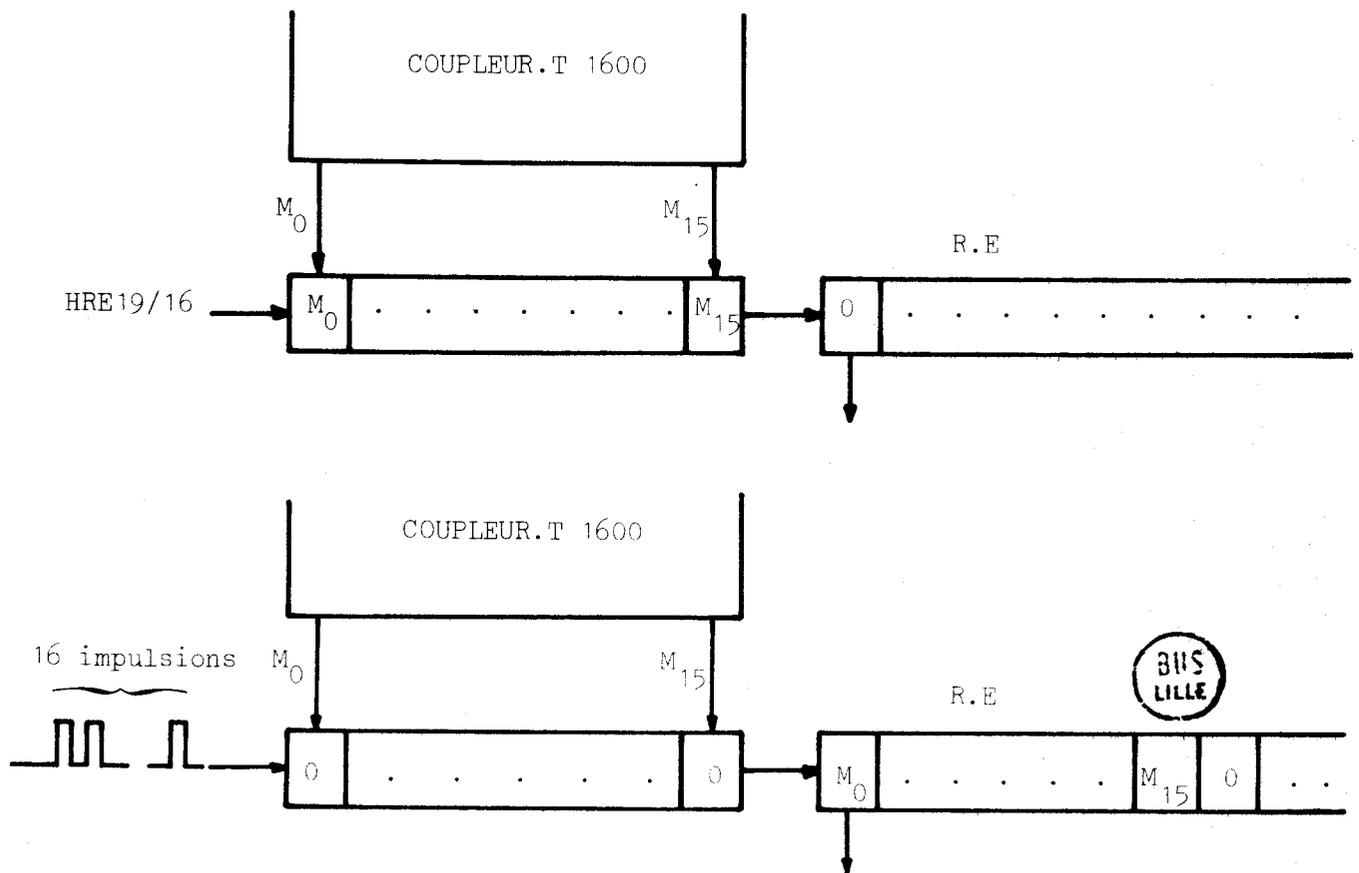
Remarque :

Le générateur de caractère fournit les cinq informations d'une ligne de la matrice. Il n'est pas tenu compte dans ces informations de sortie d'un espace entre chaque caractère, c'est pourquoi ce registre est en fait chargé par le mot binaire : Q1. Q2. Q3. Q4. Q5. 0. Le 0 logique introduit à la fin du mot permet de réaliser très simplement un espace entre chaque caractère. Cet espace est exactement de un point, ou deux pas, ce que nous avons précédemment défini.

Chaque élément de caractère est codé sur un mot de 6 bits. A la suite du décodage de chaque caractère, le registre d'écriture est donc chargé à l'aide d'une série de 6 impulsions de décalage. (Voir Figure IV.20.a.)



-Figure IV.20.a. -



- Figure IV.20.b. -

IV.3. Interface d'acquisition des informations graphiques

Le traitement des données numériques destinées à une reproduction graphique nécessite la mise en place d'une interface d'acquisition spécialisée dans ce domaine.

Nous avons, dans un précédent chapitre, défini la philosophie de ce mode de fonctionnement qui offre d'énormes possibilités de reproduction de part la simplicité des techniques mises en oeuvre.

Les informations sont directement fournies sous forme numérique par le calculateur. Elles ne nécessitent donc pas de traitement particulier, si ce n'est, un simple chargement du registre d'écriture.

L'acquisition est réglée par la logique de commande. Comme pour le mode de fonctionnement alphanumérique, celle-ci a pour rôle, en particulier, de gérer les signaux de services. La prise en compte des mots informations, issus du coupleur, est effectuée à l'aide d'un simple organe de mémorisation permettant ensuite le chargement du registre d'écriture par décalage. Cette mémoire est en fait constituée d'un registre à décalage à chargement parallèle dont le rôle consiste aussi à effectuer une conversion parallèle - série du mot transmis par le calculateur.

Le registre d'écriture est un simple registre à décalage, il peut recevoir des données de l'ensemble de traitement des informations alphanumériques, mais aussi du système d'acquisition des informations graphiques. Il est donc nécessaire de prévoir un aiguillage à l'entrée de ce registre.

Cette partie de l'interface se réduit à très peu de circuits elle a donc pu prendre place sur le même circuit imprimé que le système alphanumérique. (voir Figure IV.21.)

IV.3.1. Registre d'acquisition de données graphiques :

Les informations issues du coupleur sont codées sur 16 bits dans le cas d'un couplage avec un calculateur du type T 1600, elles sont codées sur 19 bits pour un calculateur du type T 2000. Ce registre tampon a donc une capacité de 19 bits. Il est à chargement

parallèle et permet le stockage d'un mot information en vue de sa transmission vers le registre d'écriture.

Il est réalisé à partir d'éléments intégrés en technologie TTL capables d'accepter des vitesses de décalage très élevées.

Selon le type de calculateur utilisé, le mot information sera injecté dans le registre d'écriture à l'aide de 16 ou 19 impulsions de décalage. (Voir Figure IV.20.b.)

IV.3.2. Aiguillage des informations graphiques et alphanumériques

Deux variables internes à la logique de commande permettent de commuter le fonctionnement de l'imprimante sur le mode alphanumérique ou le mode graphique. Il s'agit des variables GRAPH et ALPHA, dont nous donnerons une définition plus approfondie dans le prochain chapitre.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{GRAPH} = 1 \text{ mode graphique} \\ \text{ALPHA} = 1 \text{ mode alphanumérique} \end{array} \right.$$

Dans la Figure IV.21. nous pouvons voir le circuit, très simple, autorisant un aiguillage des informations graphiques et alphanumériques destinées au registre d'écriture.

IV.4. Réalisation de l'organe de sortie

L'organe de sortie est composé de trois éléments distincts : le registre d'écriture dans lequel sont stockées les informations à écrire, les amplificateurs d'attaque des diodes électroluminescentes et enfin, la tête d'écriture proprement dite qui est l'organe d'impression (voir Figure IV.22.).

Nous ne reviendrons pas sur la constitution de la tête d'écriture. Celle-ci a été l'objet d'un des chapitres précédent, il suffit de retenir qu'il s'agit d'une ligne de diodes électroluminescentes.

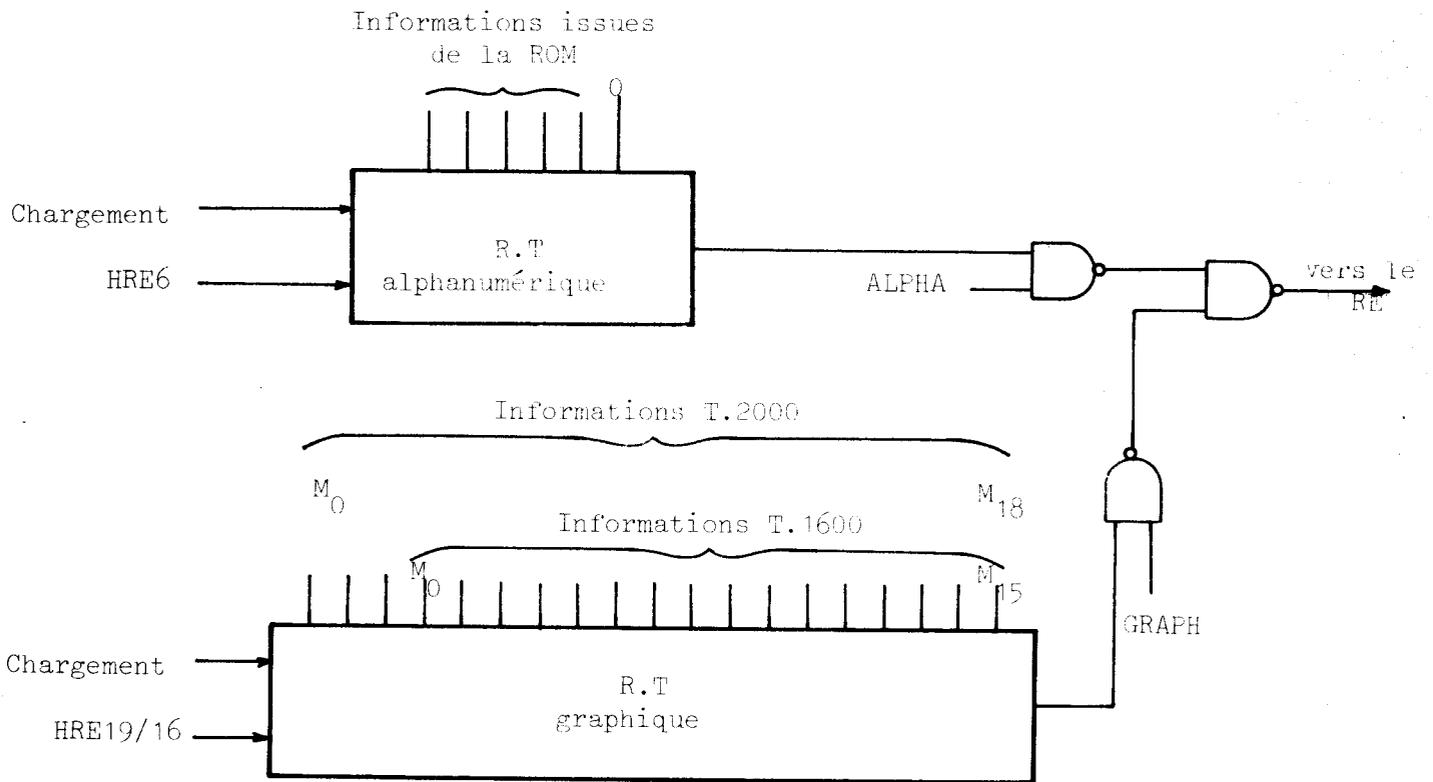


Figure - IV.21. -

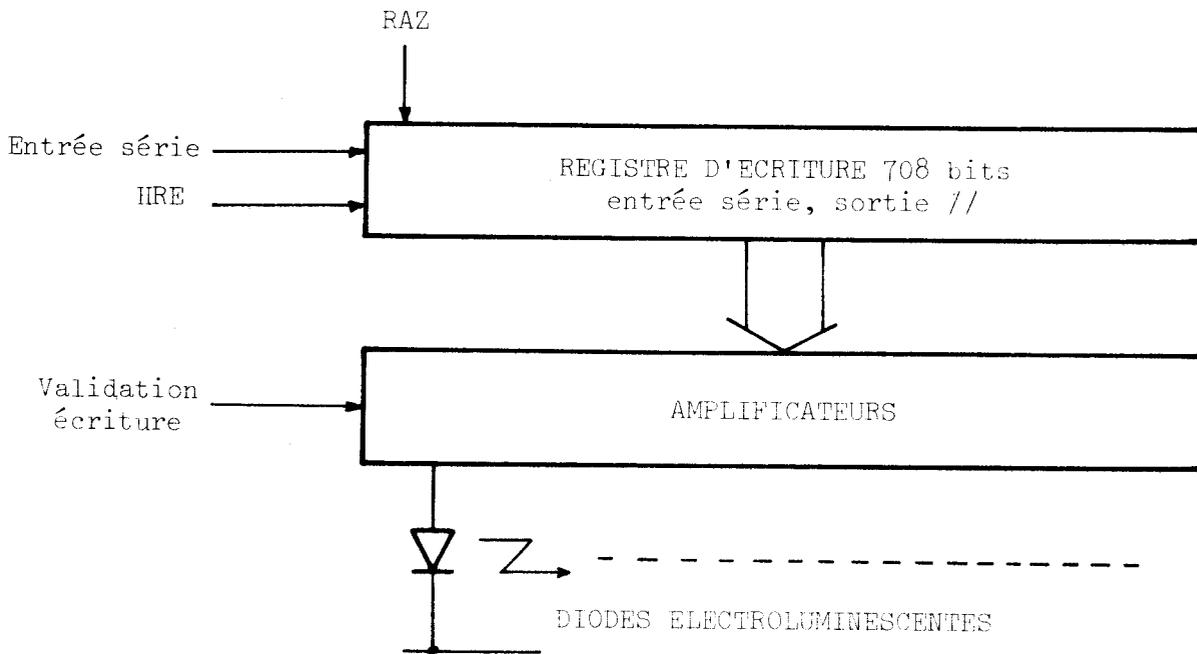


Figure - IV.22. -



Le registre d'écriture est un registre à décalage à sorties parallèles d'une capacité de 708 bits. Chaque sortie de ce registre attaque directement un amplificateur fournissant à une diode électroluminescente l'énergie électrique nécessaire à l'émission d'un rayonnement lumineux.

IV.4.1. Réalisation de l'ensemble de stockage des informations et d'amplification :

Le registre d'écriture et les amplificateurs représentent un très grand nombre de circuits intégrés. Cet ensemble a dû être réalisé sur 6 plaques de circuits imprimés. Chacun de ces sous-ensembles a une capacité d'attaque de 118 diodes électroluminescentes et comporte donc, à la fois, une partie registre à décalage et une partie amplificateurs. Les six plaques sont toutes identiques et par conséquent interchangeables.

La Figure IV.23. représente la composition d'une plaque de circuits imprimés. Chaque amplificateur a deux entrées et constitue en réalité un ET logique. Une des entrées est connectée à la sortie du registre à décalage, une autre entrée est commune à tous les amplificateurs, c'est l'entrée de validation d'écriture autorisant l'impression des informations contenues dans le registre à décalage.

IV.4.2. Commande et protection de la tête d'écriture :

Pour éviter toutes possibilités de destruction accidentelles des diodes électroluminescentes, deux types de protections ont été mises en place, l'une en tension, l'autre en courant.

La protection en tension est réalisée sur l'alimentation des diodes, elle interdit l'écriture s'il y a une élévation anormale du potentiel délivré par celle-ci.

Une autre protection, permet de limiter le courant traversant chaque diode, c'est une protection individuelle. En réalité, elle limite l'énergie électrique de commande de chacune des diodes.

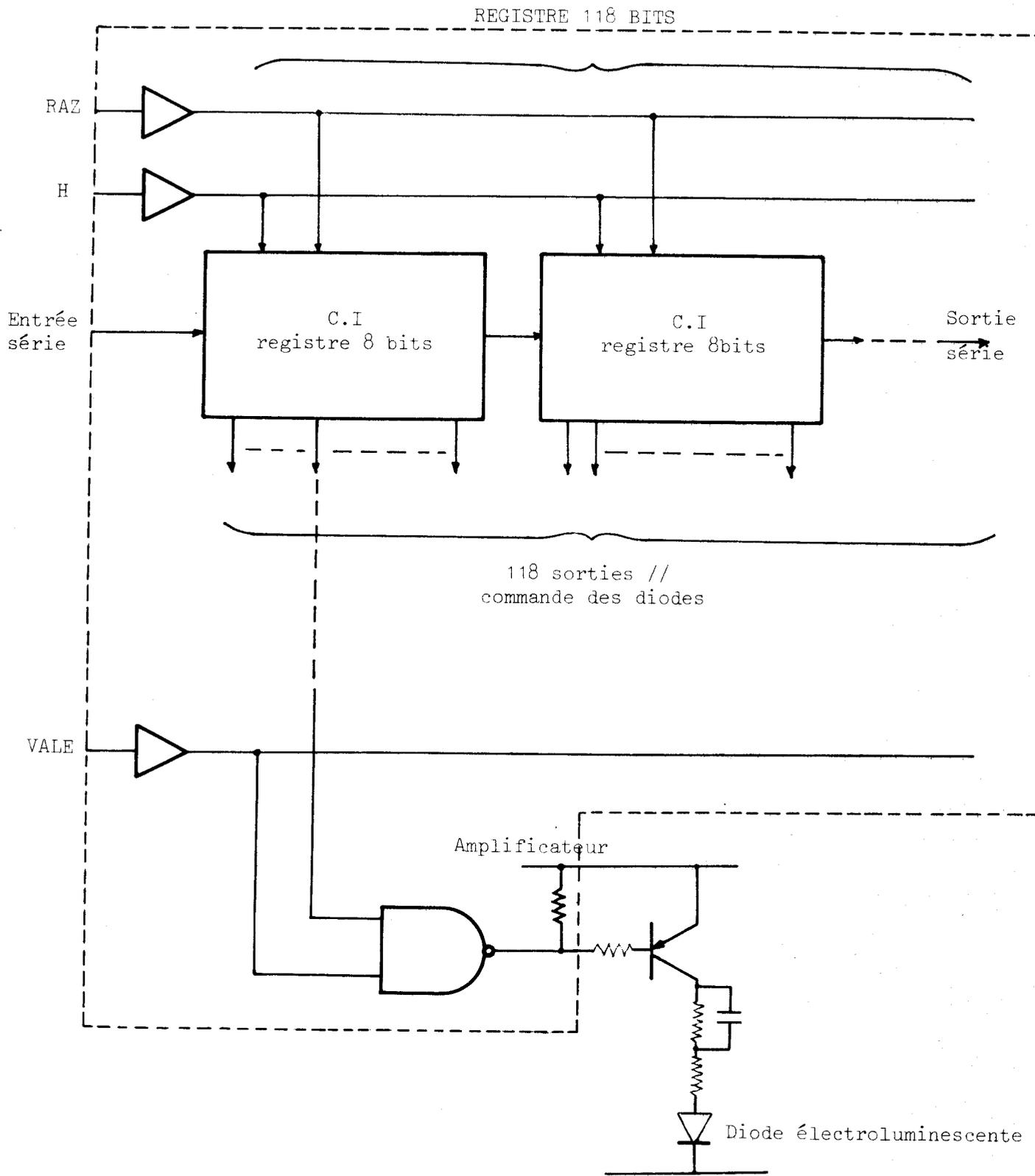


Figure - IV.23. -



Ces circuits sont cependant relativement encombrant, une amélioration des technologies employées pour construire la tête d'écriture pourrait peut-être nous permettre de les supprimer.

IV.5. Organisation de l'interface

Nous venons d'étudier en détail les structures internes de l'interface d'acquisition et de traitement des données alphanumériques ou graphiques. Vu de l'extérieur, cet ensemble est comparable à une boîte noire possédant un certain nombre d'entrées et de sorties.

La Figure IV.24. représente l'ensemble des entrées et des sorties de l'interface. Le prochain chapitre, aura pour objet de définir les structures internes de la logique de commande. Celle-ci a pour fonction de réaliser la gestion des signaux de service issus du coupleur de calculateur, mais aussi de délivrer les signaux de commande de l'interface d'acquisition de données.

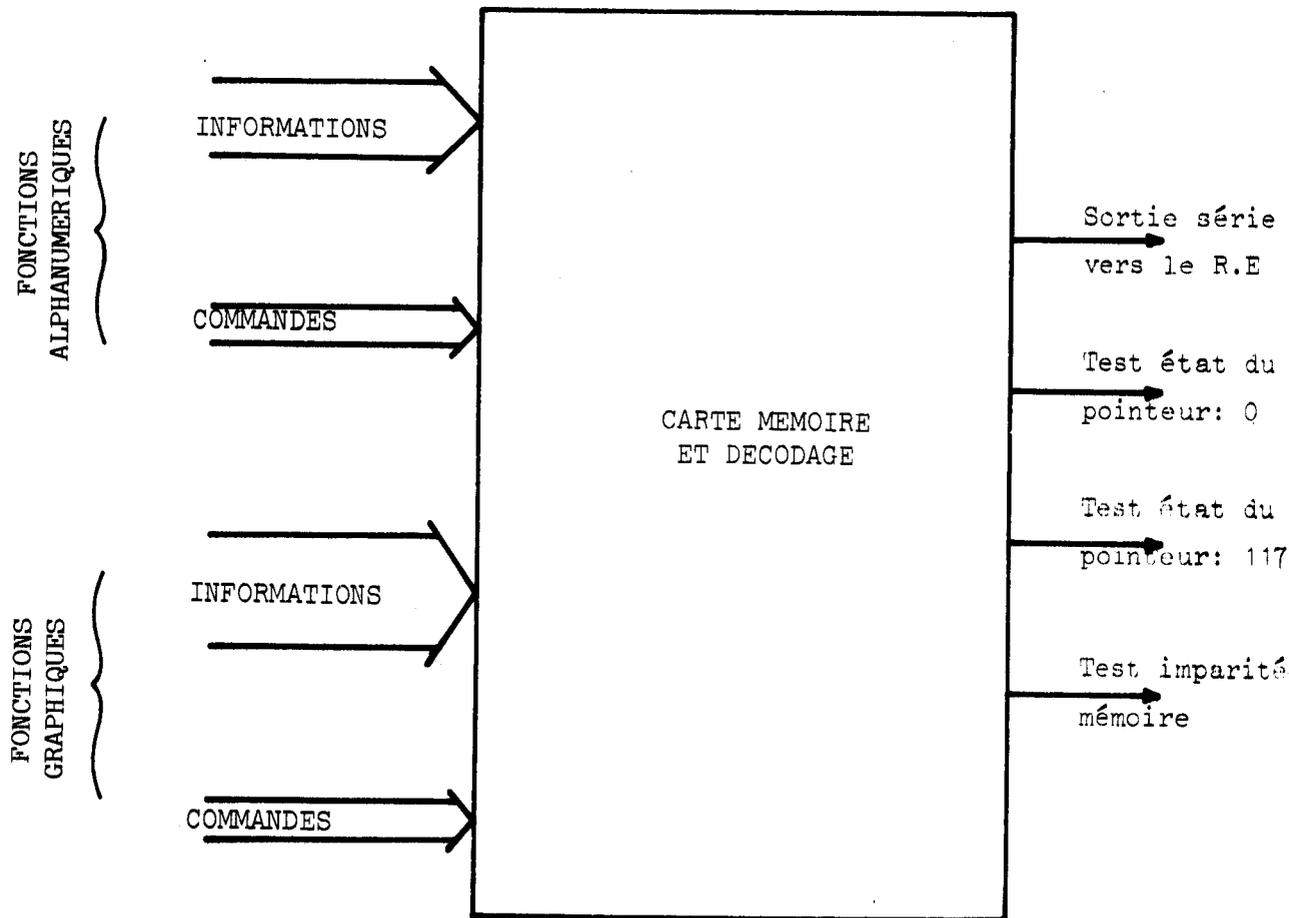


Figure - IV.24. -



C H A P I T R E V

- DESCRIPTION ET REALISATION DE LA LOGIQUE DE COMMANDE DES ORGANES INTERNES DE L'IMPRIMANTE -

La gestion des signaux de services issus du calculateur, ainsi que la commande des divers organes internes de l'imprimante est réalisée à partir d'une logique câblée appelée "logique de commande". Son mode de fonctionnement est synchrone, elle est pilotée par une horloge battant à une fréquence de 10 MHz. Le choix de cette fréquence d'horloge se justifie par les temps de cycles très courts auxquels la logique doit être capable de faire face. Il s'agit en fait, d'un compromis entre les possibilités technologiques des circuits intégrés utilisés et les impératifs de vitesse d'exécution de la machine.

La figure V.1. représente la place qu'occupe la logique de commande dans l'architecture interne de la machine.

Elle reçoit du calculateur, à travers le coupleur, toutes les informations concernant l'état du canal, ainsi que tous les signaux internes la renseignant sur l'état des divers sous-ensembles d'acquisition et de traitement des informations. A partir de ces données, elle va ou non permettre le passage des informations à travers le système de traitement vers l'organe d'écriture en synchronisation avec l'avance de la bande de papier.

Nous allons décrire dans ce chapitre la suite des opérations effectuées lors d'une acquisition et d'un traitement de données alphanumériques ou graphiques.

L'ensemble complet de commande est réalisé sur une plaque de circuit imprimé où la technique de câblage en Wrapping a été utilisée. Cette technologie a permis une construction aisée et une mise au point rapide de toute la logique.

V.1. Structure interne de la logique de commande

V.1.1. Fonctions de la logique de commande :

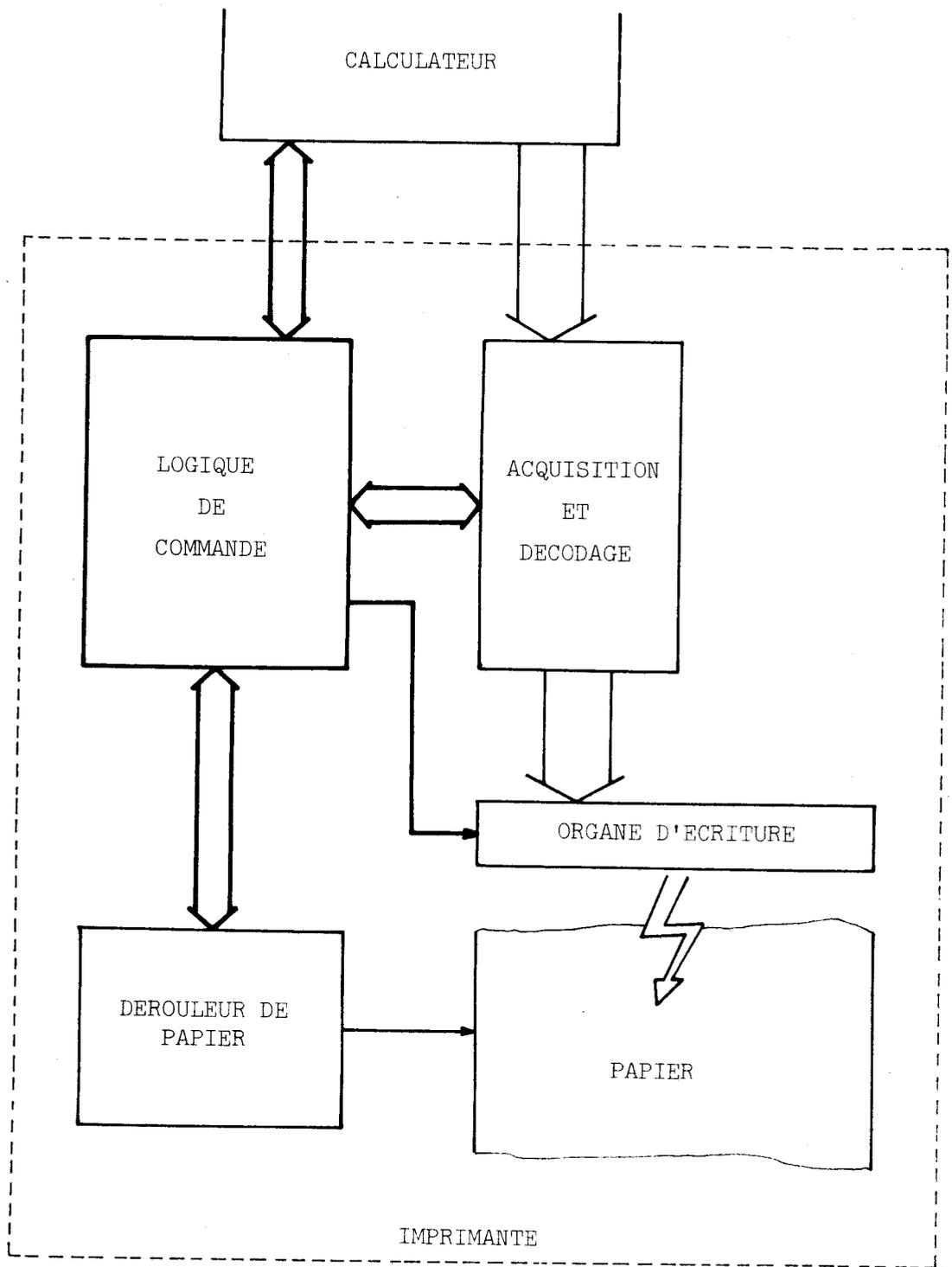


Figure - V.1 -



La Figure V.1. montre que nous nous trouvons en présence de trois ensembles distincts. Il y a d'une part le calculateur, d'autre part le système d'acquisition et de traitement des données, auquel il est possible d'inclure le système d'écriture et ensuite le dérouleur de papier.

La logique de commande a donc en fait deux fonctions distinctes :

1) Une fonction de gestion au niveau de l'acquisition de données :

Il est en effet nécessaire de provoquer l'échange d'informations et de bloquer leurs arrivées, en fonction de leurs natures et en synchronisme avec le dérouleur de papier, pour en permettre à la fois le traitement et l'écriture.

2) Une fonction de commande effective de chaque ensemble d'acquisition, de traitement et du dérouleur de papier pris séparément.

A partir des remarques que nous venons de formuler, il est possible d'exécuter un découpage de toute cette logique.

V.1.2. Sous-ensembles logiques et rôles de chacun d'eux :

La figure V.2. montre que nous pouvons en fait distinguer cinq sous-ensembles essentiels composant la logique de commande. Ce sont les suivants :

1) Le décodage des divers ordres de commande qui ont deux origines distinctes selon leur nature. Ils sont considérés par le programmeur soit comme des mots de commandes, soit encore comme des mots d'informations.

Dans les mots de commandes, il y a :

- le "Stop Bande"
- "La mise en fonction alphanumérique"
- "La mise en fonction graphique"

Dans les mots d'informations, nous pouvons considérer :

- le "Retour - Chariot"
- le "Line - Feed"

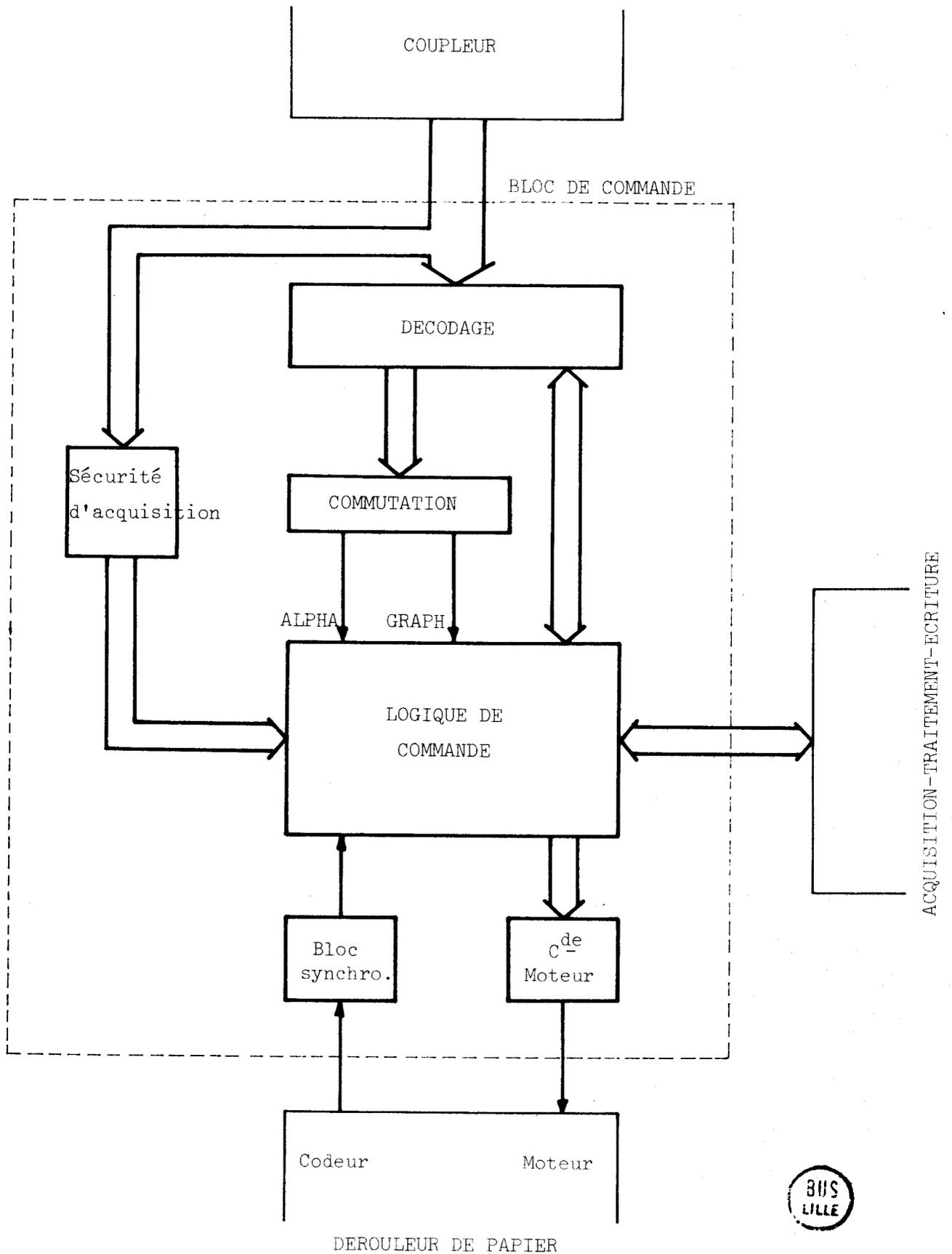


Figure - V.2. -

La commutation de mode de fonctionnement est inclu à ce sous-ensemble, c'est en fait un prolongement de la fonction de décodage.

2) Le système de synchronisation de l'avance de papier et de la logique d'écriture qui est une fonction essentielle de mise en page des informations.

3) La logique de décision et d'action proprement dite, qui est de loin le bloc de commande le plus important, en ce qui concerne du moins, le nombre de fonctions réalisées.

Elle reçoit toutes ses informations du calculateur et des autres sous-ensembles logiques. Son rôle est de fournir les signaux de service au calculateur et les signaux de commande aux organes essentiels de l'imprimante.

4) Le système de sécurité d'acquisition de données qui est une fonction annexe de la logique de commande.

Nous avons en fait, trois blocs distincts et indépendants qui sont en présence lors d'une sortie d'informations sur le papier. Il s'agit, du calculateur, de la logique de commande et d'acquisition de données et également du dérouleur de papier. Ils ont tous leur propre vitesse d'exécution. Par conséquent, à la suite d'une perturbation ou d'un simple défaut affectant l'un quelconque de ces trois systèmes, une perte d'informations est possible. Pour éviter tout cela, l'écriture ne peut-être exécutée que lorsque toutes les informations ont été acquises, ceci au détriment de la mise en page.

5) Le système de commande du moteur d'entraînement de papier qui délivre à l'amplificateur de puissance un ordre logique de démarrage ou d'arrêt de la bande.

V.2. Décodage des ordres de commande et commutation de mode de fonctionnement

V.2.1. Décodage :

1) Mots de commandes :

Le demi coupleur haut nous fournit trois mots de commandes distincts.

- le stop bande, code hexadécimal : 0000
- la mise en fonction alphanumérique, code hexadécimal : 6000
- la mise en fonction graphique, code hexadécimal : 7000

Les blocs de la Figure V.3. fournissent le décodage de ces mots de commandes.

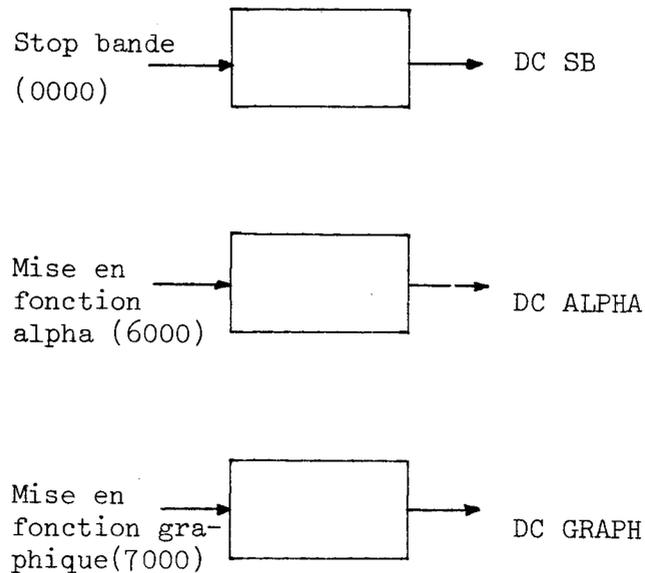


Figure V.3.

2) Mots informations :

Deux mots informations nécessitent un décodage particulier, il s'agit du "Retour chariot" et du "Line feed".

- Retour chariot, code hexadécimal : 8.D.00
- Line Feed, code hexadécimal : 0 A 00

Les blocs de la Figure V.4. fournissent le décodage des mots informations.

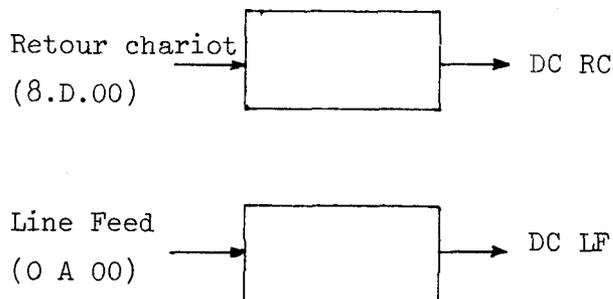


Figure V.4.

V.2.2. Commutation de mode de fonctionnement :

C'est à la suite de l'acquisition par la logique des mots de commandes que l'imprimante est capable d'assurer la reproduction de textes alphanumériques ou de dessins graphiques.

Deux variables sont utilisées pour définir l'état général, de la logique, relatif à la structure d'échange et de traitement des données qui est souhaité. Il s'agit des variables ALPHA et GRAPH qui imposent à la machine un état ou un mode de fonctionnement particulier.

La tableau de la figure V.5. donne les différents états de la machine.

ALPHA	GRAPH	ETAT
0	0	Mise en attente-Arrêt de bande
0	1	Mise en fonction graphique
1	0	Mise en fonction alphanumérique
1	1	Impossible

Figure - V.5. -

Nous pouvons constater sur le tableau de la Figure V.5. que les variables ALPHA et GRAPH sont en fait une mémorisation de l'acquisition par la logique des mots de commande relatifs au fonctionnement alphanumérique ou graphique.

Le diagramme de la Figure V.6. montre l'acquisition des mots de commande et leurs mémorisations.

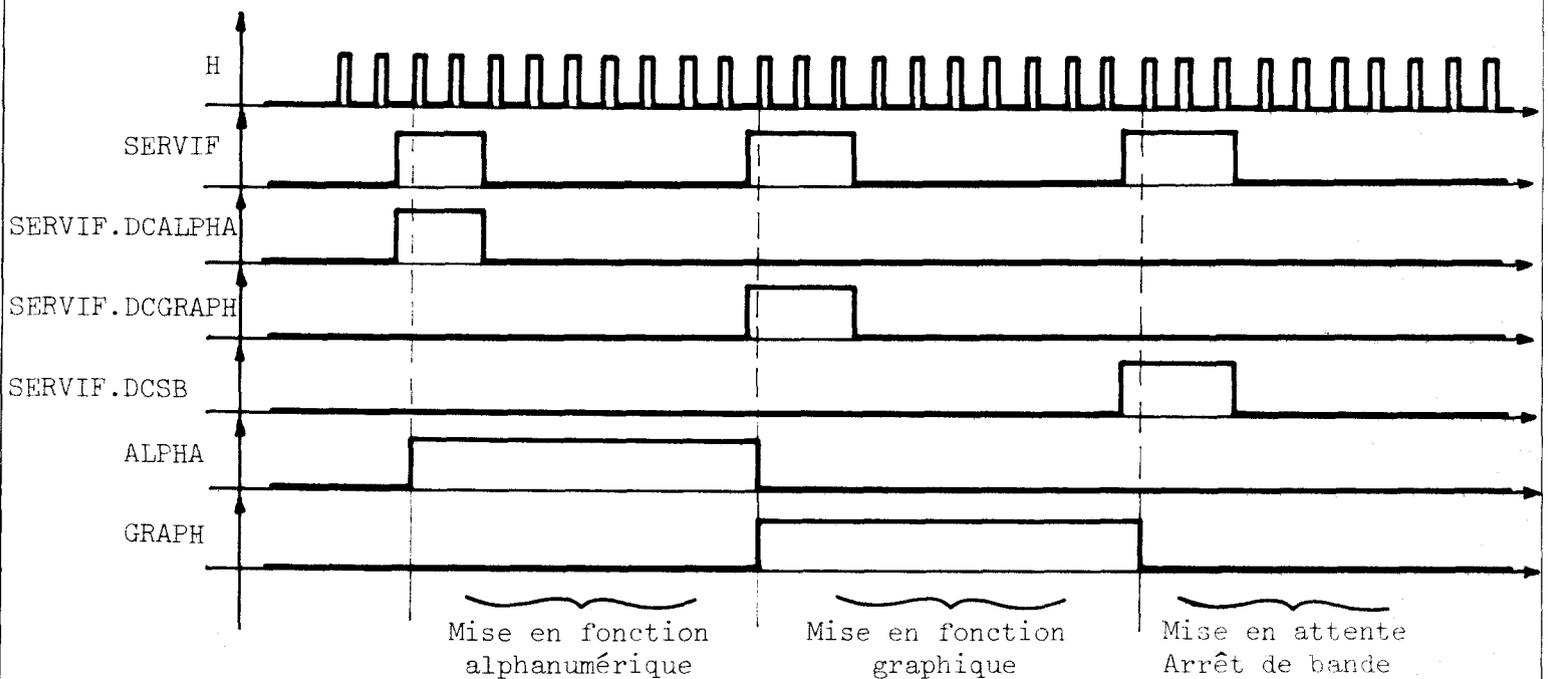


Figure - V.6. -

SERVIF est le signal de service SERVI délivré par le demi-coupleur haut à la suite de la sortie effective d'un mot fonction, en l'occurrence un mot de commande.

Les variables ALPHA et GRAPH sont réalisées à partir de bascules J.K. dont les équations de commandes sont les suivantes :

$$\text{ALPHA} \left\{ \begin{array}{l} J = \text{DC ALPHA} \cdot \text{SERVIF} \\ K = \text{DC GRAPH} \cdot \text{SERVIF} \end{array} \right.$$

Lorsque l'on désire exécuter une reproduction alphanumérique, le découpage des signaux de synchronisation est un peu plus complexe. Il faut, pour écrire une ligne de caractères, imprimer sept lignes de points espacés de deux lignes de points blancs. Le diagramme de la figure V.8. montre les signaux de synchronisation lignes ainsi que les signaux de synchronisation d'écriture dans le cas d'un fonctionnement en mode alphanumérique.

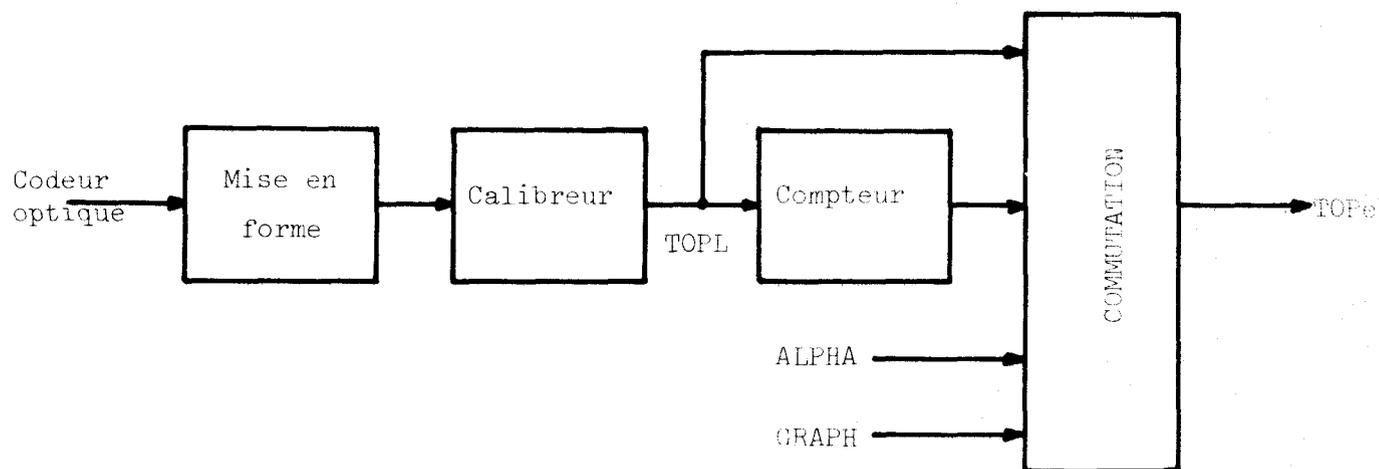


Figure - V.7. - : Système de synchronisation ligne

Remarque :

Quelque soit le mode de reproduction de l'imprimante, les signaux de synchronisation apparaissent lorsque le moteur d'entraînement démarre.

La machine a donc traité, avant l'échange des informations à écrire, un ordre de commande qui est : "la mise en fonction alphanumérique" ou "la mise en fonction graphique".

Dès cet instant, toutes les variables logiques sont remises à zéro, c'est la "mise en fonction initiale" de l'imprimante.

Le comptage des impulsions délivrées par le codeur optique, au moment du démarrage, est donc toujours réalisé à partir de zéro, il y a donc au départ une phase d'attente. Elle facilite l'acquisition des informations à cet instant.

Mise à 0 = DC SB . SERVIF + MSST

GRAPH $\left\{ \begin{array}{l} J = DC GRAPH . SERVIF \\ K = DC ALPHA . SERVIF \end{array} \right.$

Mise à 0 = DC SB . SERVIF + MSST

avec MSST qui est un signal de remise à zéro automatique à la mise sous tension de la machine.

V.3. Synchronisation de l'avance du papier avec la logique d'écriture

Nous avons décrit, de façon succincte, dans un précédent chapitre, la constitution simplifiée du dérouleur de papier. Un codeur optique incrémental a son axe de rotation solidaire du rouleau d'entraînement principal de la bande de papier. Celui-ci délivre au système de synchronisation un signal qu'il est nécessaire de remettre en forme puis de traiter, afin d'obtenir la mise en page souhaitée.

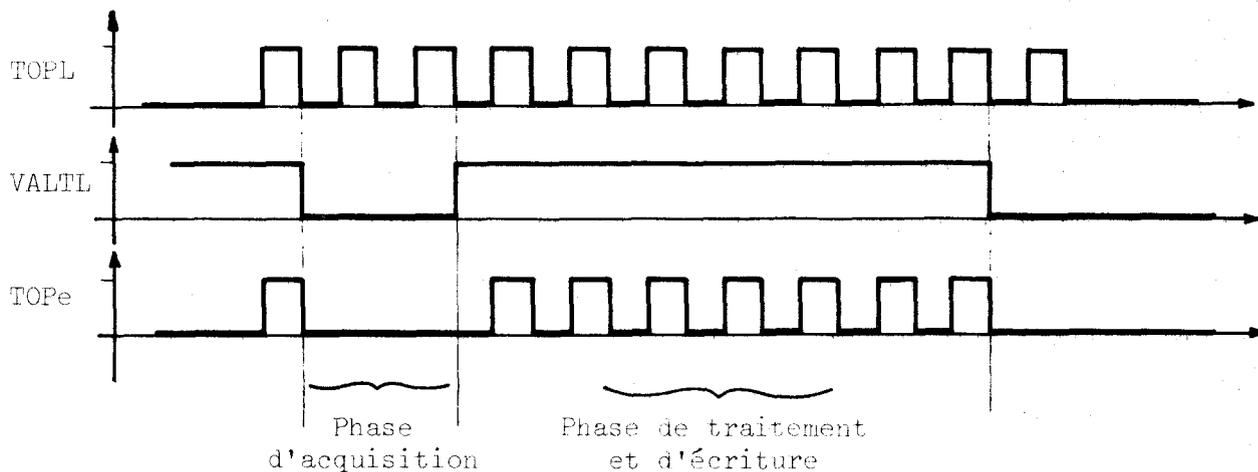
La Figure V.7. montre l'organisation interne du système de synchronisation ligne.

Il est composé d'une bascule de mise en forme, d'un calibreur d'impulsion et d'un compteur.

Le calibreur d'impulsion a pour fonction d'imposer au signal de synchronisation une durée constante de 50 μ s. Ce signal est acheminé à travers toute la logique de commande vers l'organe d'écriture. Après traitement, il devient le signal de validation écriture "VALE".

Le compteur permet de découper les signaux de synchronisation suivant le mode de fonctionnement, alphanumérique ou graphique, de l'imprimante.

Dans le cas d'une reproduction graphique, le système de synchronisation délivre une impulsion à chaque pas d'avancement du papier à l'ensemble d'écriture.



- Figure V.8. -

Synchronisation écriture en mode alphanumérique

- TOPL Signal de synchronisation ligne
- VALTL Validation du signal de synchronisation (délivré par le compteur).
- TOP_e Signal de synchronisation écriture ayant une durée de 50 μ s.

V.4. Etude de la commande des blocs d'acquisition, de traitement et d'écriture.

Le rôle de cet ensemble de commande est de gérer l'échange des informations en mode canal et de délivrer les signaux de commande au bloc d'acquisition de données, ainsi qu'aux ensembles logiques de traitement et d'écriture.

La gestion d'un échange en mode canal est réalisée grâce à l'envoi, par le calculateur, des signaux de services SERVI fonction et SERVI information et également du signal d'occupation périphérique \overline{OCC} délivré par la logique interne de l'imprimante.

V.4.1. Etude du signal d'occupation périphérique :

Le diagramme de la Figure V.9. montre les différentes étapes d'acquisition puis de traitement des informations transmises du calculateur vers le périphérique en mode alphanumérique.

Dès la mise sous tension de la machine, le signal \overline{occ} est mis à 1. Le périphérique est donc à cet instant libre d'acquérir des informations. C'est à la suite de la sortie d'un mot de commande de mise en fonction graphique ou alphanumérique que la logique est prête à traiter les

informations, elle est à ce moment initialisée.

- 4.1.1. Phase d'acquisition de données -

La logique étant initialisée, un échange de mots informations peut avoir lieu en mode canal. Notre imprimante devant être connectée à un ordinateur du type T 1600, il est nécessaire de provoquer, par une modulation du signal \overline{occ} , la sortie effective des données. Pour que cette sortie se fasse à la vitesse maximale du canal micro-programmé, la modulation de \overline{occ} est faite à partir du signal de service SERVI information. C'est donc la sortie d'un mot information qui provoque la sortie du mot suivant, c'est ce que nous pouvons voir sur les diagrammes des Figures V.9. et V.10. Le démarrage d'un échange est provoqué par la sortie d'un mot information en mode programmé simple.

Suivant le mode de fonctionnement de l'imprimante, la fin de l'acquisition des données est repérée, soit par un ordre venant du ordinateur (essentiellement en mode alphanumérique avec les ordres RC et LF) soit encore lorsque les mémoires tampons sont saturées.

En mode alphanumérique la mémoire tampon est saturée lorsqu'elle contient les 118 caractères alphanumériques que peut contenir une seule ligne.

En mode graphique le registre tampon est saturé lorsque les 708 bits utiles à l'écriture d'une ligne de points y ont été stockés.

- 4.1.2. Phase de traitement des données -

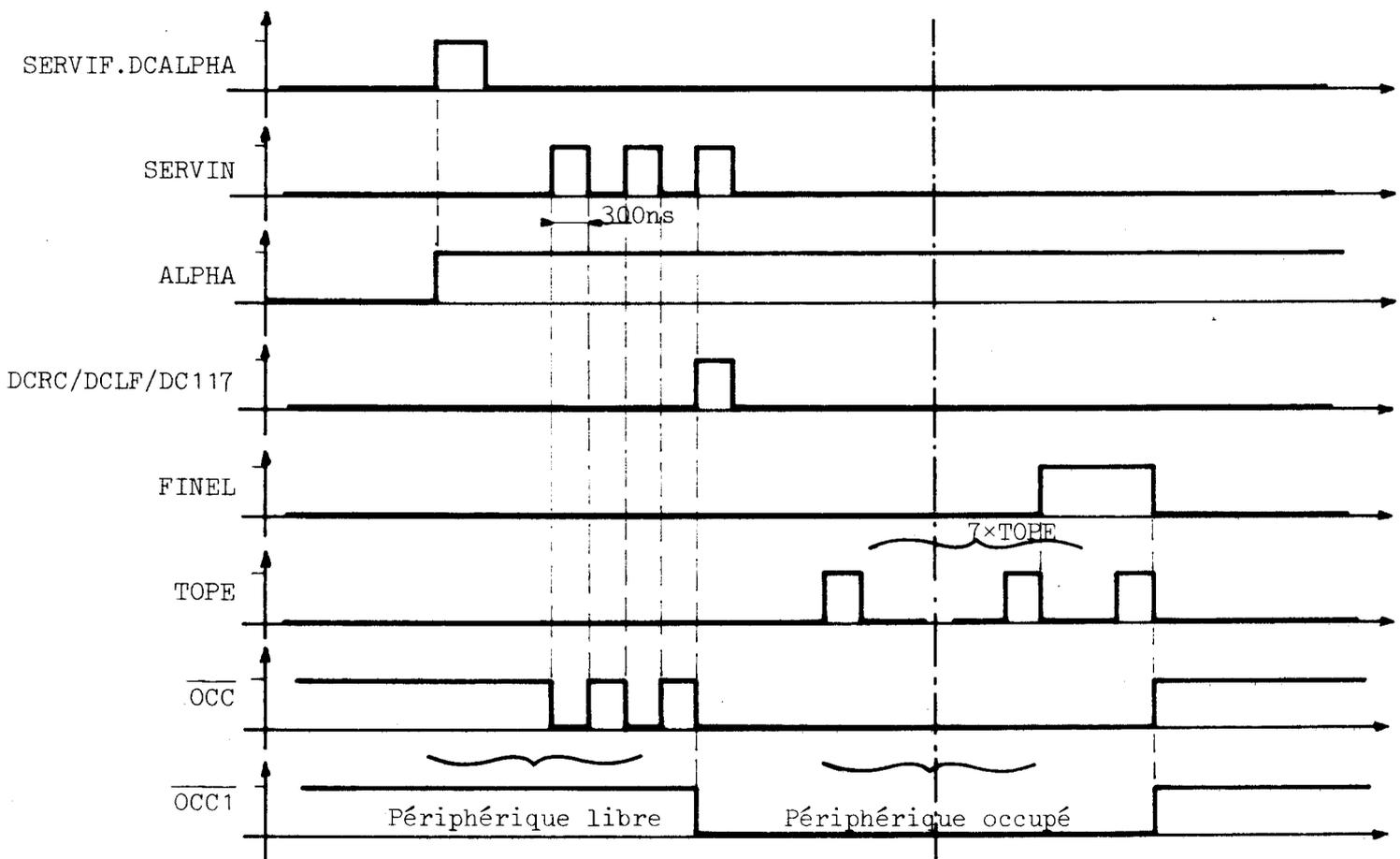
Pendant cette phase le périphérique est dit "occupé" et ne peut donc recevoir des informations.

Dès que le signal \overline{occ} tombe au niveau 0, la phase de traitement et d'écriture des données commence.

Suivant le mode de fonctionnement de l'imprimante cette phase est plus ou moins longue :

- En mode alphanumérique (voir Figure V.9.) il faut attendre que les sept lignes de points composant une ligne de caractères soit effectivement écrite pour que le signal $\overline{\text{OCC}}$ remonte au niveau 1 correspondant à l'état "non occupé".

- En mode graphique (voir Figure V.10.) l'écriture d'une ligne de points termine la phase de traitement des données.



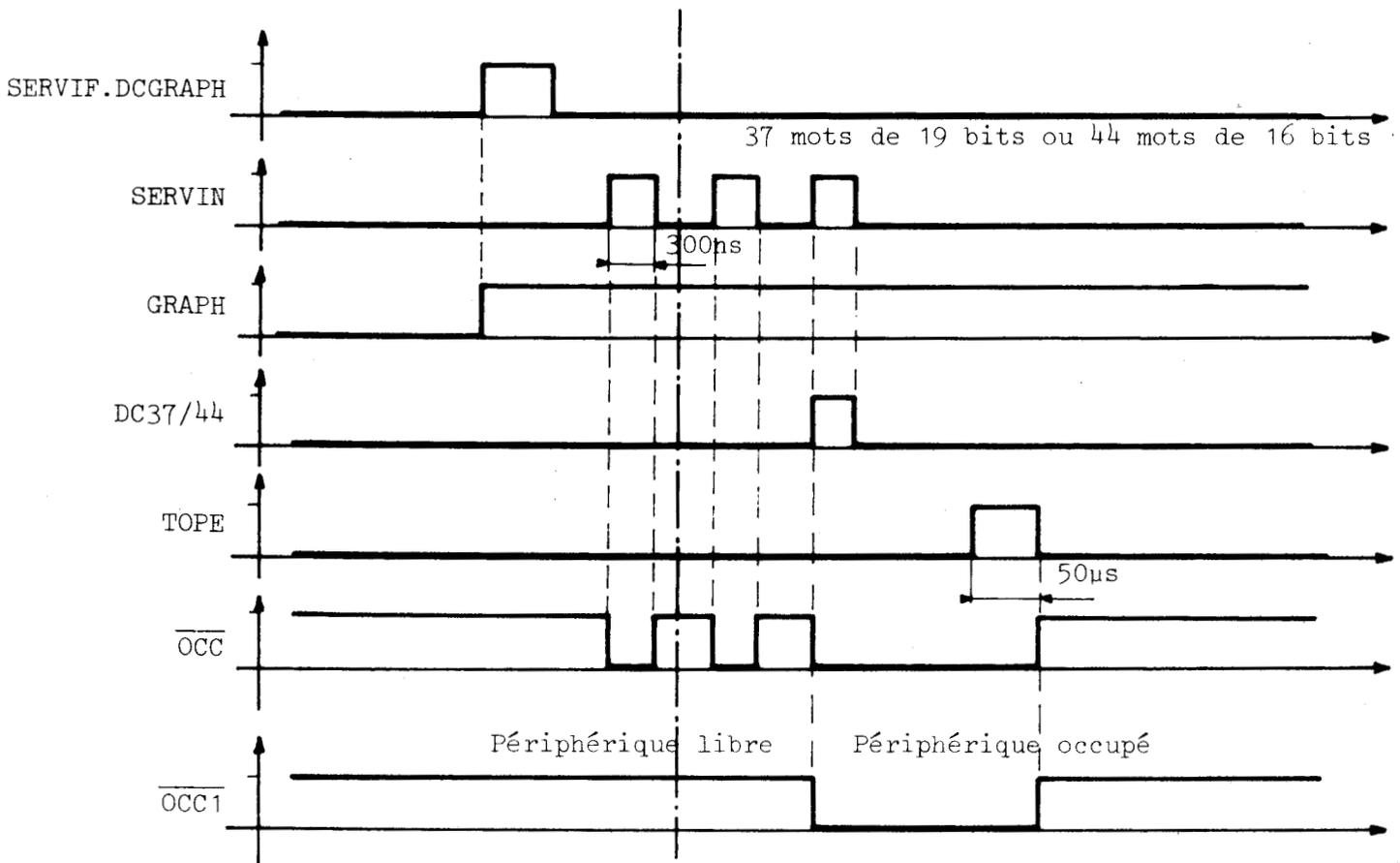
- Figure V.9. -

FINEL est un signal délivré par le système de synchronisation ligne indiquant l'écriture de la dernière ligne de points composant une ligne de caractère.

Chaque signal SERVIN indique la sortie effective d'un mot information.

Nous voyons sur la Figure V.9. une phase d'acquisition, pendant les instants où le périphérique est libre, une phase de traitement et d'écriture lorsque le périphérique est dit "occupé".

La variable \overline{occ}_1 représente de façon plus claire que \overline{occ} , les instants correspondant aux états "occupés" et "non occupés" de l'imprimante. \overline{occ}_1 et \overline{occ} sont les deux variantes du signal d'occupation du type T 2000 ou T 1600. Dans le cadre de cette étude le signal d'occupation périphérique utilisé est donc \overline{occ} .



- Figure V.10. -

La Figure V.10. montre une phase d'acquisition (périphérique libre) qui prend fin avec la venue du signal DC 37/44. L'indicateur DC 37/44 renseigne la logique de la quantité de mots informations transmis et stockés dans le registre d'écriture dans le cas d'un fonctionnement de l'imprimante en mode graphique.

- 4.1.3. Cas où les ordres RC et LF sont placés en début d'échange -

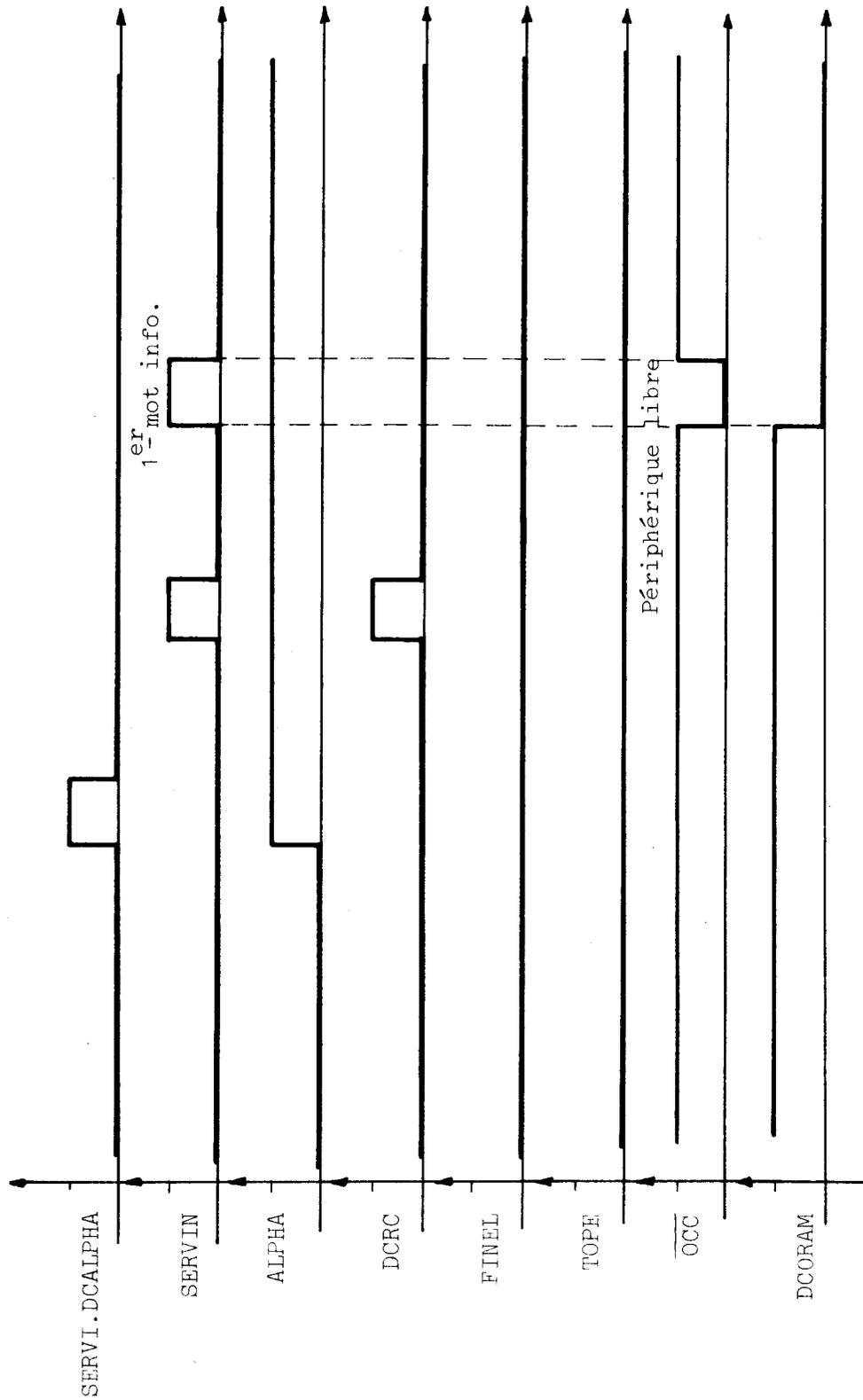
Dans le cas d'une reproduction alphanumérique des informations transmises, nous avons vu dans un précédent chapitre que les ordres RC et LF pouvaient avoir plusieurs significations, suivant l'emplacement qu'ils ont dans un échange.

Nous avons étudié le cas où ils sont transmis à la fin d'un échange et par conséquent correspondant à une fin de ligne de caractère.

Lorsque ces ordres sont transmis avant toute acquisition de mots informations, leur signification est tout autre et le signal d'occupation périphérique est de ce fait modifié.

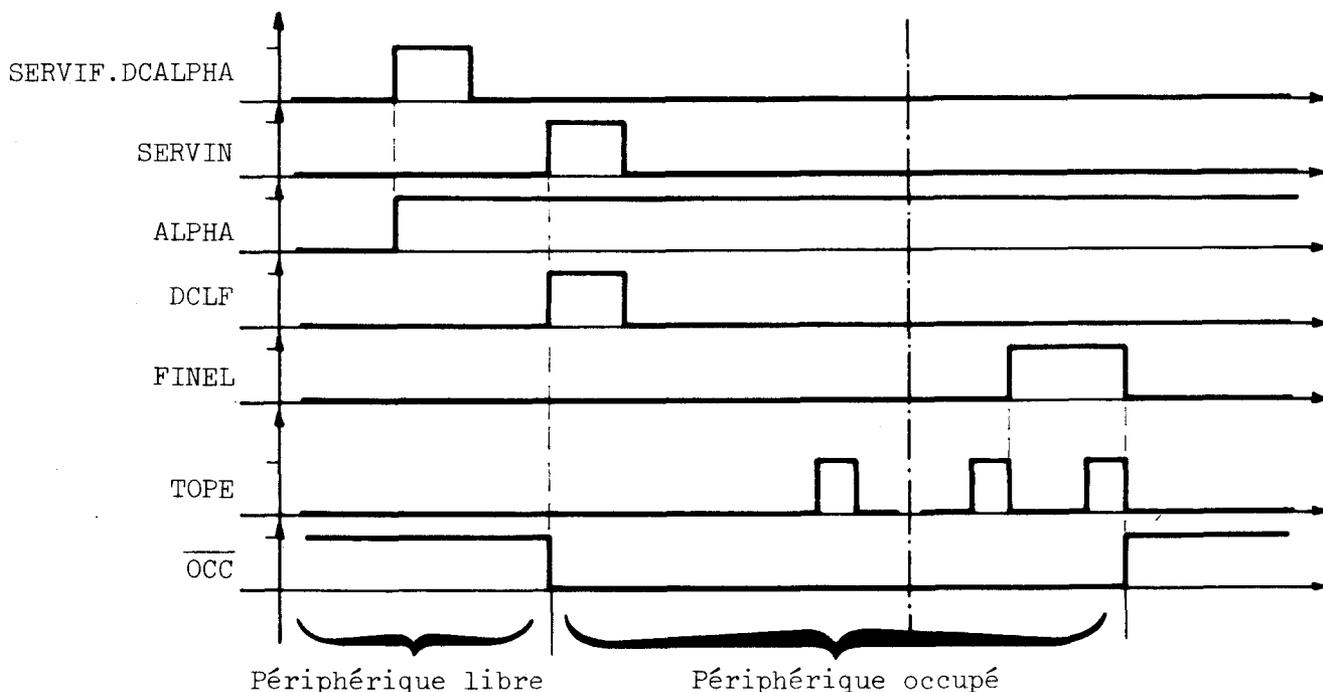
L'ordre RC étant transmis au début d'un échange, le signal occ n'est pas perturbé par l'acquisition de ce mot comme nous pouvons le constater sur la Figure V.11.

La Figure V.12. montre l'action d'un ordre LF transmis avant tout autre mot information. Dans ce cas, la logique place la périphérique dans un état "occupé" de manière à permettre le passage d'une ligne de caractères.



- Figure V.11. - : L'ordre RC est ici inopérant, il n'est pas mémorisé.





- Figure V.12. -

Le diagramme de la Figure V.12. représente un signal de synchronisation écriture TOPE qui correspond en fait, non pas à une écriture réelle, mais à une attente assimilable sur le papier à un espace de la dimension d'une ligne de caractères.

Remarque :

L'étude du signal $\overline{\text{occ}}$ tel que nous venons de l'entreprendre montre les deux phases de production des données sur le papier.

Il y a d'abord, la phase d'acquisition pendant laquelle le périphérique est asservi au calculateur, en ce sens que le canal débite ses informations à sa vitesse propre. La phase de traitement et d'écriture vient ensuite et c'est elle qui asservit le calculateur au périphérique en bloquant l'échange en cours. A ce moment, le calculateur est dans une phase d'attente jusqu'à ce que l'état du périphérique redevienne "non occupé".

V.4.2. Acquisition et traitement des informations alphanumériques :

Dans ce paragraphe nous allons étudier la phase de mémorisation des informations dans la RAM, puis la lecture et le décodage de ces données en vue de l'écriture d'une ligne de caractères.

Ce système comporte donc une mémoire tampon du type RAM, un générateur de caractères constitué par une mémoire morte et leurs systèmes d'adressage. Nous allons donc détailler la commande de ces divers organes.

- 4.2.1. Commande de lecture - écriture de la RAM -

Il nous faut ici signaler que cette commande sert aussi à définir l'état (comptage ou décomptage) du pointeur associé à la R.A.M.

Le diagramme de la Figure V.13. montre le passage de lecture - écriture de la mémoire vive. Nous avons inclu dans ce diagramme la commande d'inhibition du compteur RAM. Le signal d'inhibition (INIB) fige l'état du pointeur à chaque changement de fonction (comptage ou décomptage) de celui-ci.

De ce diagramme nous pouvons tirer les équations suivantes :

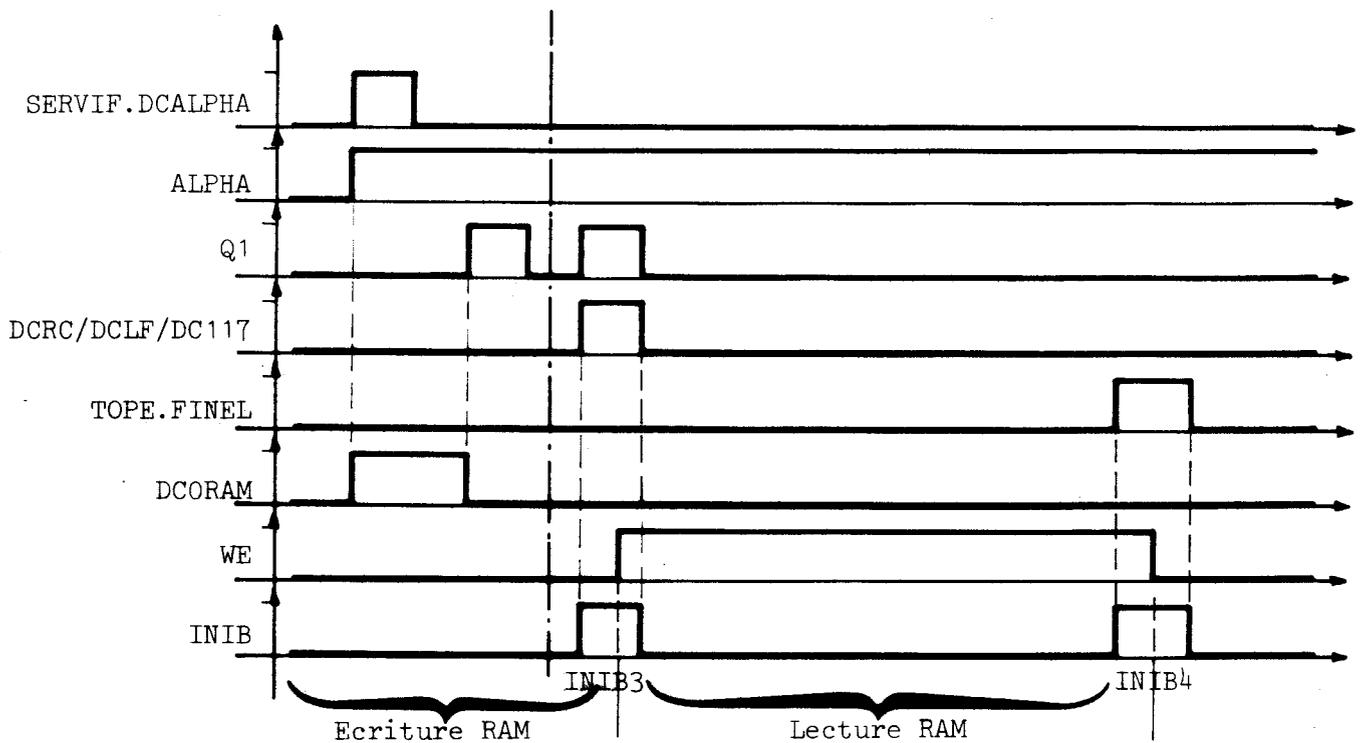
$$INIB = INIB3 + INIB4$$

avec

$$\begin{cases} INIB3 = Q1. ALPHA. DCORAM'. (DCRC + DCLF + DC117) \\ INIB4 = TOPE. FINEL. \end{cases}$$

Q1 est une variable secondaire intervenant dans l'incrémentatation du pointeur RAM.

DCORAM détecte l'état 0 du pointeur de RAM.



- Figure V.13. -

Du diagramme de la Figure V.13. nous pouvons tirer les équations logiques définissant la variable WE qui est la commande de lecture - écriture de la RAM.

$$WE \left\{ \begin{array}{l} J = INIB3 \\ K = INIB4 \end{array} \right. \quad h = H$$

- 4.2.2. Incrémentation du pointeur RAM -

Nous distinguerons la phase d'acquisition de données de la phase de traitement et d'écriture.

Pendant la phase d'acquisition, il y a mémorisation des informations dans la mémoire RAM et le pointeur est en position de comptage.

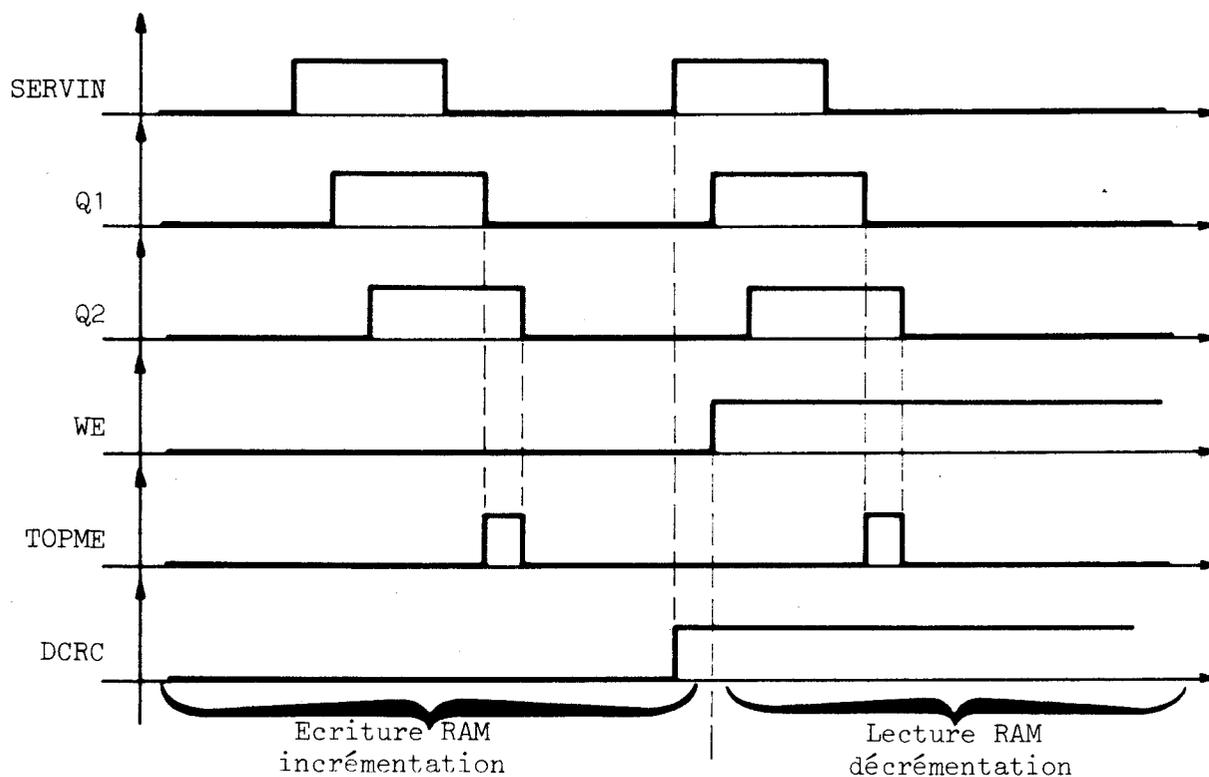
Pendant la phase de traitement et d'écriture, il y a lecture des données contenues dans la RAM, et le pointeur est en décomptage.

Le diagramme de la Figure V.14. montre l'élaboration du signal d'incrémentement du pointeur de la RAM, ceci se passe pendant

l'acquisition et mémorisation des données.

Pendant tout ce temps, la mémoire est donc en position d'écriture (WE = 0).

Dès qu'intervient un ordre de fin de ligne de caractères, la logique de commande place la mémoire en position de lecture (WE = 1). A cet instant, le signal TOPME intervient et décrémente le pointeur. C'est l'apparition du signal TOPME, à la suite du passage au niveau 1 de WE, qui déclenche le cycle de lecture et d'écriture des informations contenues dans la RAM.



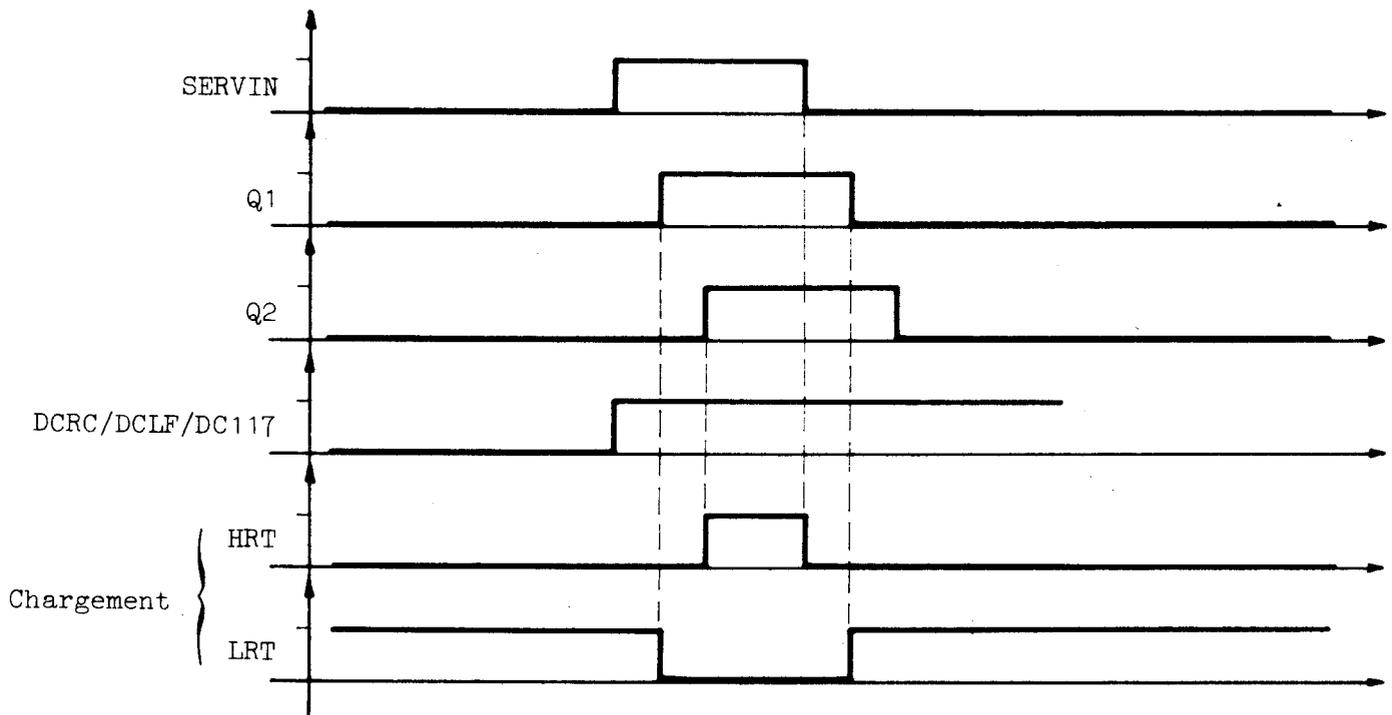
- Figure V.14. -

- 4.2.3. Mémorisation de l'adresse du dernier caractère inscrit dans la mémoire -

A la suite de l'acquisition d'une série de caractères alphanumériques, il est nécessaire de mémoriser l'adresse du dernier caractère inscrit de manière à ne venir balayer, pendant la phase de lecture, que la zone mémoire utile à l'écriture.

C'est un registre tampon associé au pointeur de RAM qui permet le stockage de l'état de celui-ci au moment de l'acquisition d'un caractère de fin d'échange ou de l'apparition de l'indicateur de saturation de la mémoire.

Le diagramme de la Figure V.15. montre les signaux de chargement de ce registre tampon.



_ Figure V.15. -

Les signaux de chargement ont donc pour équation:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{HRT} = \text{Q2} \cdot \text{SERVIN} \\ \text{LRT} = \overline{\text{Q1}} + (\overline{\text{DCRC}} \cdot \overline{\text{DCLF}} \cdot \overline{\text{DC117}}) \end{array} \right.$$

- 4.2.4. Etude du cycle de lecture de la RAM et chargement du R.E. -

Nous avons vu que ce cycle est déclenché par l'apparition du signal TOPME pendant le passage de la position écriture à lecture de la RAM. En effet dès cet instant l'imprimante est dans l'état "occupé" et ne reçoit plus aucun signal extérieur.

Le diagramme de la Figure V.16. correspond à la lecture de la mémoire, au chargement des informations dans le registre d'écriture et à l'écriture de la première ligne de points devant composer une ligne de caractères.

Z2 est un retard à la lecture de la mémoire morte. Celle-ci est en technologie MOS et a donc un temps d'accès non négligeable devant la rapidité de réponse de tous les circuits logiques annexes.

CRL est le signal de chargement du registre tampon permettant la conversion parallèle-série des informations issues de la ROM.

HRE6 sont les impulsions de décalages permettant le chargement du registre d'écriture.

Nous pouvons remarquer sur ce schéma des phases qu'il y a d'abord décrémentation du pointeur puis prise en compte de l'information décodée en sortie de la ROM. C'est seulement après, que ces informations sont chargées dans le registre d'écriture.

Un seul cycle de lecture de la mémoire a été représenté sur la Figure V.16. Dès que l'écriture de la première ligne de points a été exécutée, il y a déclenchement d'un nouveau cycle de lecture, de décodage et de chargement du registre d'écriture pour impressionner la ligne de points suivante.

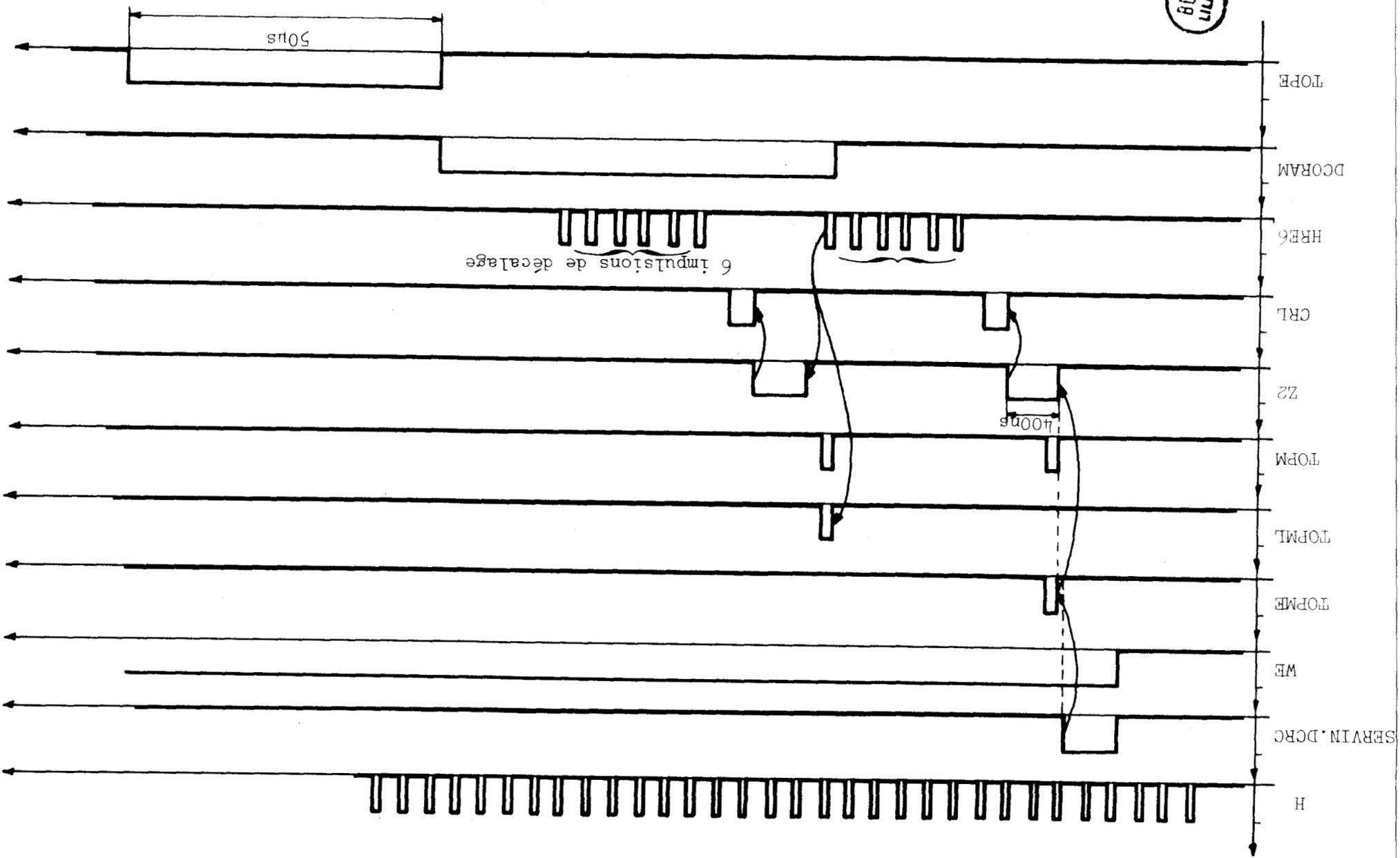
- 4.2.5. Renouvellement d'un cycle de lecture de RAM -

Cette opération s'exécute sept fois de suite puisqu'il faut sept lignes de points pour impressionner une ligne de caractères.

C'est à la suite de l'exécution d'un ordre d'écriture, TOPE, que le pointeur est chargé à l'adresse de départ d'un cycle de lecture. Celui-ci est à nouveau lancé par un signal TOPME émis artificiellement par cette logique interne.

3717
SIB

- Figure V.16. -



La phase d'écriture sera arrêtée lorsque les sept lignes de points auront effectivement été écrites.

- 4.2.6. Adressage ligne du générateur de caractère -

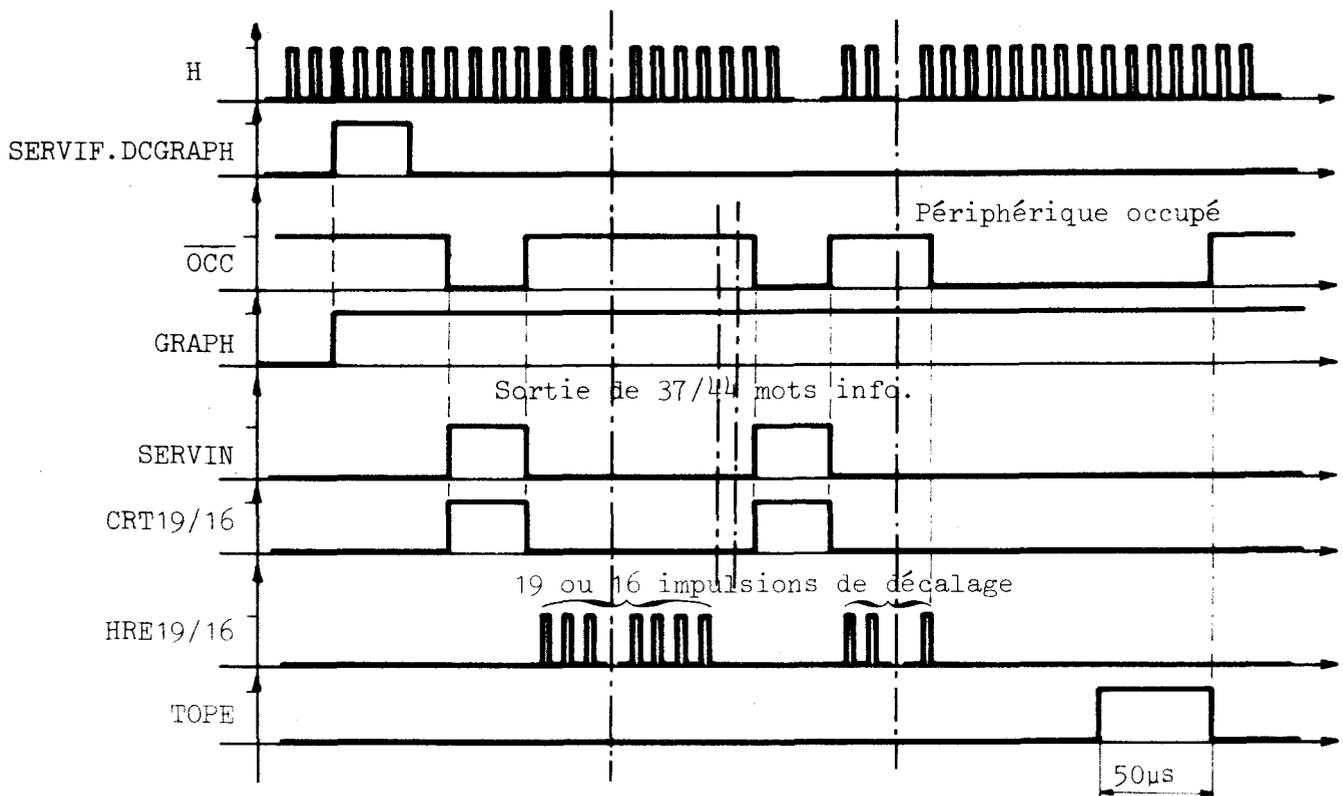
L'incrémentation du pointeur de ROM s'exécute au début de chaque cycle de lecture. C'est donc la même variable logique qui déclenche un cycle de lecture et qui incrémente le pointeur de ROM.

V.4.3. Acquisition et traitement des informations graphiques :

En ce qui concerne le mode de fonctionnement graphique l'acquisition et le traitement des informations sont extrêmement simplifiées.

Le schéma des phases de la Figure V.17. montre le déroulement de toutes les opérations d'acquisition et de chargement des mots mémoires émis du calculateur dans le registre d'écriture.

Dès qu'un mot information est transmis à l'imprimante il est directement chargé dans le RE après être passé dans un registre tampon dont le rôle est d'effectuer une conversion parallèle-série de ce mot.



- Figure V.17. -

CRT 19/16 est l'ordre de chargement du registre tampon effectuant la conversion parallèle-série du mot transmis, il a une capacité de 19 ou 16 bits.

HRE 19/16 sont les impulsions de décalages des informations contenues dans le registre tampon vers le registre d'écriture. Suivant le calculateur utilisé, la dimension d'un mot mémoire est de 19 ou 16 bits.

V.5. Logique de sécurité d'acquisition de données

Le rôle de cet ensemble logique est d'attendre que toutes les informations utiles soient effectivement acquises pour permettre l'écriture.

Cela peut se produire lorsqu'il y a désynchronisation entre le système d'acquisition et le dérouleur de papier. Alors un ordre TOPE peut très bien survenir alors que la logique de décision n'a pas encore reçu un ordre de fin d'échange.

L'action de cet ensemble de sécurité d'acquisition se traduit par une interdiction de l'écriture au niveau du signal de validation, des données contenues dans le RE, envoyé à l'organe d'écriture.

V.5.1. Validation d'écriture :

C'est le signal VALE qui est envoyé à l'organe d'écriture, il peut être défini très simplement par l'équation suivante :

$$\text{VALE} = \text{TOPE} \cdot \text{VALLF}'$$

La variable VALLF est mise à 1 lorsqu'un ordre LF est émis en début d'échange, il y a donc de cette manière mise en attente de l'écriture des données jusqu'à la ligne de caractères suivante.

$$\text{TOPE} = \text{TOPE} \cdot \text{Z3}' \cdot \text{Z4}'$$

TOPE est le signal de synchronisation d'écriture délivré par l'ensemble de synchronisation ligne.

Les variables Z3 et Z4 sont les indicateurs de défaut de synchronisation de la logique d'acquisition et du dérouleur de papier.

V.5.2. Indicateurs de désynchronisation Z3 et Z4 :

Ils sont mis systématiquement au niveau 1 au début de chaque échange. Ils ne sont remis à 0, que dans la mesure où la fin d'une acquisition de données est intervenue avant l'apparition d'un ordre d'écriture TOPE.

Dans le cas contraire, la remise à zéro n'est effective qu'à la fin d'un cycle complet d'écriture simulé, quelque soit le mode de fonctionnement de l'imprimante.

V.6. Commande du moteur d'entraînement de la bande de papier

La variable CM détermine la commande du moteur.

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{CM} = 1 & \text{démarrage du moteur} \\ \text{CM} = 0 & \text{arrêt du moteur.} \end{array} \right.$$

L'hypothèse de commande du moteur d'entraînement est la suivante :

Si il y a transmission de mots informations du calculateur vers l'imprimante, alors il doit y avoir écriture sur le papier. En conséquence la bande de papier doit être lancée.

Dès qu'il y a arrêt de transmissions de données, il n'est plus nécessaire d'écrire des informations et dans ce cas la bande de papier peut-être stoppée.

V.7. Réalisation des fonctions de commande

Nous avons étudié dans ce chapitre les fonctions principales de commande des organes internes de l'imprimante. Certaines fonctions comme les remises à 0 de certains éléments sont étudiées en annexes. Nous pourrions également y rencontrer les schémas logiques réalisant les fonctions que nous venons d'étudier.

CONCLUSION GENERALE

L'étude et la mise au point d'un nouveau système d'impression sur papier nous a permis de développer une imprimante alphanumérique ou graphique à grande vitesse d'exécution, susceptible de concurrencer tous les systèmes actuels.

La réalisation d'un prototype, son couplage en mode canal avec un calculateur de processus du type T 1600, nous démontrent les qualités incontestables d'un tel périphérique qui, grâce à sa rapidité d'impression, permet de minimiser les temps d'attente du calculateur.

L'accroissement des performances des périphériques doivent réduire les coûts d'utilisation des systèmes informatiques par une meilleure utilisation de l'unité centrale des calculateurs.

Néanmoins, le prix élevé du papier photosensible est encore actuellement un handicap sérieux, au développement industriel d'une imprimante de ce type, dans son utilisation purement informatique.

De part la rapidité du système d'impression, une utilisation en enregistreur graphique à grande vitesse de cette imprimante, peut-être envisagée. Il serait donc souhaitable de définir toutes les applications possibles de ce système d'impression pour en cerner les domaines de rentabilité.

De nouvelles techniques de construction de la tête d'écriture, utilisant en particulier des fibres optiques, permettraient un développement industriel plus aisé en diminuant les coûts de fabrication et augmenteraient sensiblement les performances du système d'écriture.

En conséquence, nous pensons que c'est dans la recherche de nouvelles technologies permettant d'améliorer la maintenance et d'augmenter la rentabilité de ce système d'écriture sur papier que notre étude devrait être poursuivie.

3ÈME PARTIE

---oo0oo---

"ANNEXES"

A N N E X E 1

THEORIE DE L'IMPRESSION PHOTOGRAPHIQUE.

I.1. Formation de l'image latente :

Mécanisme de base - Absorption de lumière par la couche sensible et photolyse.

L'émulsion photographique est formée de petits cristaux de bromure d'argent (grains) en suspension dans une gélatine. Ces grains contiennent en outre un nombre appréciable d'ions Ag^+ dit "interstitiels" parce qu'ils sont disposés entre les mailles du réseau cristallin où ils se meuvent avec une grande facilité.

Le mécanisme de base est le suivant :

Lors de l'action d'un photon d'énergie suffisante, (supérieure à celle qui sépare la bande de valence de la bande de conduction) une paire d'électron-trou est créée dont les porteurs diffusent à travers le réseau jusqu'à sa surface. C'est là, semble-t-il que se produisent alors les phénomènes suivants :

a) Un ion Ag^+ est attiré par l'électron qui le neutralise, donnant naissance à un atome d'argent.

b) Le trou est capté par une molécule de bromure d'argent qui dissocie aussitôt en produisant :

- un atome de brome

- un ion Ag^+ qui compense la perte de l'ion interstitiel précédent.

L'absorption d'un second photon transforme, après un processus identique, les atomes produits par le premier en une molécule de brome, qui échappe au réseau, et une molécule d'argent, qui y reste fixé. Un troisième puis un quatrième photon agissent de même ; et ainsi de suite ... (voir Figure - 1 -)

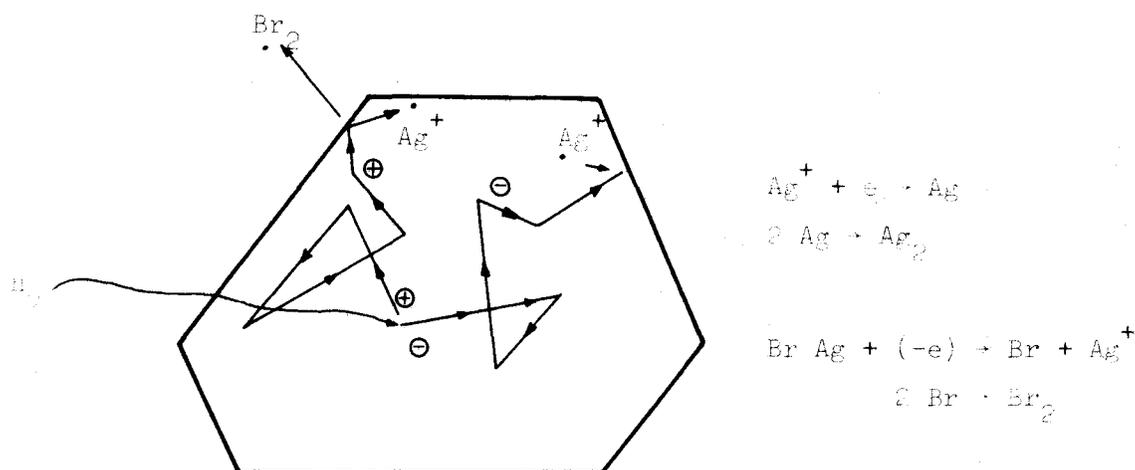


Figure 1 : Formation de l'image latente dans un grain de bromure d'argent.

Si le nombre des photons absorbés est suffisant, l'argent ainsi produit peut recouvrir alors toute la surface du grain, formant un agrégat métallique assez dense pour constituer le point noir élémentaire d'un cliché. C'est ce phénomène qui explique le noircissement "spontané" d'un papier photographique soumis directement à la lumière.

La lumière n'exerce donc son action photochimique que si elle est absorbée par les grains sensibles de l'émulsion.

En suspension solide dans la gélatine, les sels d'argent d'une émulsion ordinaire (non sensibilisée chromatiquement) absorbent la lumière incidente visible (environ 10 à 20 %). Cette émulsion n'est sensible qu'à la lumière violette et bleue et aux radiations ultra-violettes, dans la zone des longueurs d'ondes plus grandes. Elle est pratiquement insensible aux longueurs d'ondes supérieures à 0,46 μm , donc à la lumière visible verte, jaune et rouge que les grains sensibles n'absorbent presque pas. Quand à l'ultra-violet lointain, son absorption par la gélatine l'empêche d'agir sur les sels sensibles.

L'émulsion est un milieu optique, trouble et diffusant, dont les particules minuscules et les grains réfléchissent, réfractent et diffractent la lumière. La longueur du chemin en zigzag, suivi par les rayons lumineux dans le milieu hétérogène de l'émulsion, est bien plus grande que ne le serait le parcours, en ligne droite, dans un milieu optique homogène de même épaisseur. C'est pourquoi l'absorption sélective de la lumière par la gélatine influence la sensibilité propre des halosels d'argent, non seulement en ce qui concerne

l'ultra-violet et les autres radiations à longueurs d'ondes très courtes, mais aussi, quoique dans une mesure bien moindre, la lumière visible.

La théorie de l'action chimique de la lumière absorbée par les sels sensibles, fondée sur la structure atomique, la structure cristalline des halosels d'argent et la théorie quantique, donne l'explication scientifique de la naissance et de la nature de l'image latente.

I.2. Limitations :

Le développement au révélateur, et le fixage qui le suit constituent une gêne et une servitude inadmissible pour le traitement en temps réel. D'où les efforts faits pour réaliser des émulsions dont le développement peut-être effectué en quelques secondes seulement, en particulier dans le cas qui nous occupe, par une très forte exposition en lumière blanche. Ces papiers photosensibles répondent alors parfaitement à certaines applications particulières comme des enregistreurs graphique ou une imprimante.

Une autre limitation est aussi liée à la longueur d'onde de coupure du bromure d'argent pur qui est de 5100 Å (le maximum de sensibilité se situant vers 4600 Å). Cependant l'addition de sensibilisateurs chromatiques tels que l'iodure d'argent et divers colorants, notamment les cyanimes, permet de porter la longueur d'onde de coupure à 7000 Å pour les émulsions panchromatiques et même jusque vers 1 µm pour certaines émulsions spéciales.

I.3. Gradation des émulsions : le gamma.

La sensitométrie, en traduisant par des courbes le noircissement des émulsions soumises à des intensités lumineuses croissantes, indique non seulement leur rapidité générale, mais aussi leurs caractéristiques du point de vue de la gradation.

Les émulsions sensibles ne se comportent pas d'une façon uniforme devant un accroissement égal de l'intensité lumineuse. Le noircissement de la couche se fait par paliers successifs.

I.4. Solarisation :

Si nous prenons une courbe de noircissement, nous remarquons que quelque soit les caractéristiques de l'émulsion, il arrive un moment où le noir-

cissement cesse d'abord de croître proportionnellement à l'exposition à la lumière (la courbe s'infléchit) puis finit par décroître au fur et à mesure que l'intensité lumineuse croît. C'est ce qu'on appelle "la solarisation".

Une des conséquences de la solarisation est qu'on peut inverser en positif un cliché négatif en le surexposant fortement. (voir courbe figure 2).

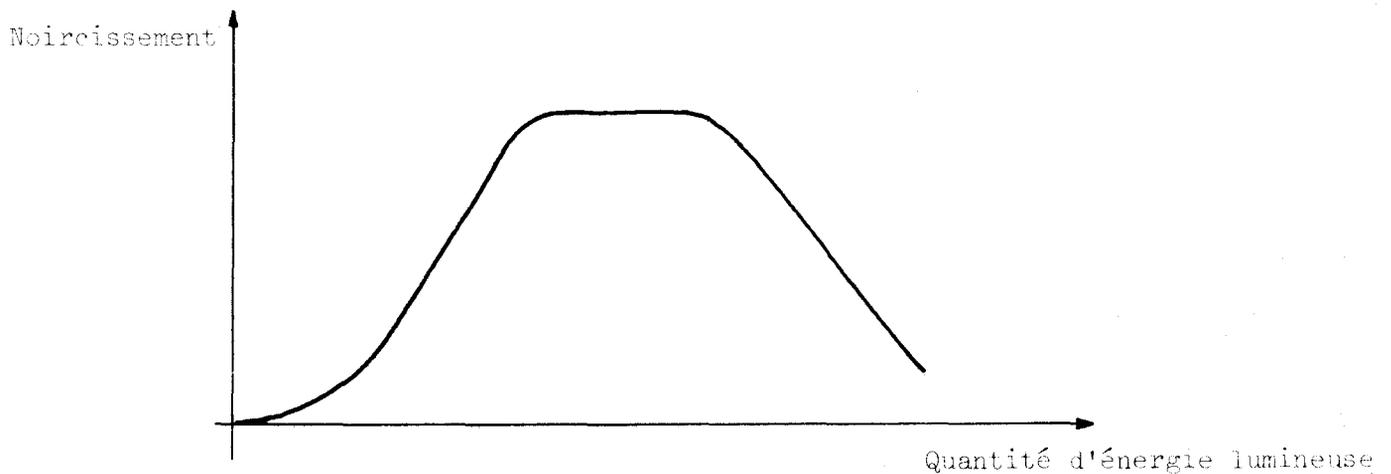


Figure 2 : Courbe de noircissement

I.5. Vérification de la loi de réciprocité :

Défaut de réciprocité :

Ce phénomène consiste en le fait que deux excitations égales ne donnent pas la même densité optique D , si les valeurs respectives de l'intensité du rayonnement I et de la durée d'action t de celui-ci, sont différents pour une même valeur de leur produit : $I.t$.

En réalité, chaque émulsion vérifie la loi de réciprocité dans un domaine donné, cela permet d'ajuster très simplement le rapport de l'intensité lumineuse au temps d'exposition.

A N N E X E II

ELEMENTS DE PHOTOMETRIE

II.1. Energie transportée par un faisceau lumineux :

Un faisceau isogène ou un tube de rayonnement transporte de l'énergie rayonnante proportionnelle au temps. Rapporté à la seconde, cette énergie est la puissance de rayonnement Φ ou flux énergétique de rayonnement.

En général ce flux est transporté par un ensemble de radiations monochromatiques pouvant comporter des radiations non visibles.

Un rayonnement n'est jamais rigoureusement monochromatique, il lui correspond un petit domaine de radiations dont les longueurs d'ondes sont comprises entre λ et $\lambda + d\lambda$.

Le flux énergétique $d\Phi$ transporté par les radiations du domaine $d\lambda$ peut-être mis sous la forme :

$$d\Phi = \phi\lambda \cdot d\lambda \quad (1)$$

$\phi\lambda$ est le flux énergétique monochromatique transporté dans le domaine spectral $d\lambda$.

Le flux énergétique total Φ transporté par un rayonnement de composition spectrale comprise entre λ_1 et λ_2 est la somme Φ des flux énergétiques transportés par l'ensemble des radiations du domaine $[\lambda_1, \lambda_2]$

$$\Phi = \int_{\lambda_2}^{\lambda_1} d\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \phi\lambda \cdot d\lambda \quad (2)$$

Dans la pratique, l'emploi des anciennes unités photométrique est fréquent, il est donc nécessaire de faire une conversion permettant le calcul

de l'énergie lumineuse reçue par le papier. Ceci nous permet de définir les limites de l'utilisation des diodes électroluminescentes pour impressionner une émulsion photosensible.

II.2. Perception humaine des images :

Les unités photométriques visuelles sont liées aux phénomènes de perception humaine. Le premier aspect de cette perception est lié à la bande spectrale de l'oeil, bande qu'il n'est malheureusement pas possible d'assimiler à celle d'un filtre classique car sa caractéristique dépend du flux énergétique considéré.

Aux forts niveaux d'éclairement, la vision est dite photopique, tandis qu'aux faibles niveaux d'éclairement, la vision est dite scotopique (voir Figure 3)

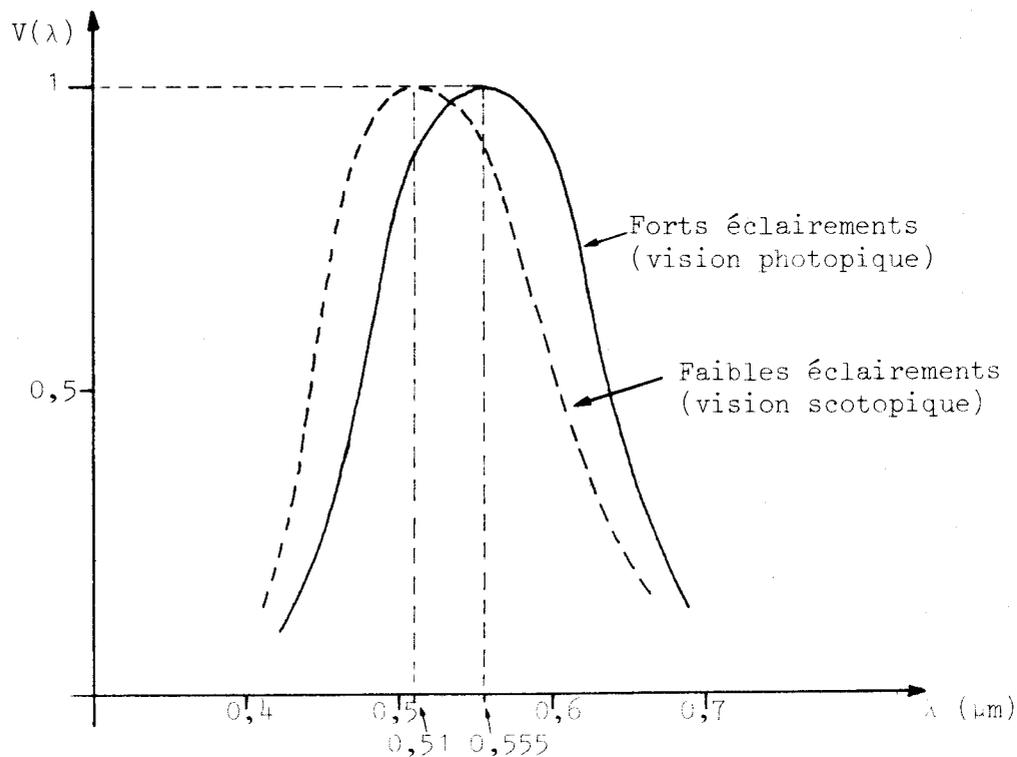


Figure 3 : Caractéristiques spectrales relatives de l'œil humain.

Ces caractéristiques définissent la sensibilité chromatique de l'oeil moyen, elles ont été établies par la commission internationale de l'éclairage.

Par conséquent, lorsqu'un flux de lumière de densité spectrale $\Phi(\lambda)$ tombe sur la rétine d'un oeil humain, l'impression ressentie par l'observateur est proportionnelle, non à Φ mais à :

$$P = \int_0^{\infty} \frac{d\Phi}{d\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda \quad (3)$$

Le coefficient de pondération $V(\lambda)$ qui figure dans cette expression est généralement relatif à la vision photopique.

II.3. Conversion des unités visuelles en unités énergétiques :

Si Φ_E et Φ_V mesurent respectivement le flux énergétique exprimé en W et le flux lumineux exprimé en lm, on écrira conformément à l'équation (3) :

$$\Phi_V = k_{\max} \int_0^{\infty} V(\lambda) \cdot \frac{d\Phi_E}{d\lambda} \cdot d\lambda$$

avec dans le cas de la vision photopique $k_{\max} = 680 \text{ lm/w}$

En pratique, l'intégration n'est pas simple à réaliser. Le problème peut-être résolu graphiquement à partir de la connaissance des courbes $V(\lambda)$ (photopique) et $\Phi_E(\lambda)$.

A N N E X E III

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU PAPIER KODAK SO 710

Le papier KODAK SO 710 est le papier photosensible que nous utilisons dans le prototype d'imprimante qui fait l'objet de cette étude.

Comme nous pouvons le remarquer sur la Figure 4, la chromatisation de ce papier s'étend de 530 à 710 nm, avec une sensibilité relative maximale allant de 570 à 675 nm.

Il a la particularité de se développer à la suite d'une très forte exposition en lumière blanche. Sous un éclairage de l'ordre de 2000 à 3000 lux, le développement de l'image latente ne demande que quelques fractions de secondes.

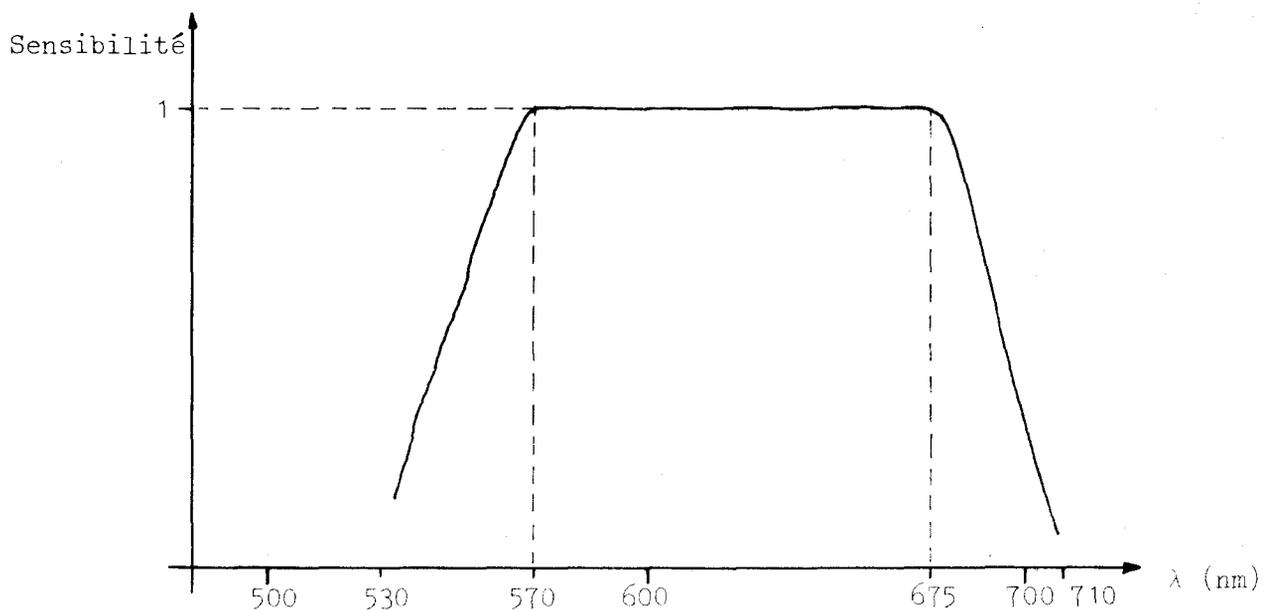
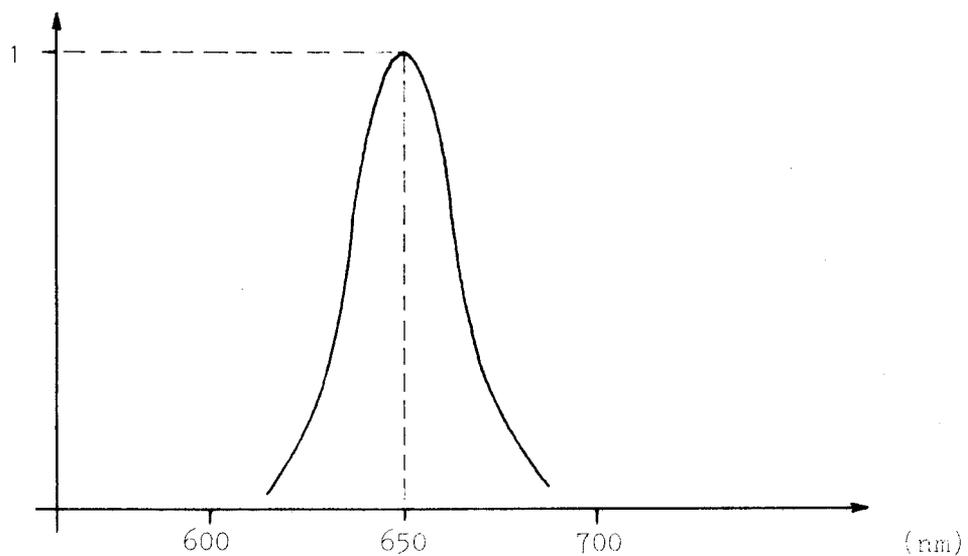


Figure 4 : Courbe de sensibilité relative du papier

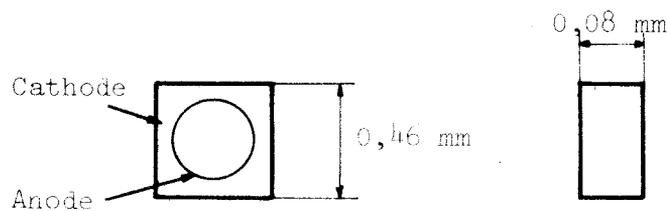
A N N E X E IV

CARACTERISTIQUES DES DIODES ELECTROLUMINESCENTES XP102 - FERRANTI.

Tension directe à $I = 20 \text{ mA}$:	$U = 1,7\text{V}$
Courant de pointe non répétitif	$I = 1\text{A}$
Tension inverse destructive	$U = 10\text{V}$
Temps de réponse	$t = 15\text{ns}$
Luminance typique à $I = 20 \text{ mA}$	$L = 5\ 000 \text{ nits.}$



Courbe spectrale d'émission lumineuse des diodes XP 102



Caractéristiques mécaniques et connexions électriques des diodes

Figure 5

A N N E X E V

ETUDE DE LA TETE D'ECRITURE

La description de la réalisation de la tête d'écriture de notre prototype d'imprimante a été faite dans le chapitre II, il n'est donc pas nécessaire d'y revenir.

Nous allons, cependant, émettre dans les lignes qui suivent, certaines remarques concernant la technologie qui a été mise en oeuvre pour cette réalisation et les améliorations qu'il est possible d'y apporter.

La tête d'écriture est constituée par une ligne de diodes électroluminescentes.

Seule la technologie couche épaisse nous a permis de réaliser cette tête d'écriture et d'obtenir un résultat prometteur.

Sur un substrat de céramique d'alumine sont collées des puces (diodes électroluminescentes) à des distances les plus réduites possibles permises par les appareillages utilisés à la réalisation de cette matrice. Compte-tenu des dimensions des puces, le pas le plus petit que l'on peut obtenir est de 0,6 mm (Figure 6).

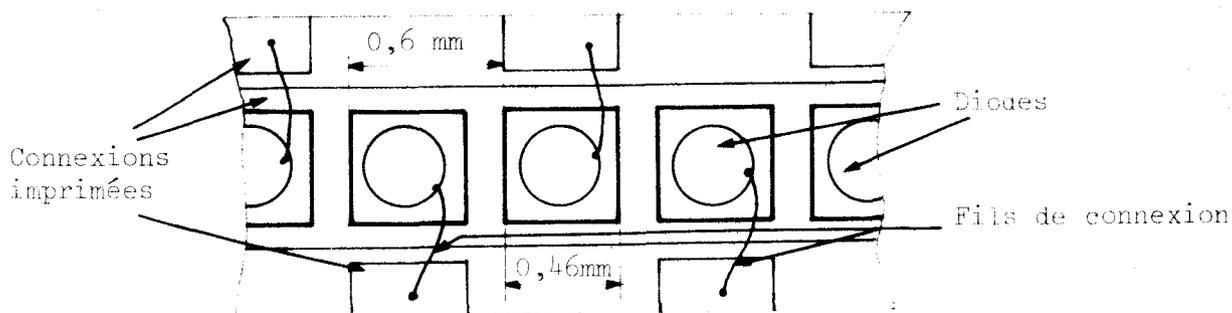


Figure 6 : Disposition des diodes

V.1. Connexions électriques :

Les caractéristiques des diodes utilisées sont telles que la connexion commune est réalisée sur la cathode, la commande de chaque diode se faisant sur l'anode (Figure 7).

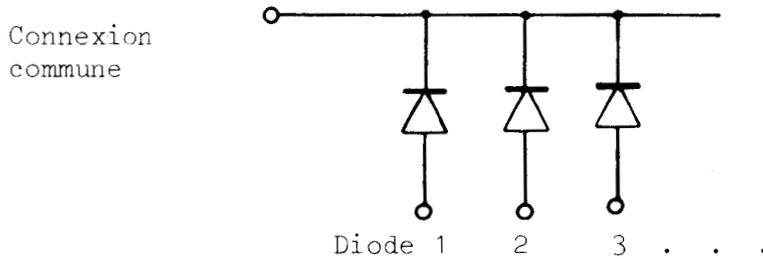


Figure 7 : Schéma électrique de la tête d'écriture

V.2. Protection des diodes :

La protection est réalisée à partir d'une feuille de saphir synthétique placée au dessus des diodes à une distance inférieure à 1 mm de celles-ci. Elle constitue également un cache qui permet à chaque diode de ne laisser passer un rayon lumineux que d'un diamètre de l'ordre de 0,2 mm.

V.3. Difficultés rencontrées :

Les difficultés que l'on a rencontré dans la construction de la tête d'écriture résident essentiellement dans la précision des usinages et du positionnement des diodes et du cache qu'il est nécessaire d'imposer pour obtenir un résultat acceptable.

Ce qui peut-être retenu lors de la construction d'un tel prototype n'est dans le cas présent pas la solution idéale pour un développement industriel ultérieur.

Il faut donc développer d'autres technologies, ou d'autres techniques de construction.

V.4. Améliorations possibles :

Compte-tenu de l'évolution des techniques de fabrication des fibres optiques, il est actuellement possible d'envisager de les utiliser pour la fabrication de la tête d'impression optoélectronique de notre imprimante.

Grâce à l'emploi de ces fibres, nous pourrions très certainement obtenir un pas entre points de $0,254$ mm, pas standard rencontré dans la plupart des imprimantes à points.

La constitution de la tête serait la suivante :

La technologie couche épaisse peut-être conservée pour permettre le maintien des diodes et faciliter les connexions électriques. Chaque diode serait prolongée par une fibre optique. Toutes ces fibres seraient ensuite réunies pour former une ligne, comme nous l'avons représenté sur la Figure 8.

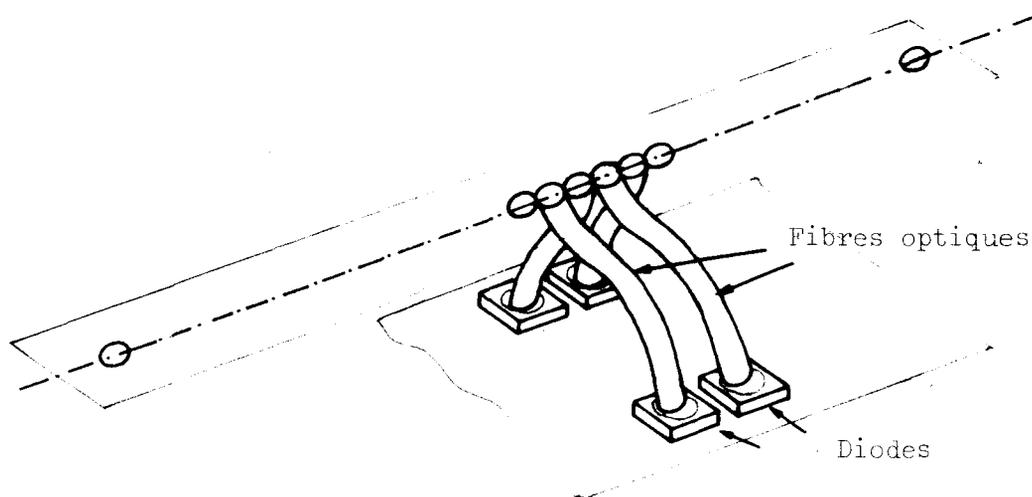


Figure 8

Remarques :

Des difficultés de construction d'une telle tête d'écriture sont inévitables, même en employant la technique des fibres optiques.

Il faut dans ce cas précis coller une des extrémités des fibres sur les diodes correspondantes. Le diamètre des fibres doit être très précis pour qu'après l'empilage, la ligne ait des dimensions contenues dans certaines limites de tolérances.

Cependant, cette technique de fabrication est susceptible d'apporter certaines améliorations aux performances finales de ce système d'impression :

- Il n'y a d'abord aucun risque d'interférence d'un point avec le point voisin.

- D'autre part, la distance de la couche sensible du papier à la jonction de la diode est ramenée, grâce aux fibres, à une valeur très faible, même si l'on tient compte du rendement optique de celles-ci.

L'énergie reçue par la couche sensible sera donc relativement plus élevée.

L'emploi de cette technique de construction permettrait, en conséquence, d'améliorer sensiblement la qualité de l'écriture.

La construction de cette tête en petits éléments juxtaposables, autoriserait en outre, une grande facilité de réparation.

A N N E X E VI

ETUDE DU DEROULEUR DE PAPIER.

L'emploi d'un système d'impression optoélectronique a permis de simplifier considérablement la mécanique de l'imprimante.

Par contre, le papier est sensible à un rayonnement lumineux situé dans le domaine du visible, il est donc nécessaire de contenir l'ensemble d'impression et le dérouleur à l'intérieur d'une boîte noire.

L'objet de cette étude est donc de définir l'ensemble mécanique d'entraînement du papier.

VI.1. Schéma général de la mécanique :

La Figure 9 montre le schéma d'ensemble de l'imprimante

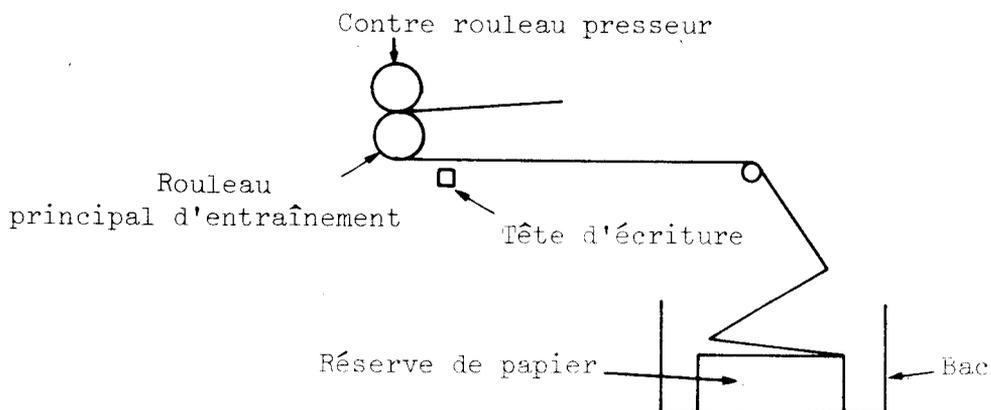


Figure 9

Le contre-rouleau exerce une pression à travers le papier sur le rouleau principal.

L'entraînement du papier se fait par friction, il suffit en fait, que la pression soit suffisante, et le couple instantané limité, pour qu'il n'y ait pas de glissement entre le rouleau principal et le papier.

VI.2. Choix d'un moteur d'entraînement :

Le choix du moteur d'entraînement entre dans la ligne générale du choix de toute la mécanique. Il faut, en fait, communiquer au papier une certaine vitesse, elle ne doit pas nécessairement être constante, mais elle doit être inférieure à une limite qui a été fixée à 1 m/s.

Les temps de mise en vitesse et d'arrêt du papier doivent être suffisamment courts. En effet, les performances de la machine sont également fonctions du temps de réponse du dérouleur.

Pour le démarrage, ce temps n'est pas critique, l'écriture commence dès l'avance du papier. Pour l'arrêt, il n'en est pas de même, l'ordre de stopper la bande de papier n'intervient qu'après l'écriture effective de toutes les informations transmises. Il y a donc une perte de papier qui pour être minimisée nous impose un arrêt exécuté en un temps le plus court possible.

Pour toutes ces raisons, toutes les pièces entraînées par le moteur ont été autant que possible allégées. Ainsi l'inertie globale a été réduite à environ 3 000 g. cm².

Le choix d'un moteur d'entraînement se porte donc naturellement vers un moteur Axem - Servalco dont le rotor imprimé présente une inertie très faible. Ce type de moteur a de plus, la particularité de fournir une puissance instantanée très élevée.

Son couple au démarrage peut atteindre dix fois son couple nominal. Il peut-être commandé par un amplificateur électronique, il se prête donc parfaitement à l'entraînement du type "tout ou rien" d'une bande de papier.

Le moteur retenu est le moteur F9M4H (référence C E M).

VI.3. Equations de fonctionnement :

La Figure 10 représente le schéma simplifié de l'installation.

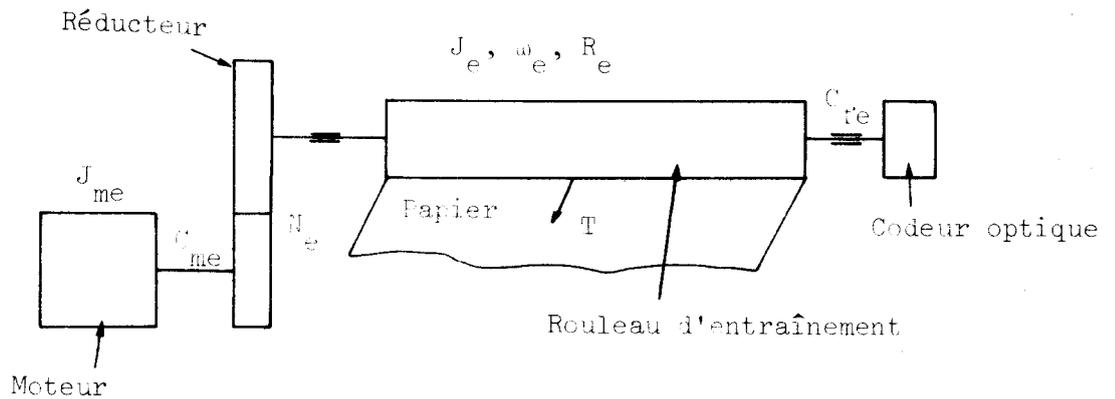


Figure 10

A partir du schéma mécanique de l'installation nous pouvons déduire l'équation mécanique de fonctionnement.

$$(1) C_{me} = N_e \cdot T \cdot R_e + C_{fe} + \left(\frac{J_{me}}{N_e^2} + J_e \right) \frac{N_e}{R_e} \cdot \frac{dV}{dt}$$

avec	C_{me}	Couple moteur sur l'arbre
	N_e	Rapport de réduction (réduction à engrenages)
	T	Tension du papier
	R_e	Rayon du rouleau d'entraînement
	C_{fe}	Couple de frottement ramené sur l'arbre du moteur
	J_{me}	Inertie du moteur
	J_e	Inertie de toute la mécanique
	V	Vitesse de la bande de papier.

La Figure 11 nous permet d'écrire l'équation mécanique du papier avec m = masse du papier en mouvement.

$$(2) T = m \cdot \frac{dV}{dt}$$

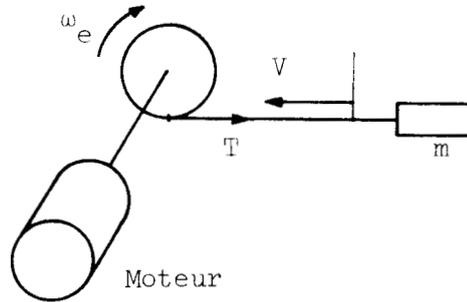


Figure 11

Cette équation mécanique (2) est écrite en supposant qu'il n'y a pas de glissement, ce qui ne doit théoriquement jamais se produire, et en négligeant l'action de l'accélération de la pesanteur.

Si l'on prend les notations suivantes :

- U tension aux bornes du moteur
- R résistance de l'induit
- E force contre-électromotrice

alors l'équation électrique du moteur s'écrit :

$$(3) \quad U = E + RI$$

Le couple que fournit le moteur est proportionnel au courant d'induit I :

$$(4) \quad C_{me} = K_T \cdot I$$

et la force contre-électromotrice à la vitesse angulaire ω_{me}

$$(5) \quad E = K_e \cdot \omega_{me}$$

L'équation mécanique liant la vitesse du papier à la vitesse de rotation angulaire du moteur s'écrit :

$$(6) \quad \omega_{me} = \frac{V}{N_e \cdot R_e}$$

Les équations (1) à (6) donnent la loi de variation de la vitesse de défilement du papier qui peut s'écrire de la façon suivante :

$$(7) \quad \left[N_e \cdot R_e \cdot m + \left(\frac{J_{me}}{N_e^2} + J_e \right) \frac{N_e}{R_e} \right] \frac{dV}{dt} + \frac{K_e \cdot K_T \cdot V}{R_e \cdot N_e \cdot R} + C_{fe} - \frac{K_T}{R} \cdot U = 0$$

VI.4. Commande du moteur d'entraînement :

La commande du moteur est réalisée en tout ou rien à l'aide d'un amplificateur électronique de puissance.

Pour éviter un glissement du papier nous maintenons l'accélération au démarrage au dessous de la valeur critique par une limitation de l'intensité absorbée par le moteur. Elle est réalisée au niveau de l'alimentation de l'amplificateur de commande du moteur.

Le couple de démarrage est donc limité à la valeur suivante :

$$C_d = 88 \text{ cm. N}$$

La limitation d'intensité est fixée à : $I_d = 10A$

VI.5. Influence de la limitation d'intensité :

L'équation différentielle donnant la loi de variation de la vitesse du papier pendant le démarrage est la suivante :

$$(8) \quad \frac{dV}{dt} \left[\left(\frac{J_{me}}{N_e^2} + J_e \right) \frac{N_e}{R_e} + N_e \cdot R_e \cdot m \right] + C_{fe} = C_d = C^{te}$$

L'accélération au démarrage est donc donnée par la relation (9) tirée de l'équation (8) :

$$(9) \quad \frac{dV}{dt} = \frac{C_{me} - C_{fe}}{\left(\frac{J_{me}}{N_e^2} + J_e \right) \frac{N_e}{R_e} + N_e \cdot R_e \cdot m}$$

Avec un réducteur mécanique de rapport $N_e = 0,2$, une inertie mécanique $J_e = 3000 \text{ g.cm}^2$, on arrive à une accélération au démarrage de l'ordre de :

$$\left(\frac{dV}{dt} \right)_{\text{dém}} = 54 \text{ m/s}^2$$

A N N E X E VII

ESSAIS DE COUPLAGE SUR UN CALCULATEUR T 1600

Ces essais ont pour but de vérifier à la fois les performances réelles de l'imprimante, mais aussi la qualité d'écriture. Ils nous renseigneront efficacement sur la souplesse d'utilisation du mode d'échange canal appliqué à la sortie d'informations vers un tel périphérique.

Il s'agit en fait, de faire exécuter par le calculateur une sortie d'informations vers l'imprimante.

Pour ce faire, nous avons établi un programme test, écrit en langage assembleur T 1600, qui exécute une sortie de données contenues dans une zone mémoire vive du calculateur en mode canal micro-programmé.

De ces essais nous pourrons ensuite tirer les conclusions qui s'imposent en ce qui concerne la qualité des échanges et de l'écriture. Nous avons en fait pu vérifier les performances très intéressantes de cette imprimante et constater une qualité d'impression satisfaisante. Des améliorations peuvent, néanmoins, encore être obtenues en modifiant la tête d'écriture.

Programme test :

Le programme se résume en une simple sortie mémoire à travers le bac canal vers le coupleur universel sur lequel est connecté notre imprimante, il est donc inutile de représenter un organigramme.

< TEST SORTIE CANAL MICRO PROGRAMME
 < SUR IMPRIMANTE RAPIDE
 COMMON CANAL

	0080		DEBUT: EQU \$+128
0000	0000 (80)		AMOT0: WORD 0
	1 0002 (81)		AMOT2: WORD 2
	2 0003 (82)		AMOT3: WORD 3
	3 *7FFF (83)		APSTH7:WORD PSTH7
	4 *7FFF (84)		APSTS0:WORD PSTS0
	5 *7FFF (85)		WORD PSTS1
	6 002A (86)	F2A:	WORD '2A
	7 0032 (87)	F32:	WORD '32
0008	003A (88)	F3A:	WORD '3A
	9 C000 (89)	INI:	WORD 'C000
	A C013 (8A)	SORTIE:	WORD 'C013
	B *7FFF (8B)		WORD TABLO1
	C 8FB1 (8C)		WORD '8FB1
	D C012 (8D)	SORCOM:	WORD 'C012
	E 6000 (8E)	ALPHA:	WORD '6000
	F 0213 (8F)	SORINF:	WORD '0213

< TABLE DE DONNEE

0010	4142 (90)	TABLO:	WORD "AB"
	1 C344 (91)	TABLO1:	WORD "CD"
	2 C5C6 (92)		WORD "EF"
	3 4748 (93)		WORD "GH"
	4 C9CA (94)		WORD "IJ"
	5 4BCC (95)		WORD "KL"
	6 4D4E (96)		WORD "MN"
	7 CF50 (97)		WORD "OP"
0018	D1D2 (98)		WORD "QR"
	9 53D4 (99)		WORD "ST"
	A 5556 (9A)		WORD "UV"
	B D7DB (9B)		WORD "WX"
	C 595A (9C)		WORD "YZ"
	D 30B1 (9D)		WORD "01"
	E B233 (9E)		WORD "23"
	F B435 (9F)		WORD "45"
0020	36B7 (A0)		WORD "67"
	1 B839 (A1)		WORD "89"

< RETOUR CHARIOT ET LINE FEED

	2 8DOA (A2)		WORD '8DOA
	3 D4C5 (A3)		WORD "TE"
	4 53D4 (A4)		WORD "ST"
	5 A044 (A5)		WORD " D"
	6 C5A0 (A6)		WORD "E "
	7 CCA0 (A7)		WORD "L "
0028	C94D (A8)		WORD "IM"
	9 50D2 (A9)		WORD "PR"
	A C94D (AA)		WORD "IM"
	B 414E (AB)		WORD "AN"
	C D4C5 (AC)		WORD "TE"
	D A0C5 (AD)		WORD " E"
	E 4EA0 (AE)		WORD "N "
	F 4DCF (AF)		WORD "MO"
0030	44C5 (B0)		WORD "DE"

1	41CC	(B1)	WORD	"AL"
2	5048	(B2)	WORD	"PH"
3	414E	(B3)	WORD	"AN"
4	554D	(B4)	WORD	"UM"
5	C5D2	(B5)	WORD	"ER"
6	C9D1	(B6)	WORD	"IQ"
7	55C5	(B7)	WORD	"UE"
0038	8D00	(B8)	WORD	'8D00
9	0000	(B9)	PSTH7:	WORD 0;0;0;0;DEBUT;0;0;0
A	0000	(BA)		
B	0000	(BB)		
C	0000	(BC)		
D	X0080	(BD)		
E	0000	(BE)		
F	0000	(BF)		
0040	0000	(C0)		
1	*7FFF	(C1)	WORD	DEBH7;'8000;0;0
2	8000	(C2)		
3	0000	(C3)		
4	0000	(C4)		
5	0000	(C5)	PSTS0:	DZS 12
0051	0000	(D1)	PSTS1:	WORD 0;0;0;0;DEBUT;0;0;0
2	0000	(D2)		
3	0000	(D3)		
4	0000	(D4)		
5	X0080	(D5)		
6	0000	(D6)		
7	0000	(D7)		
0058	0000	(D8)		
9	*7FFF	(D9)	WORD	TS1;'8000;0;0
A	8000	(DA)		
B	0000	(DB)		
C	0000	(DC)		
			PROG	SORCAN
005D	X0080		WORD	DEBUT
E	2FE4		DEPART:	LRP C
F	56FF		LY	-1,C
0060	2BDC		LR	Y,C
1	7EB0		STZ	&AMOT0
2	5DB3		LAD	APSTH7
3	0BF9		ADRI	-7,A
4	6DB1		STA	&AMOT2
5	5DB4		LAD	APSTS0
6	6DB2		STA	&AMOT3
7	50B9		LA	INI
0068	6DB6		STA	&F2A
9	6DB7		STA	&F32
A	6DB8		STA	&F3A
B	10FE		LAI	'FE
C	2F40		XIMR	A
D	1E06		QUIT	
E	1E01		HALT	
F	478A		TS1:	SIO SORTIE < INITIALISATION CANAL
0070	05FF		JC	\$-1
1	50BE		LA	ALPHA

```
2 478D      SID SORCDM < SORTIE MOT DE COMMANDE
3 05FF      JC $-1
4 5090      LA TABLD
5 478F      SID SORINF < SORTIE INFORMATION
6 05FF      JC $-1
7 1E01      HALT
0078 20F7    JMP TS1
9 1F01      DEBH7: ARM 1
A 1E00      ACQ
B 20FE      JMP DEBH7
          END DEPART
```

*/CALL BUILD

A N N E X E VIII

PERFORMANCES ET CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE L'IMPRIMANTE

Cette imprimante est munie d'un organe d'impression optoélectronique et utilise un papier photosensible du type S0 710 fabriqué par la société KODAK.

Largeur d'impression : 42 cm

Vitesse linéaire maximale du papier : 1 m/s

Nombre de points suivant la largeur de la page : 708 points

Nombre de caractères par ligne : 118 caractères

Pas séparant deux points d'une même ligne : 0,6 mm

Espacement entre deux lignes de points : 0,6 mm

Durée d'impression d'une ligne de points : 50 μ s

Temps de passage entre deux lignes de points : 600 μ s

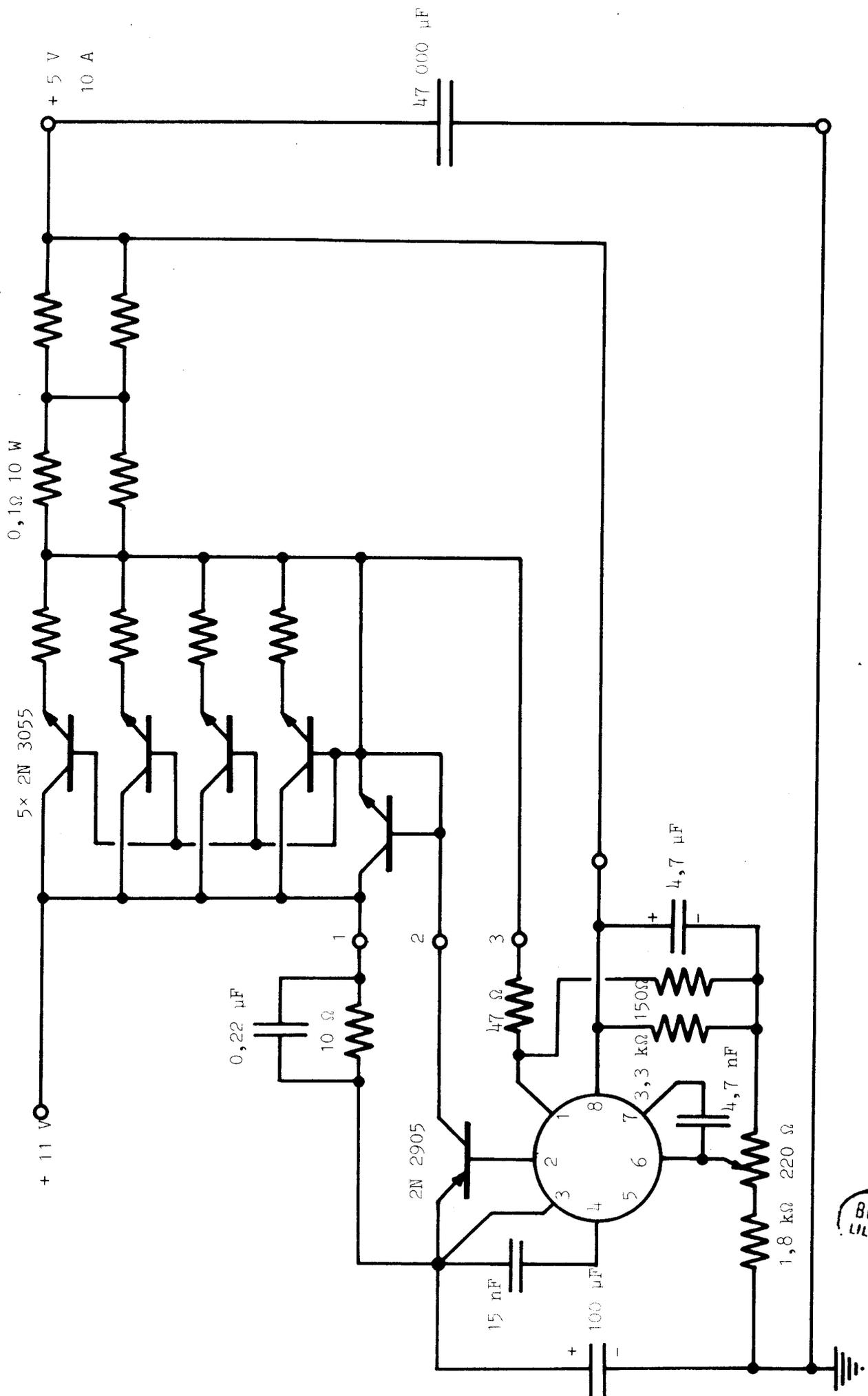
Temps d'écriture d'une ligne de caractères : 5400 μ s

Vitesse d'écriture : 11 000 Lignes de caractères par minute

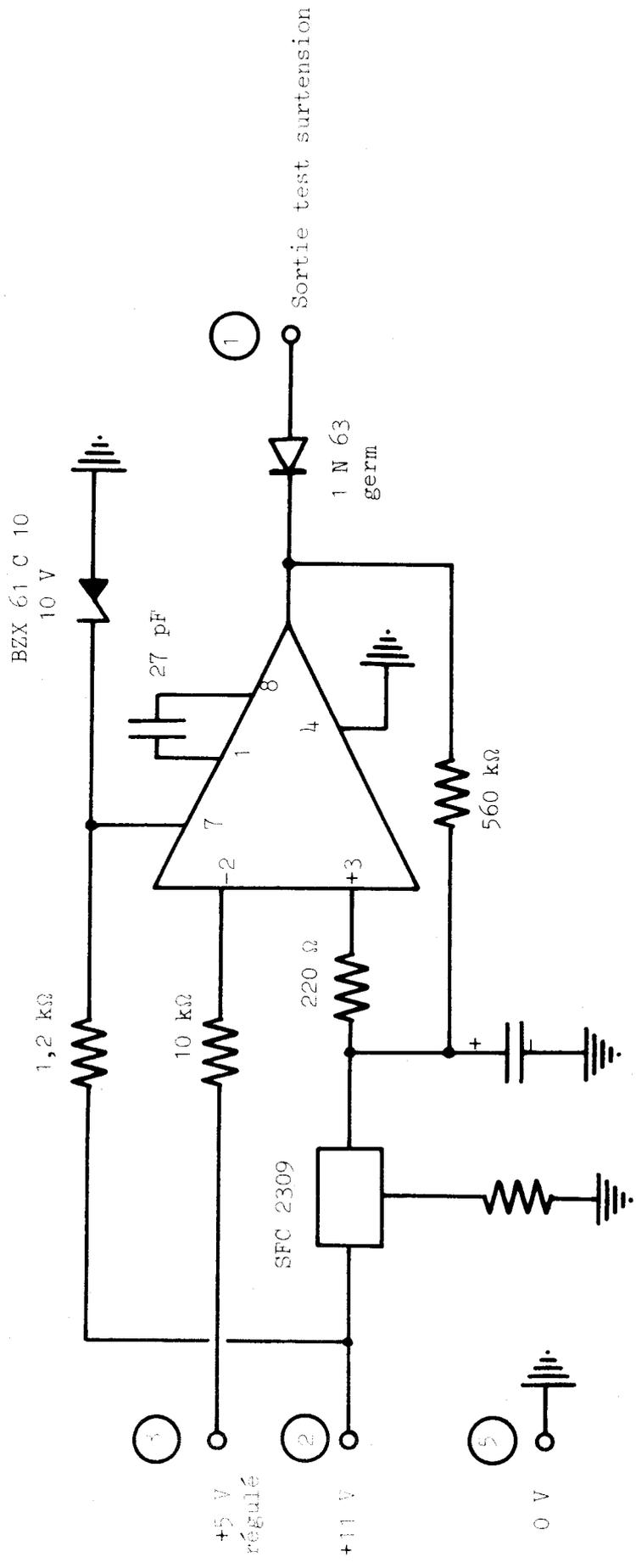
Soit encore : 20 000 caractères par seconde, à raison de 118 caractères par ligne.

A N N E X E IX

DETAILS DE LA REALISATION DES CIRCUITS

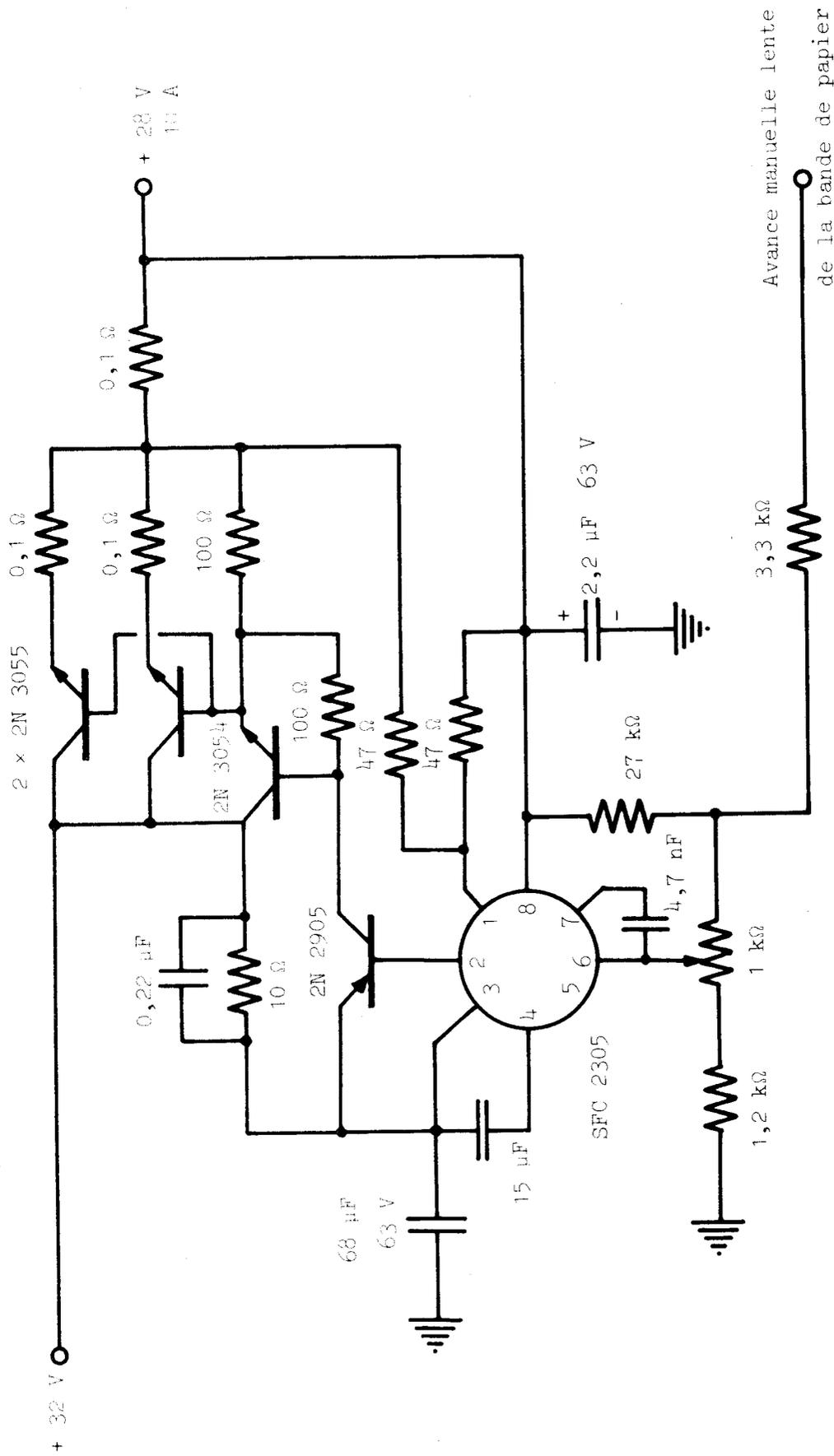


Alimentation des diodes



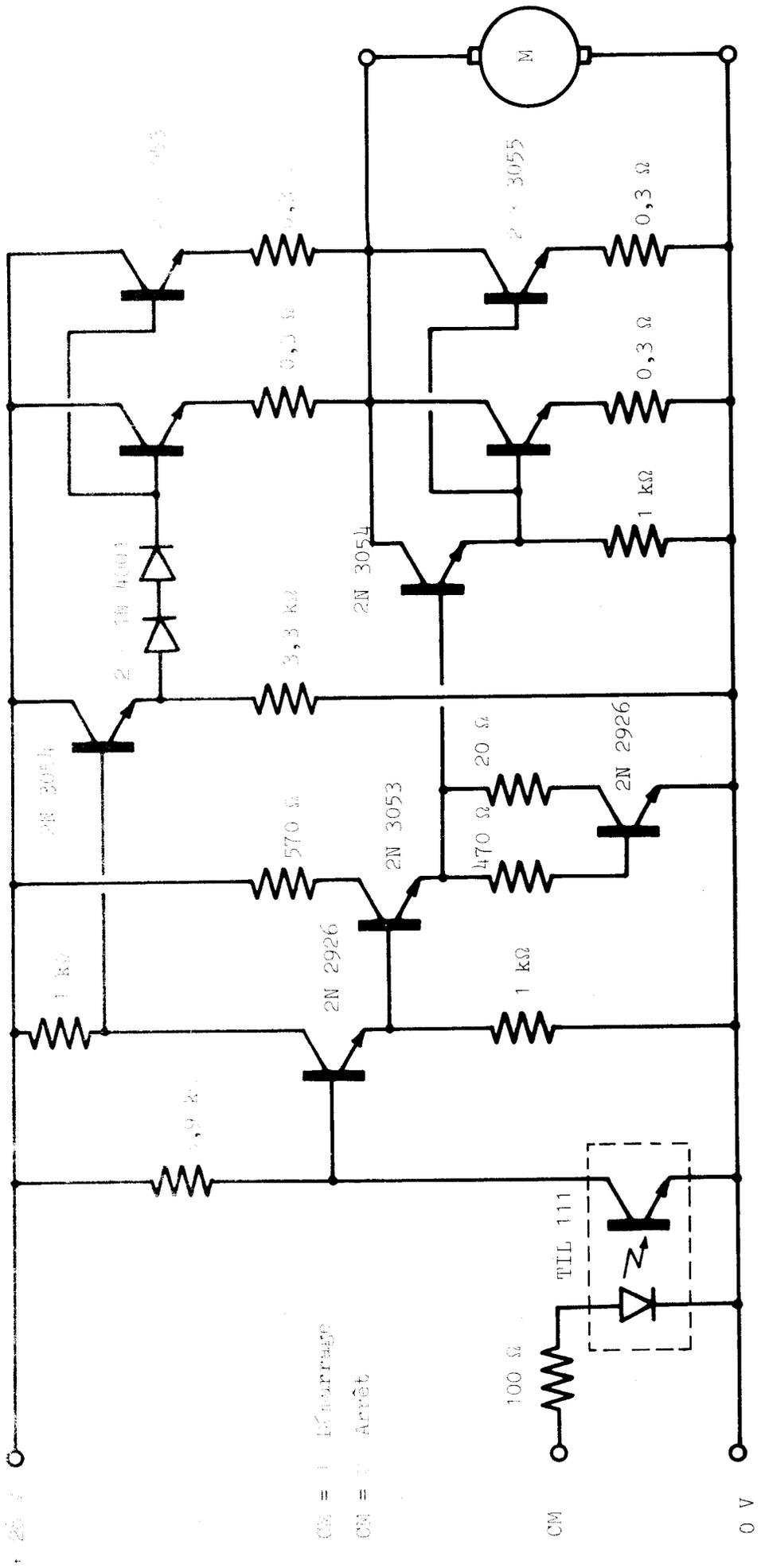
Détecteur de surtension de l'alimentation des diodes





Alimentation du moteur



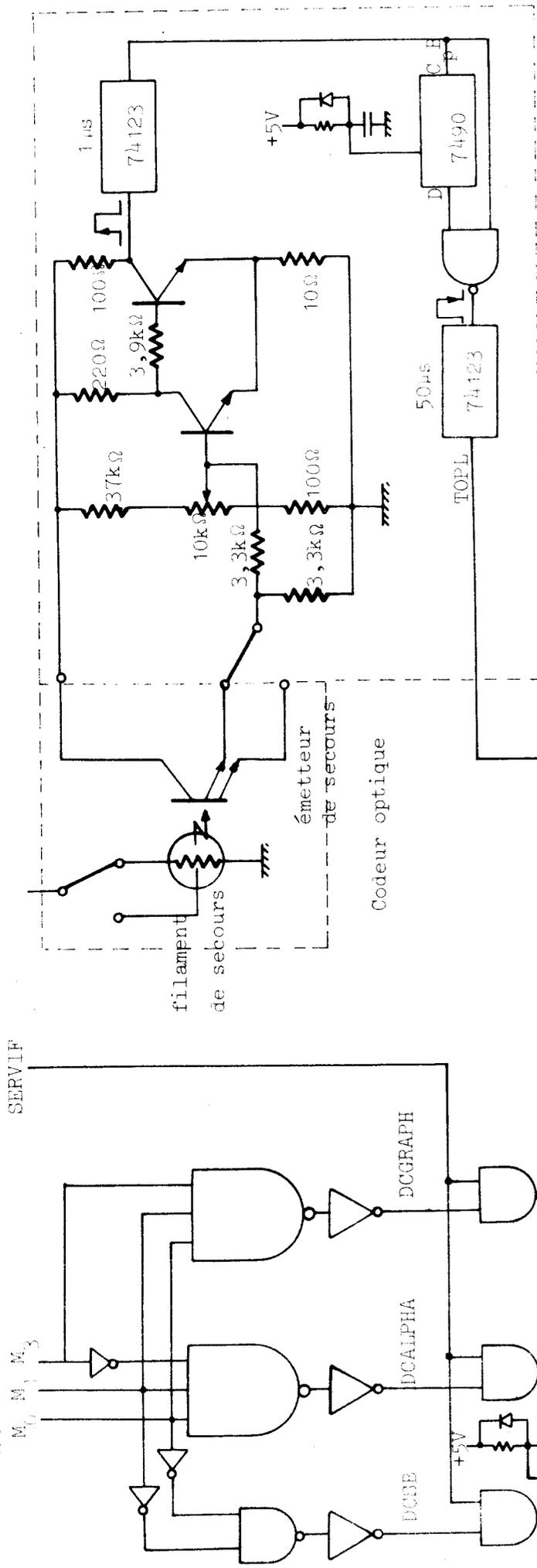


CM = 1 Démarrage
 CM = 0 Arrêt

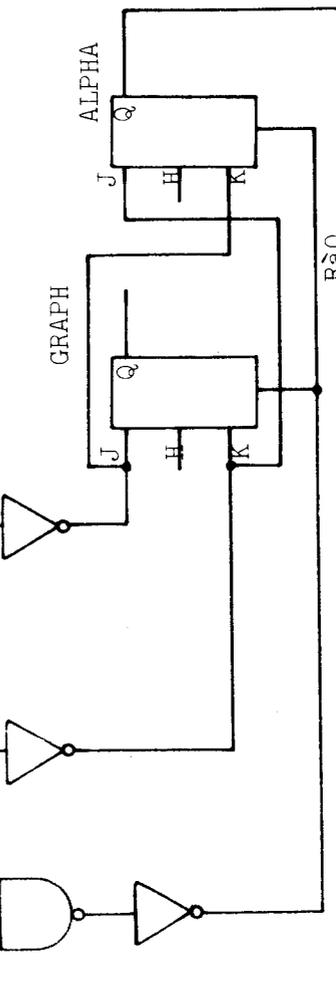
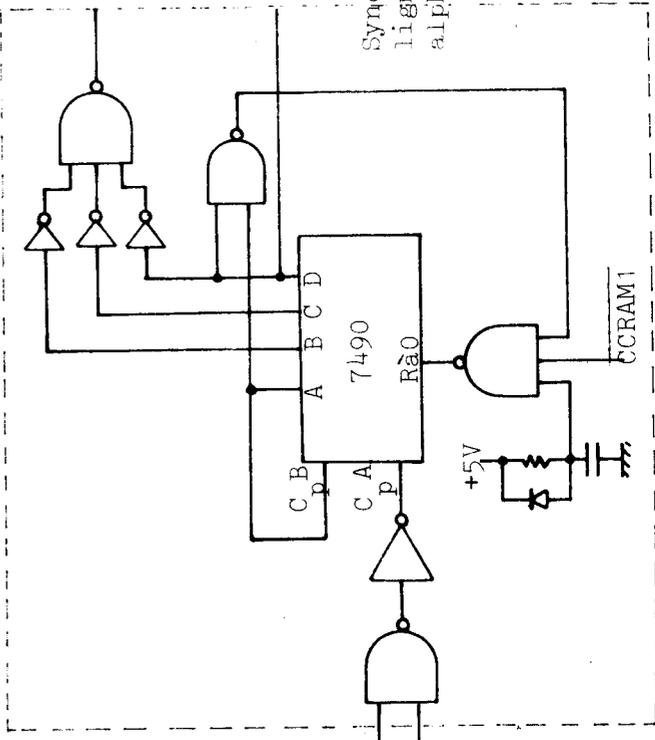
Amplificateur de commande du moteur



Mot fonction
M₁ M₂ M₃



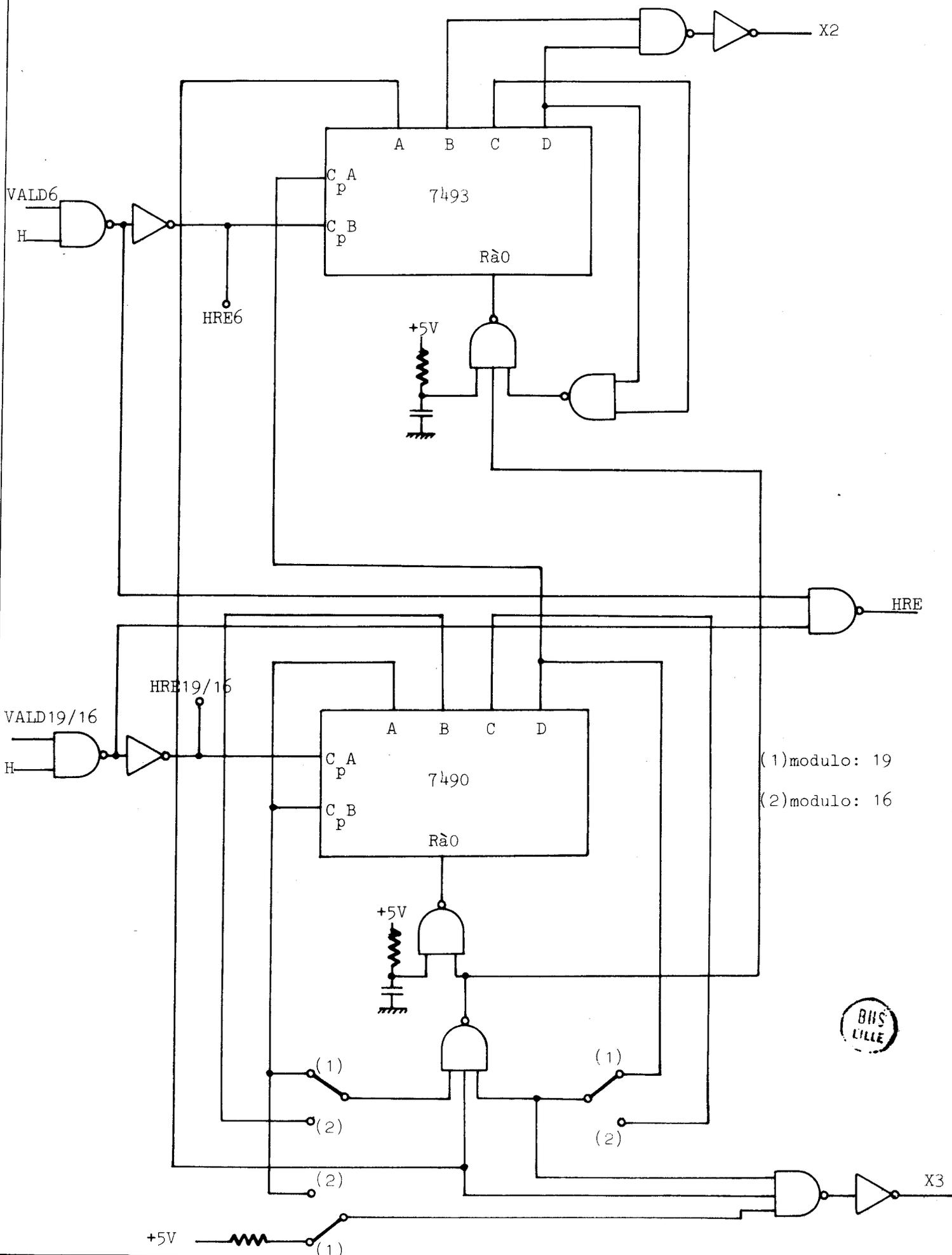
Synchronisation ligne-Mise en forme-Calibre

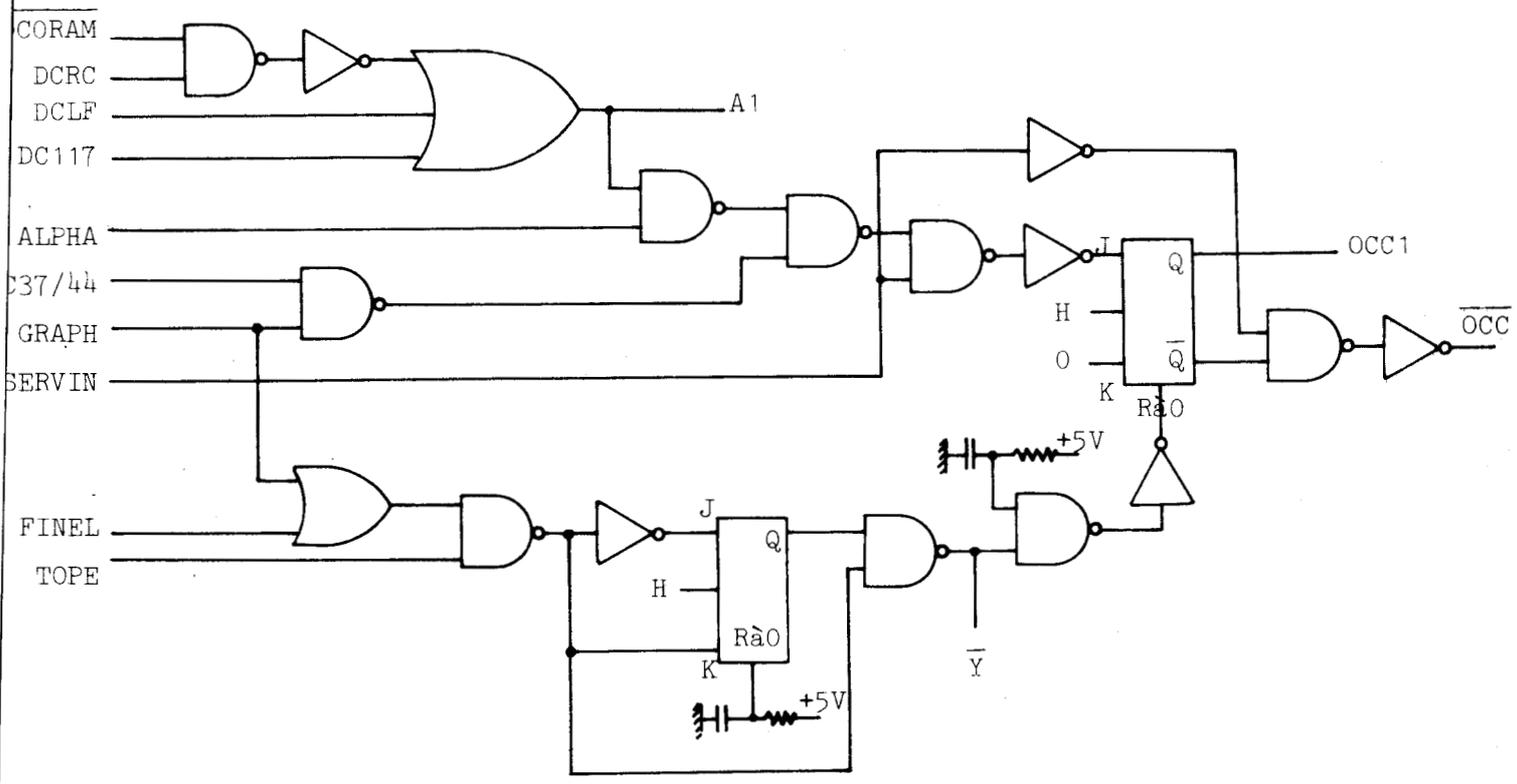


Décodeur-Commutation de mode de fonctionnement

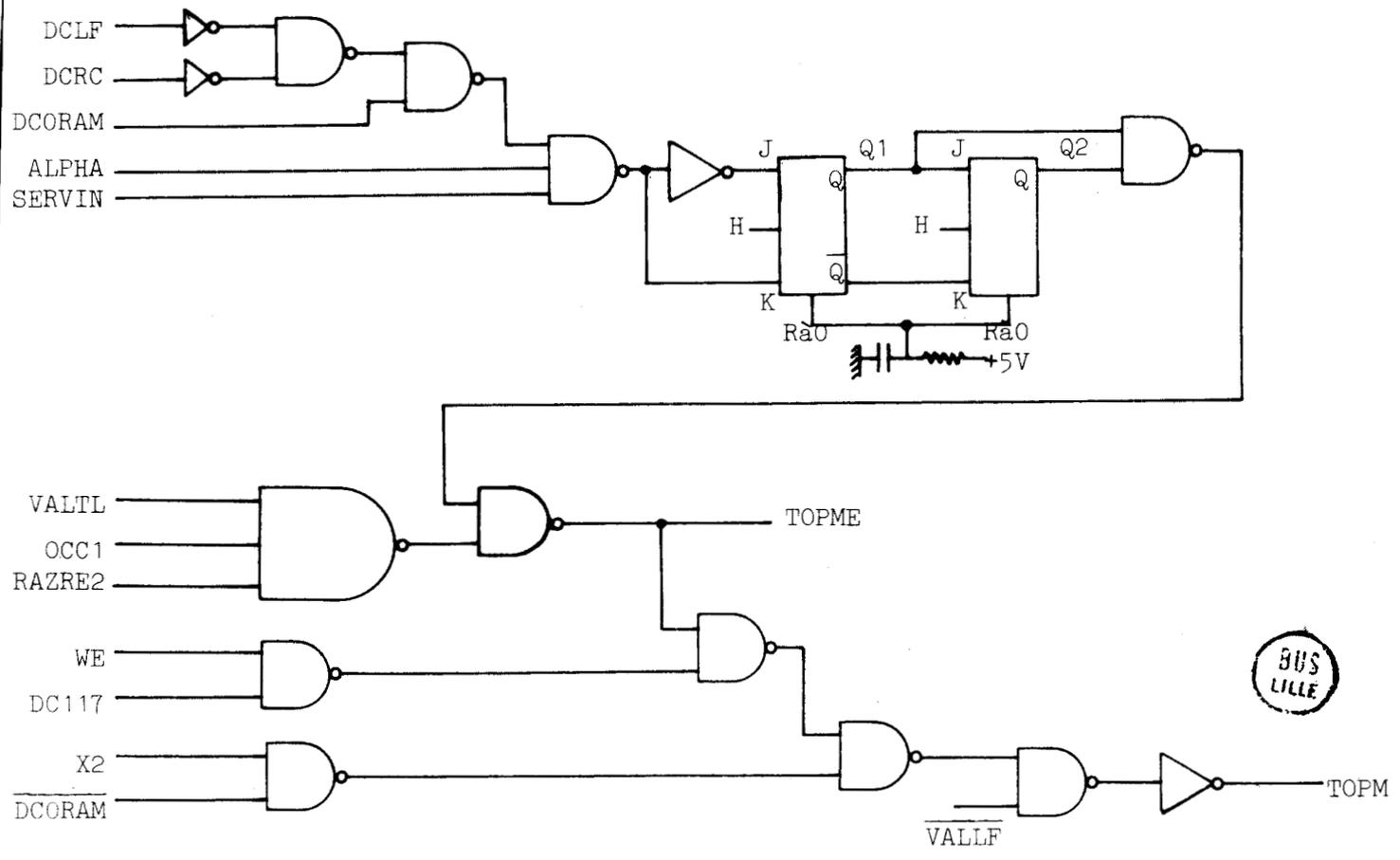


Générateur d'impulsions de décalage





Signal d'occupation périphérique

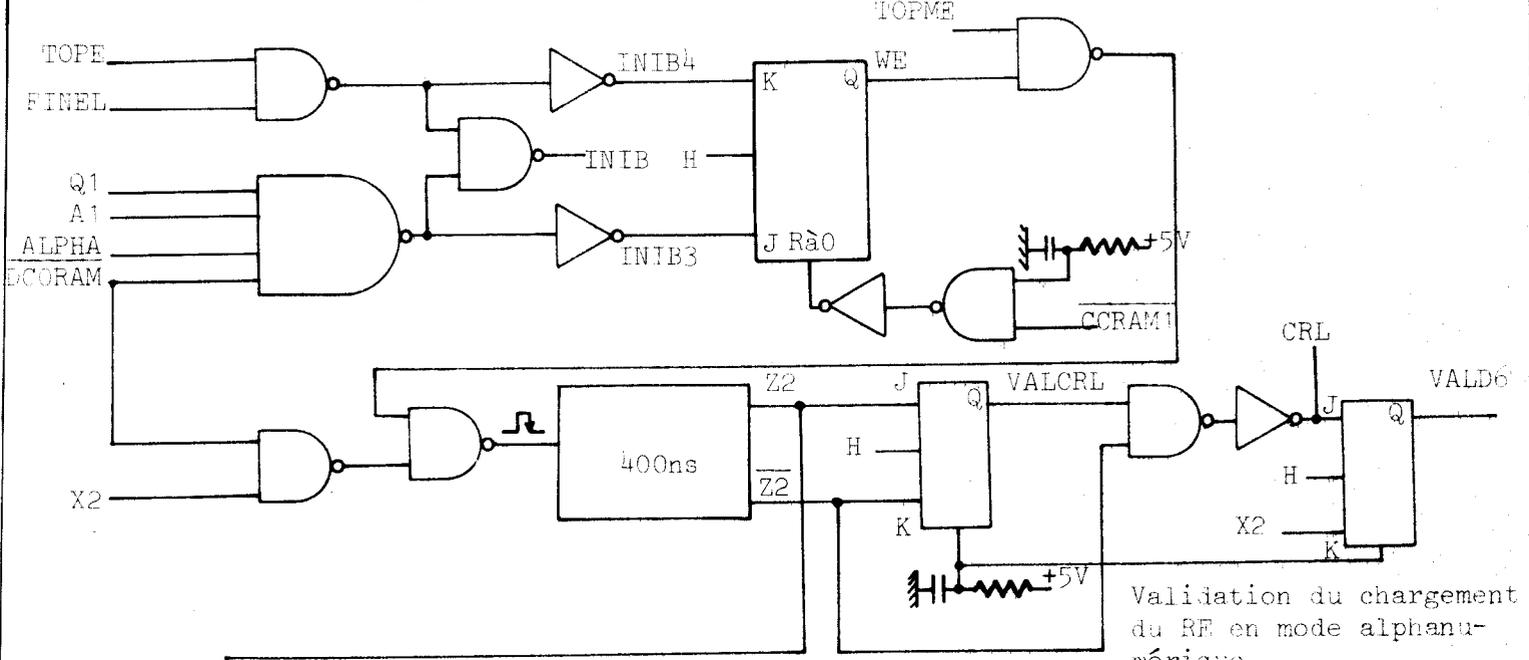


Signal d'incrémentation du pointeur RAM

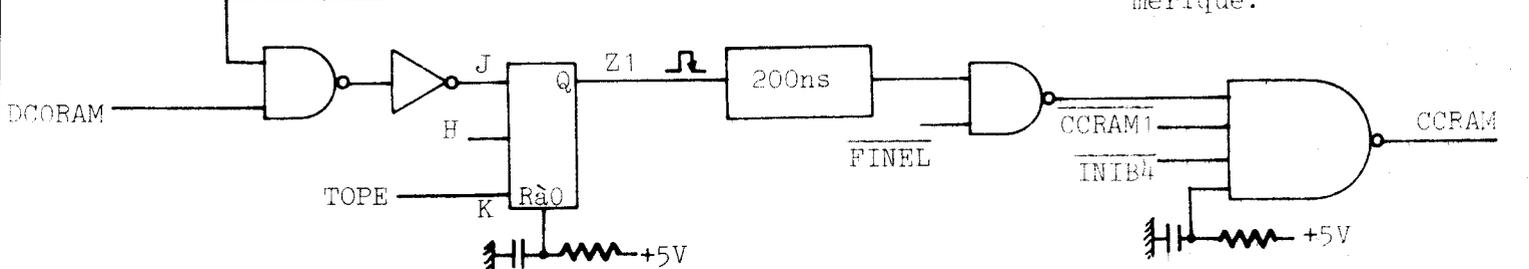


Inhibition du compteur RAM

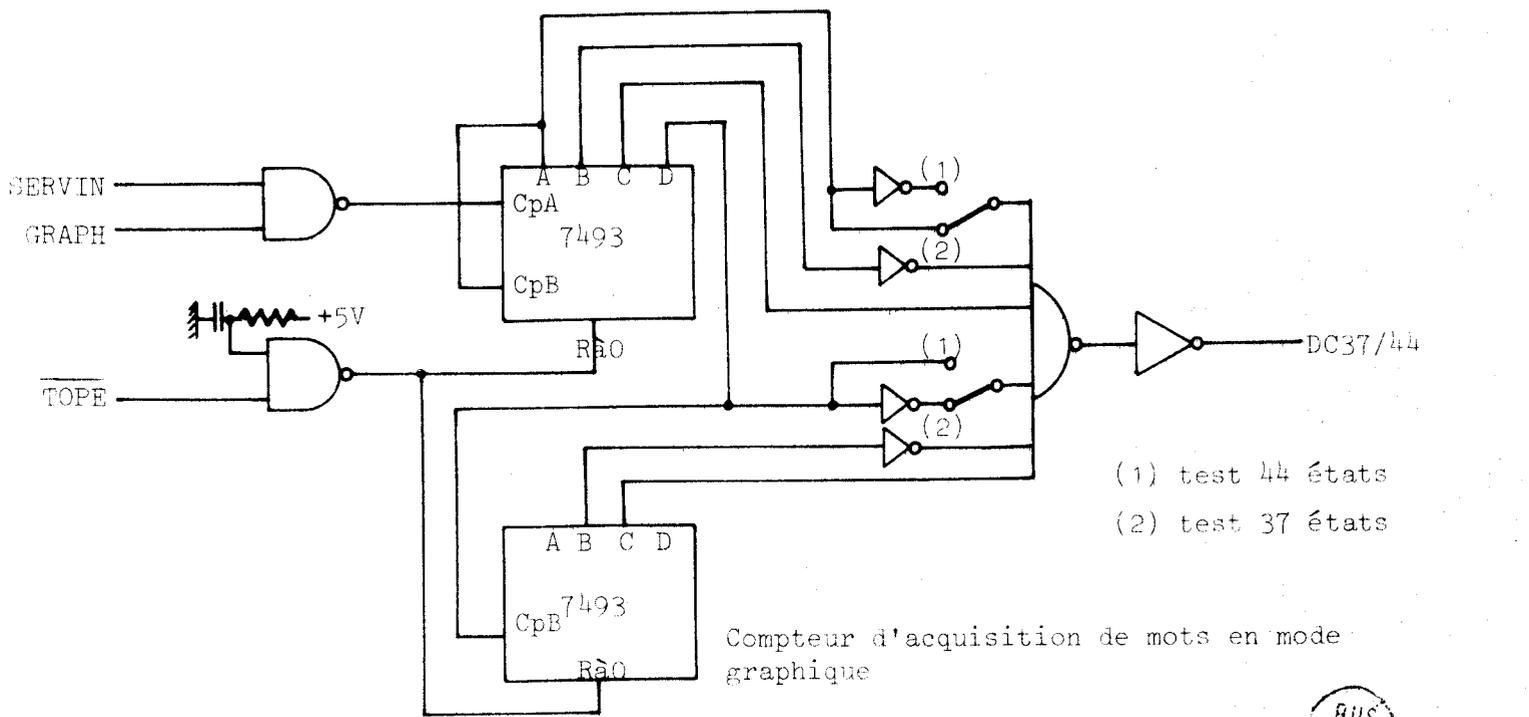
Commande de lecture-écriture de la RAM



Validation du chargement du RE en mode alphanumérique.



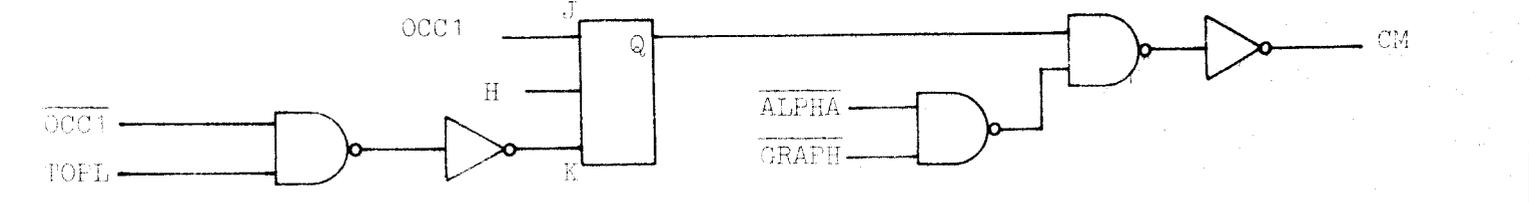
Chargement du pointeur de RAM



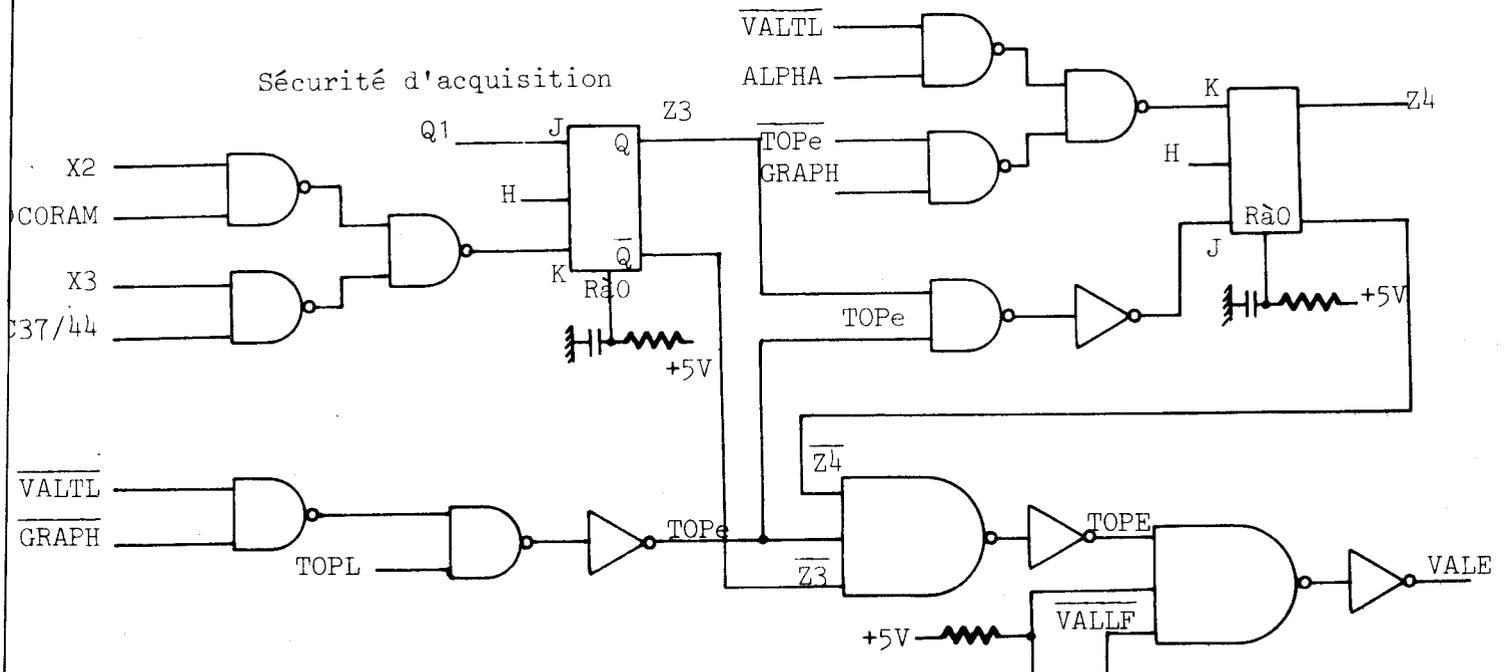
(1) test 44 états
(2) test 37 états

Compteur d'acquisition de mots en mode graphique

Commande du moteur

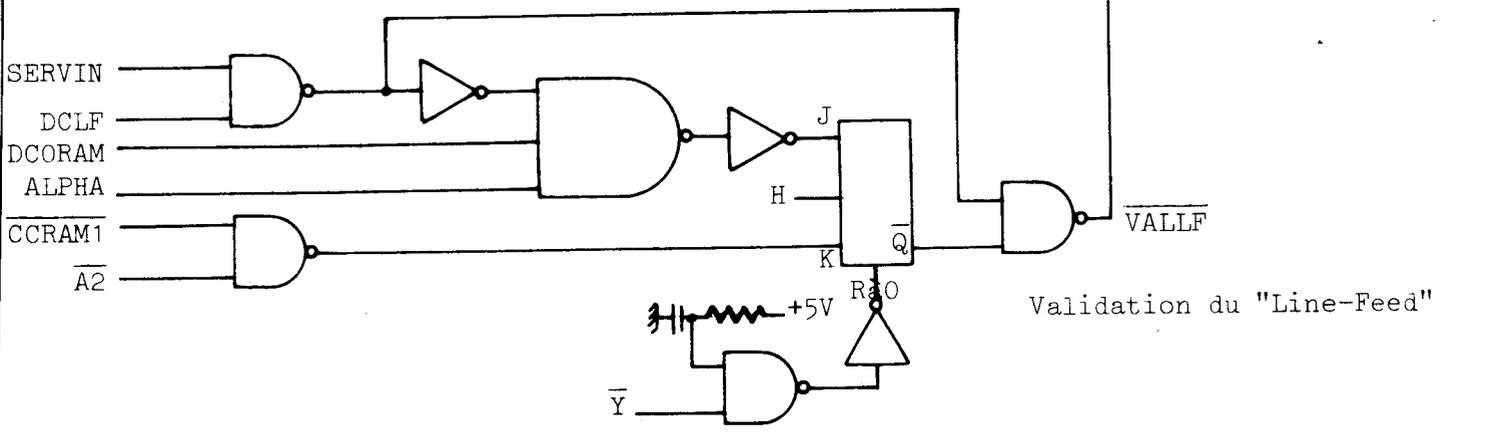


Sécurité d'acquisition

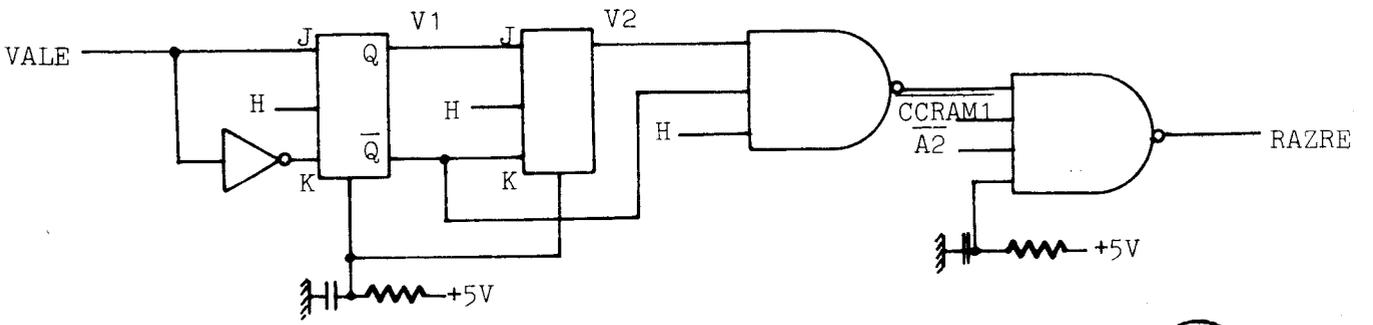


Sécurité surtension d'alimentation des diodes

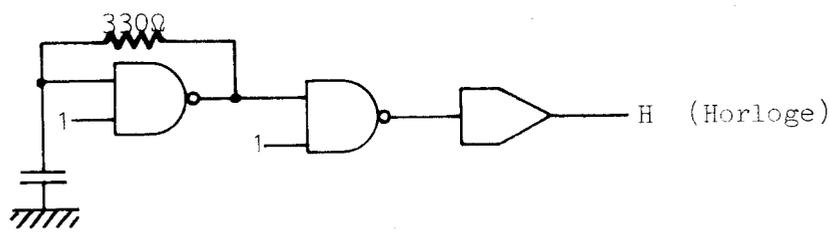
Validation de l'ordre d'écriture



Validation du "Line-Feed"



Remise à zéro du registre d'écriture



A N N E X E X

RAPPEL DES PRINCIPALES NOTATIONS

Signaux de services du calculateur et de l'imprimante.

O C C Signal d'occupation périphérique
SERVIN Indicateur de sortie effective d'un mot information
SERVIF Indicateur de sortie effective d'un mot fonction

Mot d'état de l'imprimante

I M Indicateur d'imparité mémoire
B M Indique une absence de papier
H T Imprimante " hors-tension "

Variables logiques internes à l'imprimante

DC ALPHA Décodage du mot de commande alphanumérique
DC GRAPH Décodage du mot de commande graphique
DCSB Décodage du mot de commande d'arrêt de la machine
DCRC Décodage de l'ordre Retour-Chariot
DCLF Décodage de l'ordre Line-Feed
DCORAM Etat zéro du pointeur de RAM
DC 37/44 Indicateur de fin d'échange graphique
ALPHA Mode de fonctionnement alphanumérique
GRAPH Mode de fonctionnement graphique
TOPL Signal de synchronisation ligne
VALTL Validation du signal de synchronisation ligne
TOPe Synchronisation écriture après commutation de mode de fonctionnement
TOPE Synchronisation écriture après passage dans le bloc indicateur de désynchronisation.

FINEL Fin d'écriture ligne en mode alphanumérique
VALE Validation écriture envoyée à l'organe d'impression
VALLF Validation de l'ordre L.F transmis au début d'un échange, indique le passage d'une ligne de caractères Z3 et Z4 sont les indicateurs de manque de synchronisation entre l'échange d'informations et le dérouleur de papier.
TOPM Signal d'incrémentement du pointeur RAM
CCRAM Chargement du pointeur RAM
RAZRE Remise à zéro du registre d'écriture
WE Ordre de l'écriture-écriture de la RAM
HREG Décalage des informations dans le R E en mode alphanumérique
HRE 19/16 Décalage des informations dans le R E en mode graphique

Notations relatives au dérouleur de papier

Cme Couple sur l'arbre moteur
Ne Rapport de réduction
T Tension du papier
Re Rayon du rouleau d'entraînement
e Couple de frottement ramené sur l'arbre du moteur
Sme Inertie du moteur
Se Inertie des organes mécaniques en mouvement
V Vitesse de la bande de papier
m Masse du papier en mouvement
Wme Vitesse de rotation angulaire du moteur
R Résistance de l'induit du moteur
kT Constante de couple
ke Constante de force électromotrice.

B I B L I O G R A P H I E

---ooOoo---

/1/ - DURAND Pierre

Etude de la formation de l'image latente en photographie.

/2/ - G. de VAUCOLEURS

Manuel de photographie scientifique.

/3/ - BROUSSAUD

Optoélectronique.

/4/ - FOULARD

*Amplificateur de puissance pour moteurs d'asservissements -
Inter-Electronique N° 6 - Juin 1968.*

/5/ - J.P. NANTET

Ordinateurs en temps réel - Applications industrielles.

/6/ - SAUL STIMLER

Real time data - processing systems.

/7/ - Rapport D.G.R.S.T. -

"Etude des techniques d'impression sur papier" - (1974) -

/8/ - Cours de physique - DEVORE et ANNEQUIN - Optique II.

/9/ - J. COEUILLET -

*Choix des moteurs de servomécanismes - Automatisme - Tome XIV -
N° 2 Février 1969.*