

N° d'Ordre : 200

50 376
1977
92

50376
1977
92

THESE

présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

pour l'obtention du titre de

DOCTEUR INGENIEUR

par

Ahmad AZRAK

Ingénieur Université de RYAD

Sujet de Thèse

DISPOSITIF AUTOMATIQUE D'ACQUISITION
ET DE TRAITEMENT DES INFORMATIONS D'ENTREE
D'UN PROCEDE DE DESHYDRATATION DE LA LUZERNE.



Soutenu le 23 Mars 1977, devant la Commission d'Examen

Messieurs	P.	VIDAL	Président
	C.	MELIN	Rapporteur
	J.M.	TOULOTTE	Examineur
	M.	MANFRETI	Invité

A MES PARENTS,

A MA FEMME ET

A MON FILS ABD-EL-WAHAB

AVANT PROPOS

Le travail présenté dans ce mémoire a été effectué au laboratoire d'Automatique de l'Université des Sciences et Techniques de Lille I dans le cadre de l'étude et de la réalisation d'un dispositif automatique d'acquisition et de traitement des informations, destiné à la coopérative de déshydratation d'Arcis sur Aube.

Nous adressons notre plus grande reconnaissance à Monsieur le Professeur Pierre VIDAL pour l'excellent accueil qu'il nous a réservé au sein de son laboratoire, pour le précieux enseignement qu'il a su nous dispenser et pour ses conseils éclairés qui sont à la source de l'orientation de ces travaux. Nous voudrions que Monsieur le Professeur Pierre VIDAL trouve ici l'expression de notre plus vive gratitude pour l'honneur qu'il nous fait d'accepter la présidence de ce Jury.

Nous sommes très honorés par la présence de Monsieur J.M. TOULOTTE Maître de Conférences à l'Université des Sciences et Techniques de Lille I qui a toujours été un guide sûr et conscient et qui nous a fait profiter largement de son expérience. Ses critiques et ses conseils constructifs nous ont beaucoup aidés tout au long de nos travaux. Nous nous permettons de remercier Monsieur J.M. TOULOTTE très vivement.

C'est un agréable devoir pour nous d'exprimer notre profonde reconnaissance à Monsieur C. MELIN, Maître de Conférences à l'Université de Technologie de Compiègne, qui nous a dirigé tout au long de cette étude. Par ses conseils avisés et ses encouragements, il a grandement contribué à l'amélioration de la qualité de notre travail. Les marques de confiance et d'amitié qu'il nous a témoignées nous ont aidé à mener à bien cette étude.

Nous sommes très reconnaissant et remercions vivement Monsieur MANFREDI, Directeur de la Coopérative de déshydratation d'Arcis sur Aube qui nous a permis d'entreprendre nos travaux et qui nous a fait l'honneur de participer à cette commission d'examen.

Nous ne saurions terminer cet avant propos sans exprimer notre reconnaissance et sympathie à tous nos amis les chercheurs, techniciens et personnel du laboratoire d'Automatique pour l'aide précieuse, l'encouragement et la contribution qu'ils nous ont apportés tout au long de notre travail et de la mise en forme de ce mémoire.

TABLE DE MATIERES

Chapitre I

Présentation générale du problème

	Page
1.1 Introduction	1
1.2 Organisation actuelle de la chaîne de pesage	1
1.21 Organisation fonctionnelle	2
1.22 La technologie et les moyens employés	5
1.3 Structure d'une chaîne de pesage semi-automatique	6
1.31 Premier cycle	6
1.32 Second cycle	8
1.4 Structure d'une chaîne de pesage automatique intégrée	8
1.5 Conclusion	10

PREMIERE PARTIE

REALISATION D'UNE CHAINE DE PESAGE SEMI-AUTOMATIQUE

Généralités

Chapitre II

Choix et présentation de la balance et de l'imprimante de la chaîne semi-automatique

2.1 Introduction	1
2.2 La balance des échantillons	1
2.21 Définitions générales relatives aux instruments de mesure	1
2.22 Contraintes propres au problème étudié	2
2.23 Choix de la balance	3
2.24 Les caractéristiques des sorties et des entrées électriques de la balance PS	3

	Page
2.3	Choix de l'imprimante 7
2.31	Contraintes imposées 7
2.32	Choix et caractéristiques de l'imprimante 9
2.33	Les caractéristiques des sorties et des commandes électriques de l'imprimante CP 10
2.4	Conclusion 16

Chapitre III

Le choix de l'unité de calcul de la chaîne semi-automatique

3.1	Introduction 1
3.2	Opérations et fonctionnement de la chaîne semi-automatique 1
3.21	Le cycle "chauffeur" 1
3.22	Le cycle de l'opérateur 3
3.23	Les opérations arithmétiques de l'unité de calcul 3
3.24	Les opérations générales remplies par l'unité de contrôle 7
3.3	Les facteurs dominant les opérations fonctionnelles de l'unité de calcul 8
3.31	L'information d'entrée : code et "format" 8
3.32	Code, précision et temps d'exécution 9
3.4	Les différents moyens de réalisation de l'unité de calcul 10
3.41	Unité de calcul arithmétique cablée 10
3.42	Utilisation d'un microprocesseur 11
3.43	Processeur arithmétique 13
3.5	Choix de l'unité de calcul arithmétique 14

Chapitre IV

Réalisation de la chaîne de pesage Semi-automatique

4.1	Introduction 1
4.2	Caractéristiques de fonctionnement du processeur arithmétique TMS 0117 1
4.21	Les entrées 3
4.22	Les sorties 3
4.23	Fonctionnement global 3

	Page	
4.3	Architecture de l'unité de calcul	4
	4.31 Les entrées-sorties	4
	4.32 Les signaux de contrôle	4
4.4	Etude et réalisation de la chaîne semi-automatique	6
	4.41 L'architecture de la chaîne semi-automatique	6
	4.42 Structure de l'unité de commande	9
4.5	Réalisation et commande de l'interface avec l'imprimante	15
	4.51 Les circuits de balayage et de frappe de caractères	16
	4.52 Le bloc de commande	21
4.6	Réalisation de la chaîne semi-automatique	24
4.7	Conclusion	24

DEUXIEME PARTIE

ETUDE D'UNE CHAINE DE PESAGE AUTOMATIQUE

Chapitre V

Analyse d'une chaîne automatique

5.1	Introduction	1
5.2	Généralités sur les chaînes de pesage automatique ...	1
5.3	Etude générale de l'automatisation de la chaîne de pesage	3
	5.31 Contraintes dues aux matériels existants	3
	5.32 Conséquences pour le système d'acquisition et de traitement	4
5.4	Présentation d'une solution d'automatisation	4
	5.41 Principe de fonctionnement de la chaîne automatique	4
	5.42 Simulation de la chaîne de pesage automatique	9
5.5	Conclusion	16

CHAPITRE VI

Chaîne de pesage automatique Introduction d'un microprocesseur

	Page
6.1 Introduction	1
6.2 Les fonctions générales de la chaîne de pesage automatique à base du microprocesseur	1
6.21 Cycle chauffeur	2
6.22 Cycle opérateur	2
6.3 Architecture de la chaîne de pesage automatique avec un microprocesseur	3
6.3.1 Les caractéristiques logicielles et matérielles exigées du microprocesseur par la chaîne de pesage automatique	5
6.3.11 Caractéristiques logicielles	5
6.3.12 Caractéristiques matérielles	6
6.3.2 Le programme d'application	7
6.3.21 Les techniques de (computations)	7
6.3.3 Les interfaces et l'échange Entrée/Sortie ...	11
6.4 Conclusion	11
Conclusion générale	13

TROISIEME PARTIE ANNEXE

Annexe Balance	A 1
Annexe Imprimante	A 2
Annexe Processeur arithmétique (P.A)	A 3
Annexe Présentation Circuit	A 4
Annexe (C.PA)	A 4.1
Annexe (C.Imp)	A 4.2
Annexe Simulation	A 5
Annexe Interface E/S Programmable (PPI)	A6.1
Annexe des caractéristiques générales d'un microprocesseur	A6.2

BIBLIOGRAPHIE

Chapitres I et II	1
Chapitre III	1
Chapitre IV	2
Chapitre VI	3

CHAPITRE I

PRESENTATION GENERALE DU PROBLEME

1.1 Introduction

Les opérations de pesage les plus diverses sont très fréquentes en milieu industriel. D'appareil de mesure presque exclusivement réservé à la détermination des masses, la balance tend à s'insérer de plus en plus dans l'organisation d'unités de production. La balance et les techniques annexes sont maintenant des outils au service de l'organisation car ils comptabilisent des données, ils contrôlent des tolérances et ceci automatiquement.

Les opérations d'enregistrement sont de plus en plus rapides, elles offrent à l'organisation des entreprises et aux services comptables de nouvelles et plus larges possibilités. C'est dans ce sens que nous avons entrepris l'étude d'une chaîne de pesage automatique pour une unité industrielle de déshydratation de fourrage destiné à l'alimentation du bétail.

Cette unité de production est une coopérative regroupant un certain nombre d'adhérents. Elle est chargée de récolter le fourrage et de lui faire subir certaines opérations nécessaires à sa conservation et sa présentation. (séchage, broyage, granulation, etc...).

La coopérative rétribue ses adhérents sur la base de la masse de matière sèche contenue dans le fourrage traité.

La coopérative doit donc posséder l'ensemble des éléments nécessaires à cette opération, en particulier une chaîne de pesage devant fournir une bonne estimation de la quantité de matière sèche.

1.2 Organisation actuelle de la chaîne de pesage

Le but de ce paragraphe est de présenter l'organisation fonctionnelle de la chaîne de pesage puis de dégager, partant de la

technologie et des moyens employés, les améliorations qu'il est possible d'y apporter.

1.21 Organisation fonctionnelle

La récolte de fourrage vert est amenée par camion à la coopérative de déshydratation. Chaque camion est soumis à une suite d'opérations qui peuvent être regroupées en deux classes. La première correspond aux opérations subies par le camion et son contenu (figure 1.1), la seconde comprend les opérations auxquelles est soumis un échantillon du contenu. (fig. 1.2).

La figure 1.1 fait apparaître les fonctions nécessaires suivantes : identification du camion, détermination du poids brut B (poids du camion avec son contenu) et de la tare T (poids du camion vide).

L'identification et la mémorisation de B et T sont réalisées manuellement à l'aide d'une carte établie en trois exemplaires pour chaque camion.

Une fois le contenu du camion déversé sur l'aire de stockage, le chauffeur doit prélever un échantillon de fourrage. A cette fin le chauffeur dispose d'un panier métallique sur lequel est indiqué sa tare. L'échantillon de fourrage prélevé est donc identifié par le document propre au camion et par la tare du panier. Le chauffeur procède ensuite à la mesure de P_v ; poids de l'échantillon de fourrage vert qui est porté sur la carte. Un exemplaire de celle-ci est attachée au panier qui part ensuite à l'étuve. (fig. 1.2).

A sa sortie une nouvelle opération de pesage est effectuée afin de déterminer la masse sèche de l'échantillon : P_s ; qui est également portée sur la carte.

Celle-ci constitue alors le document permettant de traiter les données relatives à un camion et qui sont :

a) $P_{vt} = B - T = \text{poids vert total}$

b) $\frac{P_s}{P_v} \times 100 = \text{pourcentage de matière sèche}$

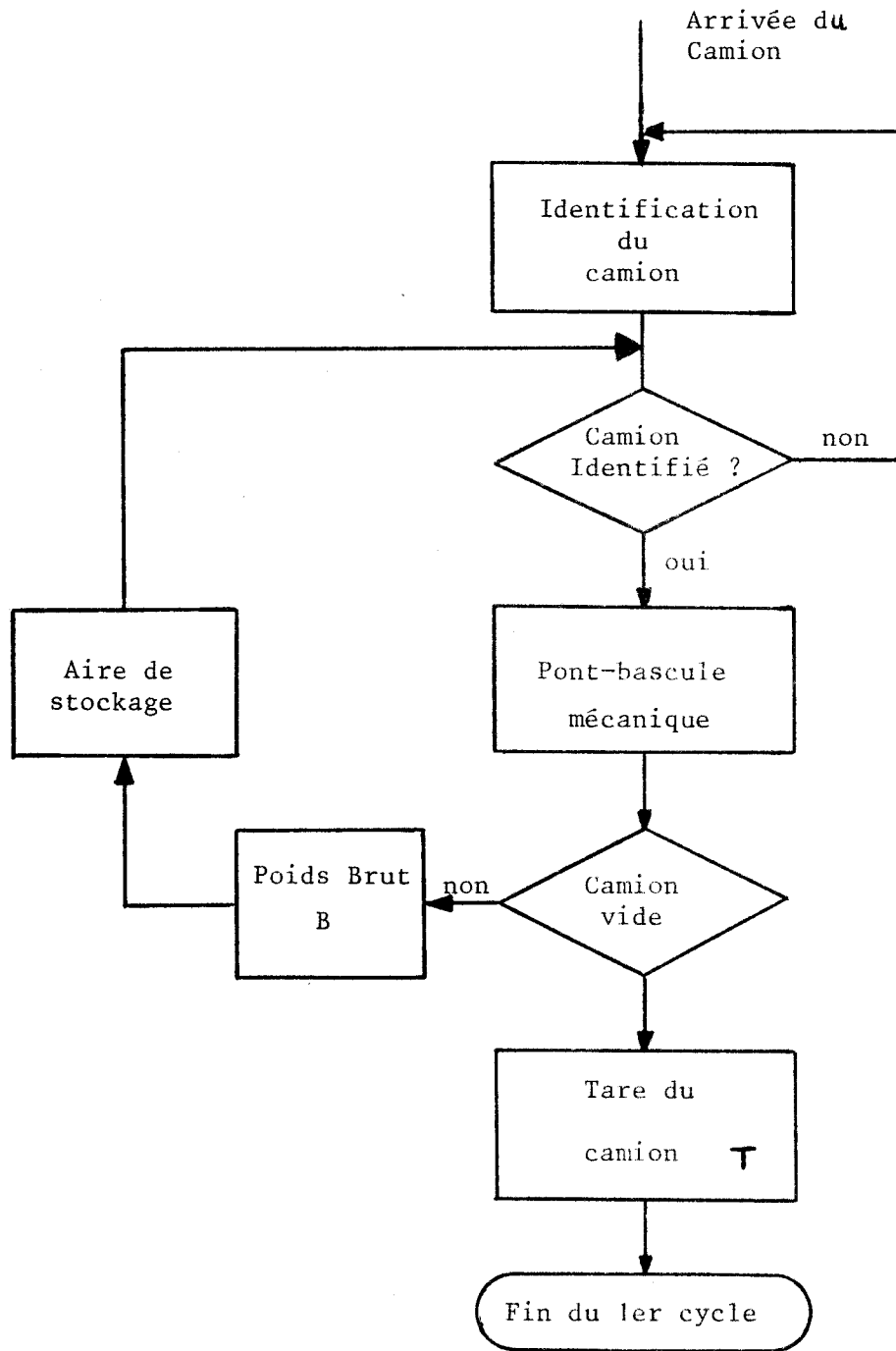


FIGURE 1.1



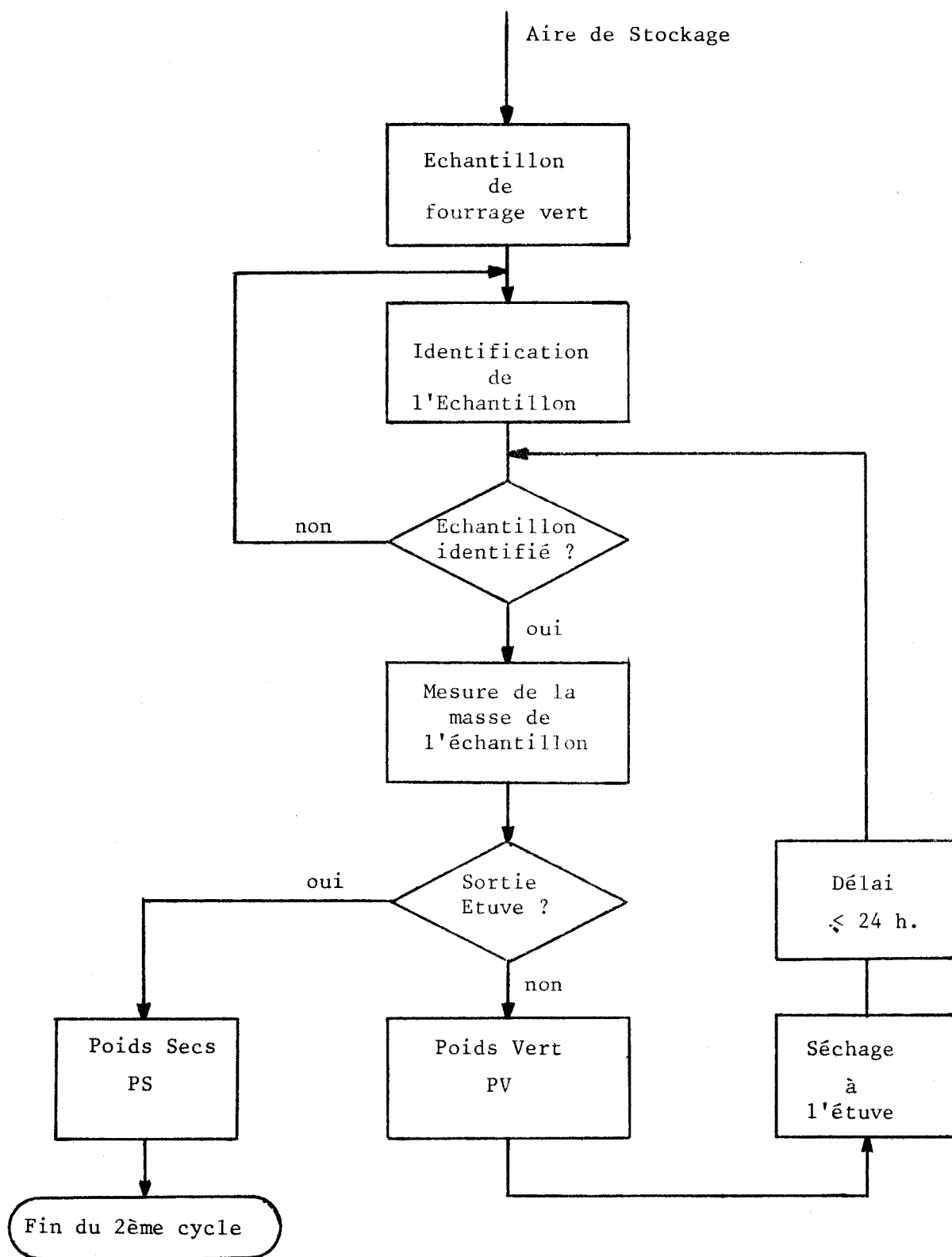


FIGURE 1.2

$$c) Pst = \frac{Ps}{Pv} \times Pvt = \text{masse totale de matière sèche.}$$

Les grandeurs Pvt, Pst et $\frac{Ps}{Pv} 100$ sont déterminées et portées manuellement sur la carte.

1.22 La technologie et les moyens employés

La chaîne actuelle de pesage comporte deux balances :

- un pont bascule pour la mesure du poids brut (B) et de la tare (T),
- une balance pour les échantillons vert et sec, Pv et Ps.

Le pont bascule est de type électro-mécanique dont la portée maximale est de 60 tonnes, la précision de 10 Kg. Il est relié à une imprimante qui possède des glissières mécaniques servant à afficher la date et le numéro du camion. Quand cet affichage est réalisé, la valeur numérique de la masse présente sur le pont est imprimée sur une carte établie en trois exemplaires.

ce pont bascule est dépourvu des signaux d'état et de commande nécessaires à son utilisation dans une chaîne de pesage automatique.

La balance servant aux échantillons est de type commercial normal, sa portée maximale est de 100 g, sa précision de 0,5 g. C'est une balance entièrement mécanique, la valeur de la masse pesée est repérée par une aiguille se déplaçant devant un quadrant gradué.

L'étuve employée est une étuve classique, le nombre de paniers simultanément traités ainsi que leur temps de séjour ne peut être contrôlé.

De façon générale les erreurs apportées par les éléments constituant la chaîne de pesage sont :

- la précision des balances employées,
- la précision de l'imprimante associée au pont bascule,
- les erreurs de lecture pour la balance des échantillons,
- la qualité de séchage des échantillons réalisé à l'étuve,
- la précision des différents calculs qui tous sont effectués manuellement.

Le but initial de notre étude consiste à réduire l'influence de l'ensemble de ces erreurs, d'abord par le choix d'instruments de mesures plus précis, puis par un traitement automatique des données. Dans ce sens nous proposons une structure semi-automatique et une structure automatique de la chaîne de pesage.

I.3 Structure d'une chaîne de pesage semi-automatique

Le but d'une telle structure est de :

- réduire les erreurs d'estimation du pourcentage de matière sèche,
- réduire les temps de calculs et les opérations manuelles.

Dans le cas particulier de cette structure semi-automatique, nous conservons le pont-bascule actuel. Trois éléments principaux sont à définir :

a) La balance des échantillons : elle doit posséder une meilleure précision, des sorties électriques codant la masse de produit pesé.

b) Une unité de calcul et de contrôle des différentes opérations.

c) Une imprimante, contrôlée par l'unité précédente et capable d'imprimer toutes les informations dans un format compatible avec les cartes déjà employées.

L'unité de calcul et de contrôle utilisera pour leur souplesse les techniques digitales. La figure (1.3) présente la structure générale de cette chaîne de pesage semi-automatique.

Le pont bascule sert encore à l'impression de la masse brute B de la tare T ainsi qu'à l'identification du camion.

En ce qui concerne les échantillons de produit, l'opérateur dispose d'une balance électronique à sorties digitales reliée à l'unité de calcul et de contrôle, l'impression des masses P_v et P_s étant contrôlée par les ordres correspondants du clavier de commande.

L'ensemble des opérations relatives à cette chaîne est décomposé en deux cycles principaux :

1. 31 Premier cycle

Les opérations manuelles relatives à ce cycle sont réa-

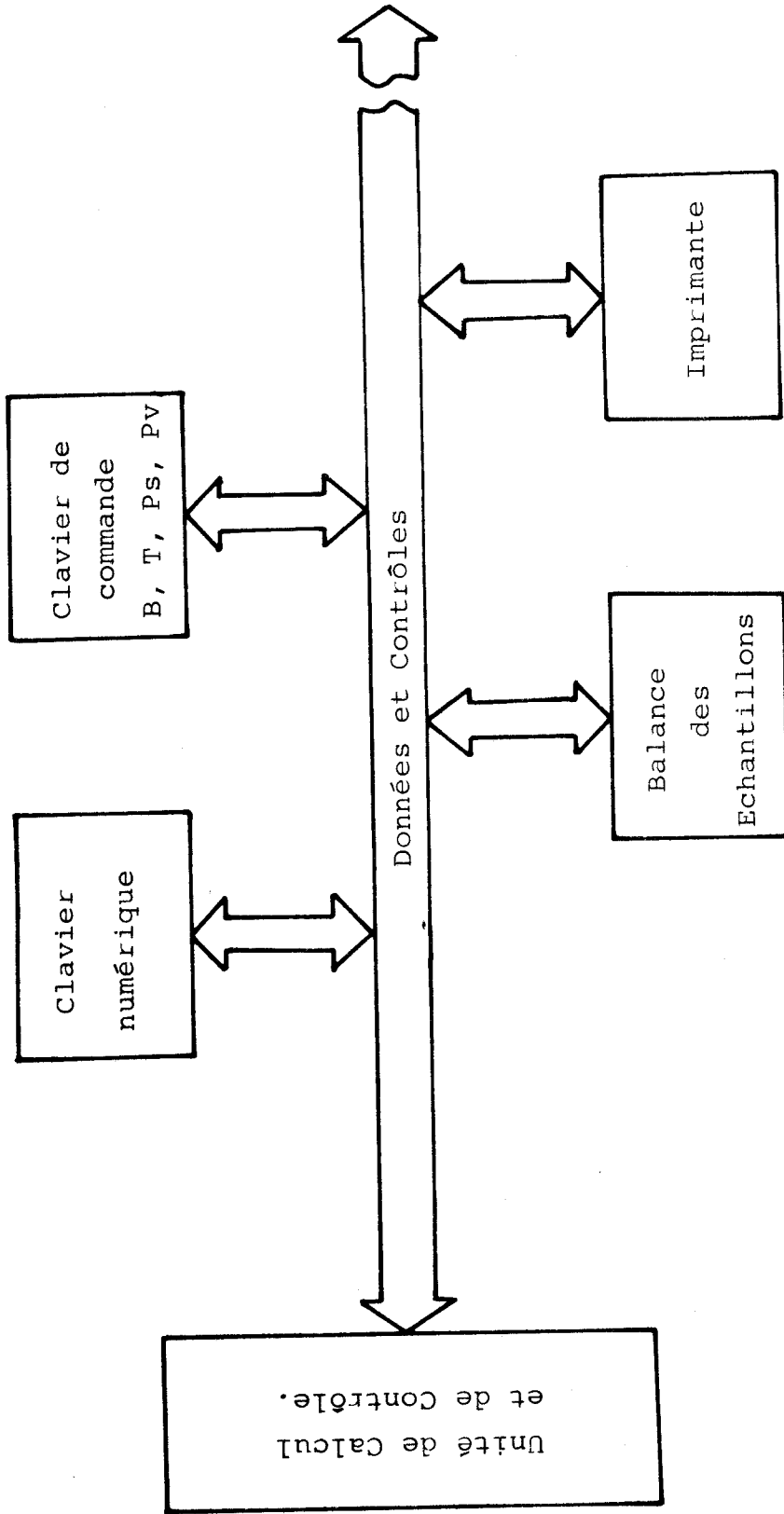


Figure 1.3 Système de pesage Semi-automatique



lisées par le chauffeur du camion.

Celui-ci doit d'abord introduire une carte dans l'imprimante du pont bascule afin de procéder à l'impression des grandeurs B et T.

Il doit ensuite procéder à la pesée de la masse de l'échantillon de produit vert. Pour cela il dispose d'une balance électronique et de l'ordre Pv du clavier de commande.

A la fin de ce cycle la carte comporte les indications suivantes :

numéro du camion - masse brute B - tare T - masse de l'échantillon Pv.

1.32 Second cycle

Les opérations manuelles relatives à ce cycle consistent pour l'opération :

- a) à sortir les paniers de l'étuve,
- b) à placer successivement chaque panier sur le plateau de la balance électronique,
- c) à disposer dans l'imprimante les trois exemplaires de la carte d'identification d'un panier,
- d) à utiliser les claviers de commande et de données de manière à faire imprimer automatiquement et aux endroits voulus les résultats suivants :

$P_{vt} = B - T$; P_s ; pourcentage de matière sèche
et P_{st} valeur du poids sec total.

1. 4 Structure d'une chaîne de pesage automatique intégrée

Une chaîne de pesage automatique doit, par opposition à la structure semi-automatique proposée, supprimer la plupart des opérations manuelles et résoudre le problème de l'identification des camions et des échantillons sortant de l'étuve par des moyens technologiques autres que ceux actuellement employés.

Afin de convertir la chaîne semi-automatique en chaîne automatique il convient de remplacer et d'ajouter quelques éléments nouveaux à celle-ci :

- remplacer le pont bascule actuel par un système électro-

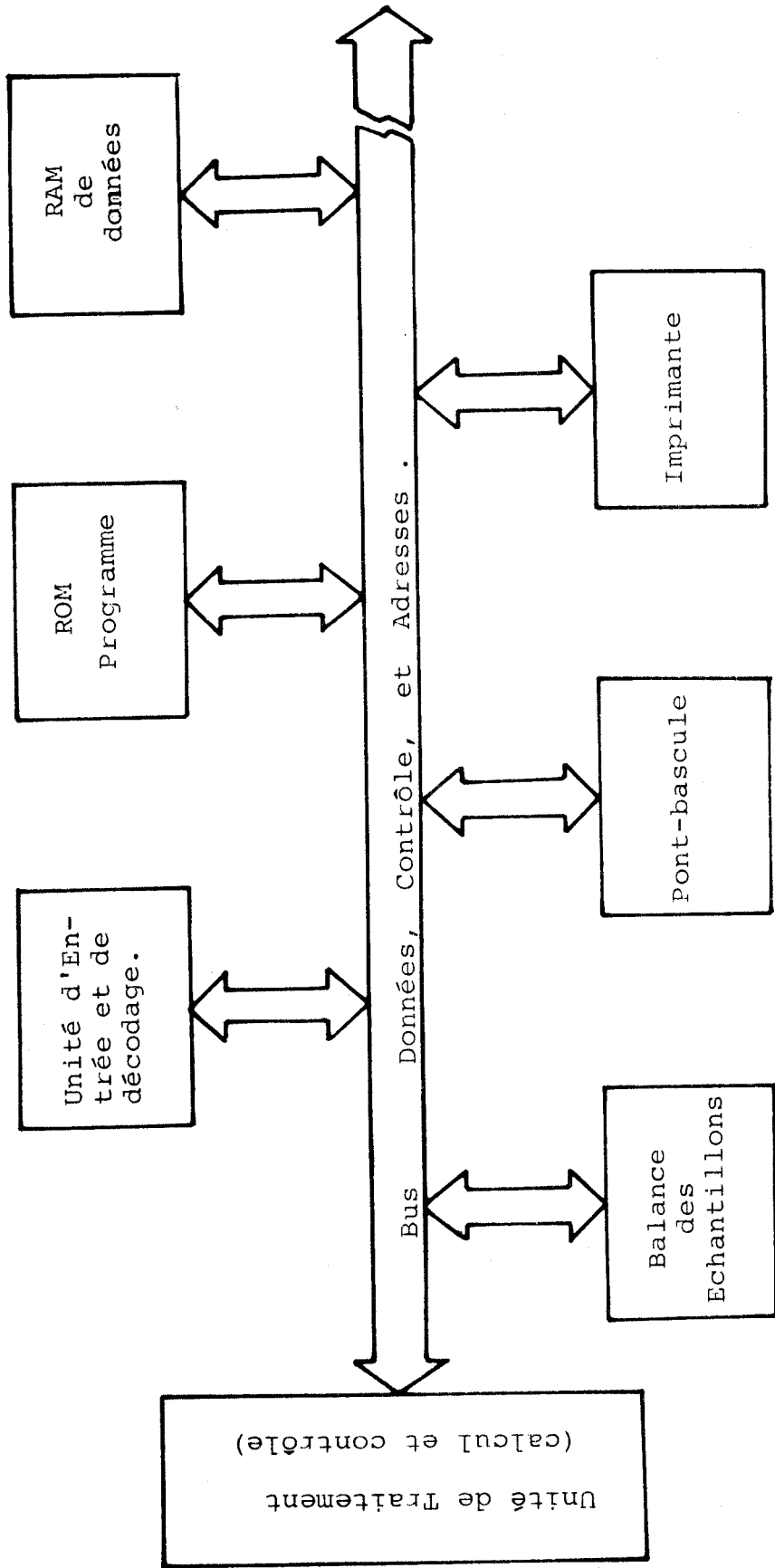


Figure 1.4 Système de pesage automatique.

nique afin d'améliorer la précision des pesées et de rendre cet élément plus aisément compatible avec des éléments de contrôle et de calcul digitaux.

- Substituer aux opérations manuelles d'introduction de données et d'ordres un dispositif automatique de saisie de données couplé à un organe de décodage de données et d'ordres.

- Ajouter aux dispositifs de la chaîne semi-automatique une mémoire chargée de stocker les données et résultats intermédiaires de chaque camion. On crée ainsi un fichier propre à chaque camion.

- Une mémoire morte contenant le programme nécessaire à la gestion, au contrôle de l'ensemble des opérations à exécuter est de plus nécessaire.

La figure (1.4) présente la structure générale d'une telle chaîne de pesage.

1. 5 Conclusion

Nous avons vu que l'état actuel de la chaîne de mesure de poids et les moyens de cette mesure entraînent des erreurs qui ne sont pas négligeables et qui affectent l'estimation du poids sec total de fourrage apporté par un camion. Ceci a une influence sur le paiement et la facturation effectuée par la coopérative au fournisseur de matières premières et donne une fausse estimation de la production actuelle de l'usine.

Pour améliorer cette chaîne de pesage nous avons proposé un ensemble semi-automatique et un automatique. Dans le cas d'une chaîne semi-automatique l'influence humaine sur les mesures du poids des échantillons est annulée, dans une chaîne automatique elle est rendue plus simple par suppression des claviers. Tout ceci tend à réduire les erreurs aussi bien liées au pont-basculé qu'à l'appréciation humaine. Il faut rappeler que le choix des échantillons verts, le temps de traitement et la quantité de ces échantillons dans l'étuve provoquent des erreurs plus graves par rapport à l'erreur due à la chaîne de mesure. Le choix de l'échantillon pour un camion est très important. Un test a été effectué sur deux échantillons provenant d'un même camion. Avec la même valeur de poids vert, le même temps d'étuvage les résultats du poids sec sont assez dispersés. D'autre part, dans l'étuve le nombre d'échantillons est limité ainsi que le poids par échantillons (280 g à 320g).

Si on veut obtenir des caractéristiques constants pour l'étuvage.

Le but de cette étude est de réduire les erreurs dues à la chaîne de mesure, d'éliminer le travail humain et son influence sur les mesures, d'effectuer le calcul du poids vert total, du pourcentage de matière sèche et du poids sec total estimé, enfin de les imprimer.

L'amélioration de la chaîne de pesage, la réduction des erreurs et l'étude de l'état de l'étuve et du choix des échantillons verts conduira à une estimation de la quantité actuelle de fourrage traité ce qui devrait faciliter la commande de la partie séchage proprement dite.

Dans le chapitre suivant nous définirons le choix de la balance, de l'échantillon et de l'imprimante, ceci correspond à l'utilisation d'une chaîne de pesage semi-automatique demandée par la coopérative de déshydratation.

PREMIERE PARTIE

REALISATION D'UNE CHAINE DE PESAGE SEMI-AUTOMATIQUE

-:-:-:-:-:-:-:-:-

- GENERALITES -

Dans cette partie nous allons présenter le choix des éléments du système semi-automatique de pesage.

Le chapitre II concerne le choix de la balance de l'échantillon et ses caractéristiques, des entrées et des sorties électriques et le choix de l'imprimante de carte et ses caractéristiques électriques des commandes.

Le chapitre III contient le choix de l'unité de calcul et de l'unité de contrôle.

Dans le chapitre IV nous présentons la réalisation pratique de ce système.

Le critère de choix des éléments de ce système a été strictement basé sur l'investissement et les délais donnés par la coopérative de déshydratation. Donc le critère de choix a été basé sur le prix des éléments et leur disponibilité sur le marché.

Il faut noter qu'il y a un grand développement technique dans le domaine des éléments de circuits intégrés spécialement en L.S.I entre le moment où l'étude a été faite et la présentation de cette thèse.

CHAPITRE II

Choix et présentation de la balance et de l'imprimante de la chaîne semi-automatique.

2.1 Introduction

Dans ce chapitre ainsi que dans les deux suivants, nous nous intéresserons aux éléments et à la réalisation de la chaîne de pesage semi-automatique.

Nous nous intéressons plus particulièrement ici au choix de la balance servant à la détermination des masses des différents échantillons ainsi qu'au choix d'une imprimante compatible avec le format des cartes employées.

2.2 La balance des échantillons

Après avoir rappelé les définitions générales relatives aux instruments de mesure de masses ainsi que les contraintes propres au problème étudié, nous procédons à la détermination d'un type de balance.

2.21 Définitions générales relatives aux instruments de mesure

De manière générale les instruments de pesage sont répartis en quatre classes de précision : précision spéciale, précision fine, précision moyenne ou commerciale, précision ordinaire.

L'appartenance d'un instrument de mesure à l'une de ces classes est fonction de la valeur d'un échelon et du nombre d'échelons. Dans chaque classe la précision est caractérisée par le nombre maximal d'échelons qui est le rapport de la portée maximale à la valeur de l'échelon.

Rappelons qu'il existe trois notions différentes de l'échelon : l'échelon réel, l'échelon conventionnel et l'échelon de vérification.

La valeur de l'échelon réel d'un instrument est la valeur exprimée en unité de masse de la plus faible division de l'échelle dans le cas d'un indicateur continu ou de la différence de deux indications de valeurs consécutives dans le cas d'une échelle discontinue. L'expression de la valeur de l'échelon réel doit être conforme au système métrique décimal.

La portée minimale d'un instrument est la limite inférieure de l'échelle de mesure, la portée maximale la limite supérieure. L'étendue de la portée minimale varie suivant la classe de précision. L'étendue de l'échelle est la zone comprise entre la portée minimale et la portée maximale.

2.22 Contraintes propres au problème étudié

Les contraintes propres au problème étudié ont deux origines distinctes :

- a) la masse des paniers vides contenant des échantillons de fourrage vert.
- b) Les conditions normales de fonctionnement de l'étuve qui déterminent les valeurs, minimale et maximale, des masses de fourrage vert qu'un panier peut contenir.

La valeur de la tare de chaque panier a été ramenée à une valeur unique (700 g), ceci dans le but de supprimer une opération de soustraction à chaque passage de l'échantillon sur la balance.

La capacité maximale de traitement de l'étuve employée, le nombre maximal de paniers pouvant être introduits dans celle-ci, permettent de déterminer les valeurs admissibles des masses des échantillons de fourrage vert. Dans ce sens la contrainte à respecter est :

$$280 \text{ g} < P_v < 320 \text{ g}.$$

La satisfaction de cette contrainte permet de réduire considérablement les erreurs d'estimation du pourcentage de matière sèche.

2.23 Choix de la balance

Les deux types de contraintes propres au problème étudié conduisent à choisir une balance de faible portée :

$$tp + Pv \leq 1020 \text{ g.}$$

Une précision de 0,1 g est suffisante, car elle réduit de moitié les erreurs de pesée par rapport aux moyens actuellement employés.

L'insertion d'une telle balance dans une chaîne de pesage semi-automatique telle que celle présentée, conduit naturellement à la choisir parmi les balances à affichage et sorties numériques.

Parmi l'ensemble des balances répondant à ces charges et existante sur le marché notre choix s'est porté sur la balance METTLER PS 1200 qui, de plus, permet de mémoriser la valeur de la tare d'un panier.

Les principales caractéristiques de cette balance sont rappelées ici (plus en détail à l'annexe A) car elles contribuent à l'élaboration du cahier des charges de l'unité de contrôle et de calcul.

2.24 Les caractéristiques des sorties et entrées électriques de la balance PS

Les caractéristiques techniques générales et le mode d'emploi de la balance PS sont présentés en détail dans l'annexe de la balance.

Ici nous allons présenter les caractéristiques des sorties et entrées électriques de la balance en détail car nous allons utiliser la balance PS comme l'une des sources de données de la chaîne semi-automatique.

a) Sortie digitale, Fonction et application :

La sortie digitale permet de transmettre le résultat

tat de pesée à toutes sortes de récepteurs de données (imprimantes, perforatrices de bandes, calculatrices de table, etc...). Ces dernières peuvent être reliées à la balance PS directement ou, si nécessaire, par l'intermédiaire de circuits d'acomodation.

Pour garantir une transmission parfaite du résultat de pesée, il faut qu'il y ait concordance entre l'entrée du récepteur de données ou du circuit d'acomodation et la sortie de la balance PS ce qui revient à dire qu'il faut réunir les conditions ci-après :

- disposition identique de la fiche de raccordement,
- code identique,
- signaux de commande conformes aux spécifications.

b) Signaux :

Figure (2.1) montre les signaux du résultat de pesée et de commande.

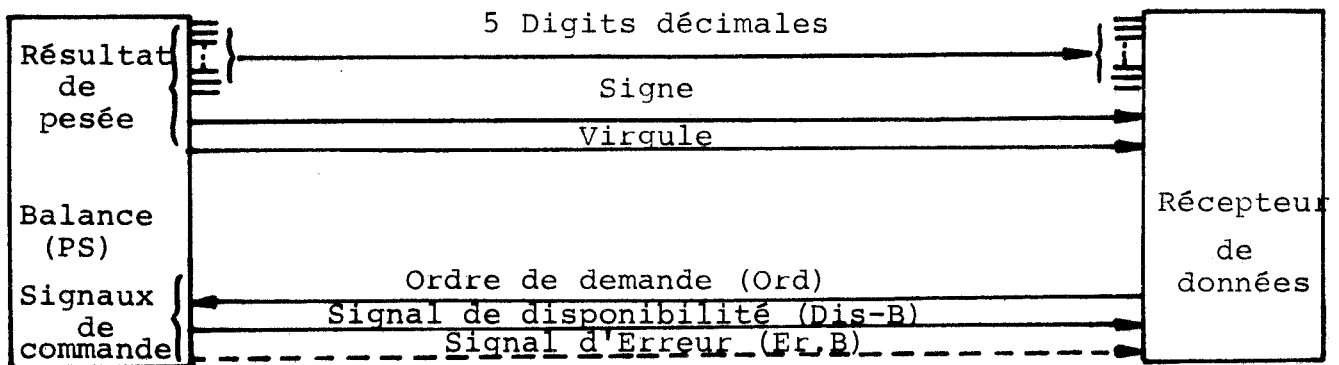


Figure 2.1 Les signaux de PS

Signaux du résultat de pesée :

- 5 digits décimaux de 4 bits,
- signe (\pm),
- virgule.

Signaux de commande :

- ordre de demande (request),
- signal de disponibilité (ready),
- signal d'erreur (error) (surcharge, p.ex).

c) Transmission du résultat de pesée :

La transmission des données s'effectue de la façon suivante :

- si le récepteur de données désire recevoir un résultat de pesée, il le signale en envoyant un ordre de demande à la balance PS. Cet ordre doit rester actif toute la durée de la transmission.

- L'ordre de demande entraîne le blocage du résultat de pesée dans la balance PS et déclenche le signal de disponibilité.

- Avec le signal de disponibilité commence la réception du résultat de pesée dans le récepteur de données.

- Une fois la réception du résultat de pesée finie, le récepteur le signale à la balance PS en arrêtant l'ordre de demande.

- Lorsque l'ordre de demande est arrêté, l'affichage du résultat n'est plus bloqué et le signal de disponibilité s'éteint.

La figure (2.2) donne le diagramme des temps :

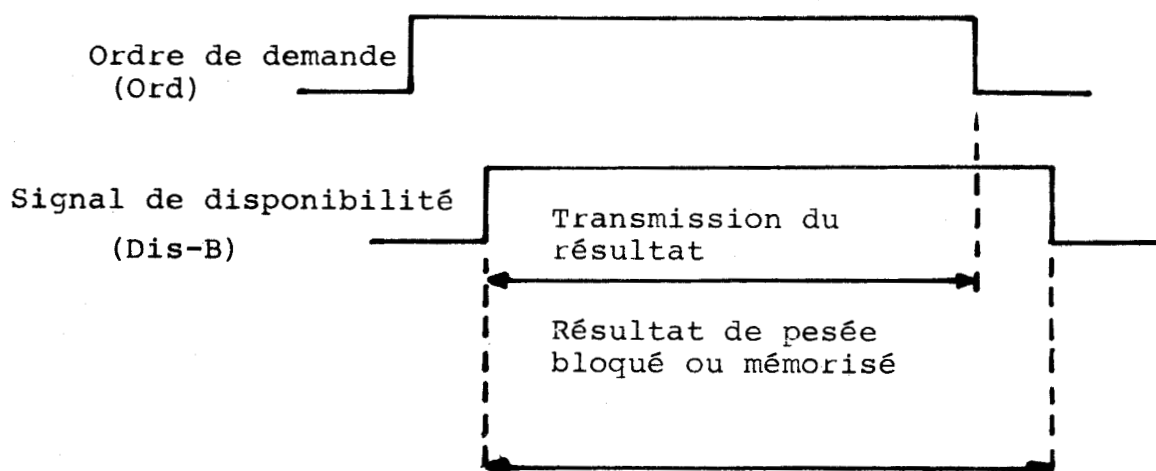


Figure 2.2 Signaux correspondant à l'ordre de demande et de disponibilité.

Pour obtenir une bonne transmission des données, il faut que l'ordre de demande et le signal de disponi-

bilité soient des signaux statiques, c'est à dire exempts de rebondissements.

En cas de cause d'erreur (surcharge, par exemple), la transmission des données est bloquée par suppression du signal de disponibilité. Dans le même temps, le signal d'erreur avertit le récepteur de données qu'il ne doit ou ne peut y avoir de transmission de données. Pour éviter une transmission indésirable aussitôt après la disparition de la cause d'erreur, l'ordre de demande éventuellement mémorisé par le récepteur de données doit être effacé par le signal d'erreur. Dès que la cause d'erreur est éliminée (par exemple lorsqu'on enlève la surcharge), le signal d'erreur disparaît et le signal de disponibilité n'est plus supprimé.

d) Niveaux de tension et logiques :

Les niveaux logiques de la sortie digitale de la balance PS sont définis comme suit :

O : 0 à + 0,4 V pour un courant $I = -8$ mA,

L : + 2,4 à + 5,5 V pour un courant $I = 200$ mA.

La figure (2.3) donne le schéma d'une ligne de signalisation :

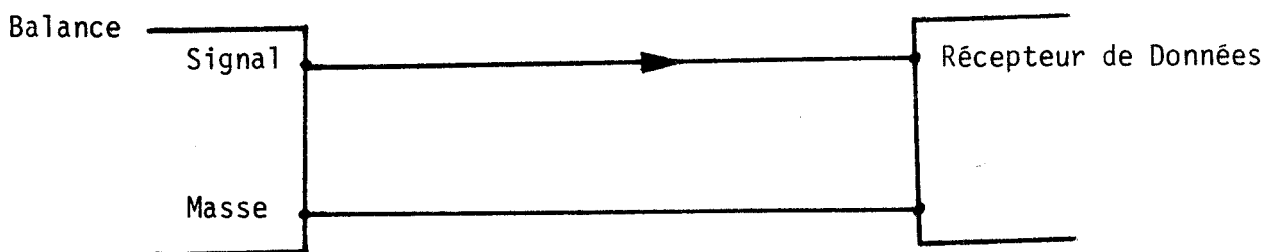


figure (2.3.)

Le facteur de charge (fan out) de la balance PS est 5.

e) Codage :

Le résultat de la pesée est codé en B C D. Les états ou le code des lignes de signalisation restantes sont définis comme suit :

'0'	'1'
Signe positif	Signe négatif
pas de virgule (DP)	virgule (DP)
pas d'ordre de demande (ord)	ordre de demande (ord)
pas de signal de disponibilité (DisB)	signal de disponibilité (DisB)
signal d'erreur (ErB)	pas de signal d'erreur (ErB)

2.3 Choix de l'imprimante

Deux cycles d'opérations sont nécessaires pour imprimer toutes les informations et résultats de traitement relatifs à un camion (cf. 1.21). De nouveau, il convient d'examiner les contraintes imposées par les cartes employées dont un exemplaire est reproduit figure (2.4).

2.31 Contraintes imposées

La fin du premier cycle, ou cycle chauffeur, la carte doit comporter aux endroits voulus : les valeurs de la masse brute B, de la tare T et de la masse de l'échantillon de fourrage Pv (fig. 2.4). Remarquons que les grandeurs B et T sont fournies par la balance électromécanique du pont-bascule, tandis que la valeur de Pv est fournie par la chaîne semi-automatique.

Le second cycle concerne l'opérateur qui à la sortie des paniers de l'étuve doit fournir aux systèmes les valeurs de B, T et Pv et procéder à la mesure de la masse sèche de l'échantillon. La figure (2.5) reproduit l'état d'une carte à la fin de ce second cycle.

On remarque que les nouvelles valeurs portées doivent l'être à des emplacements bien déterminés et qu'il est nécessaire de recourir à deux couleurs d'impression.

En résumé les contraintes imposées par les deux cycles

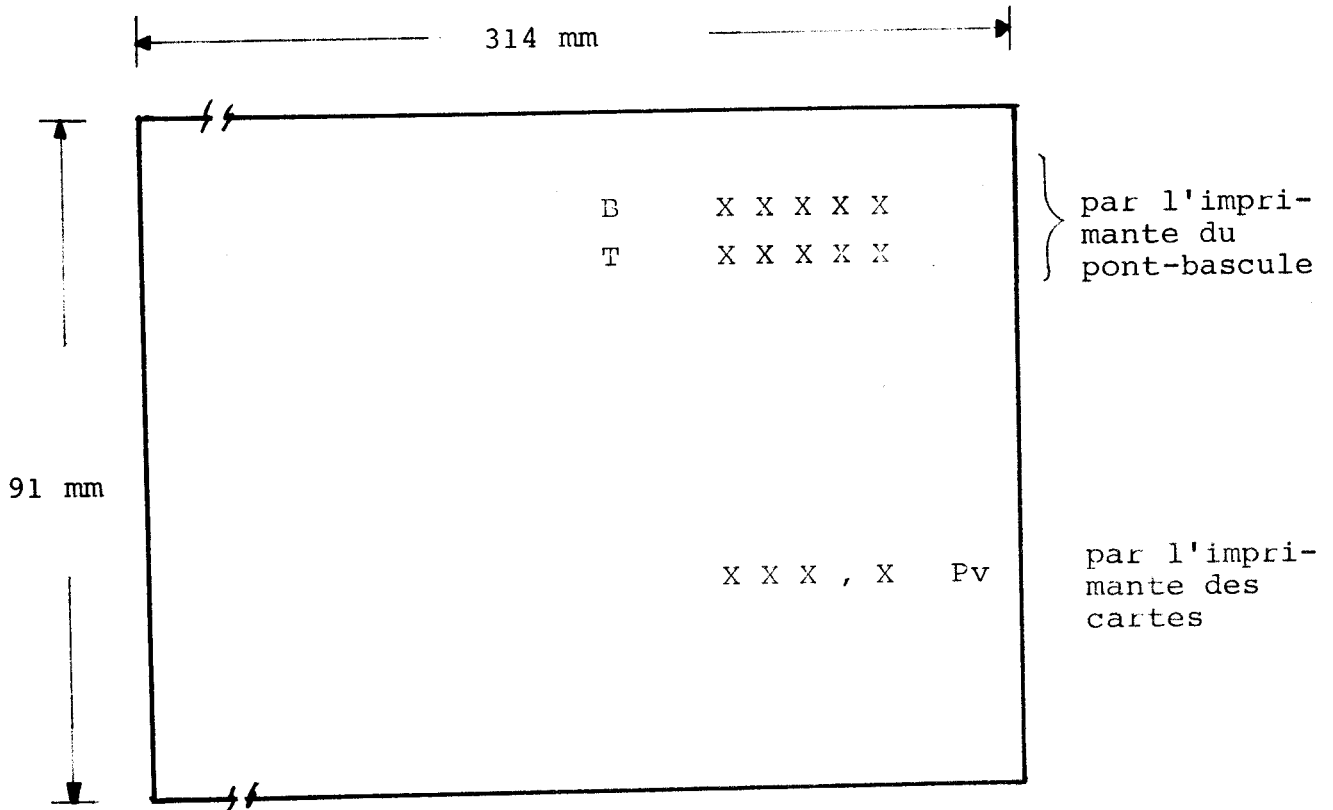


Figure 2.4 l'état d'une carte à la fin du premier cycle

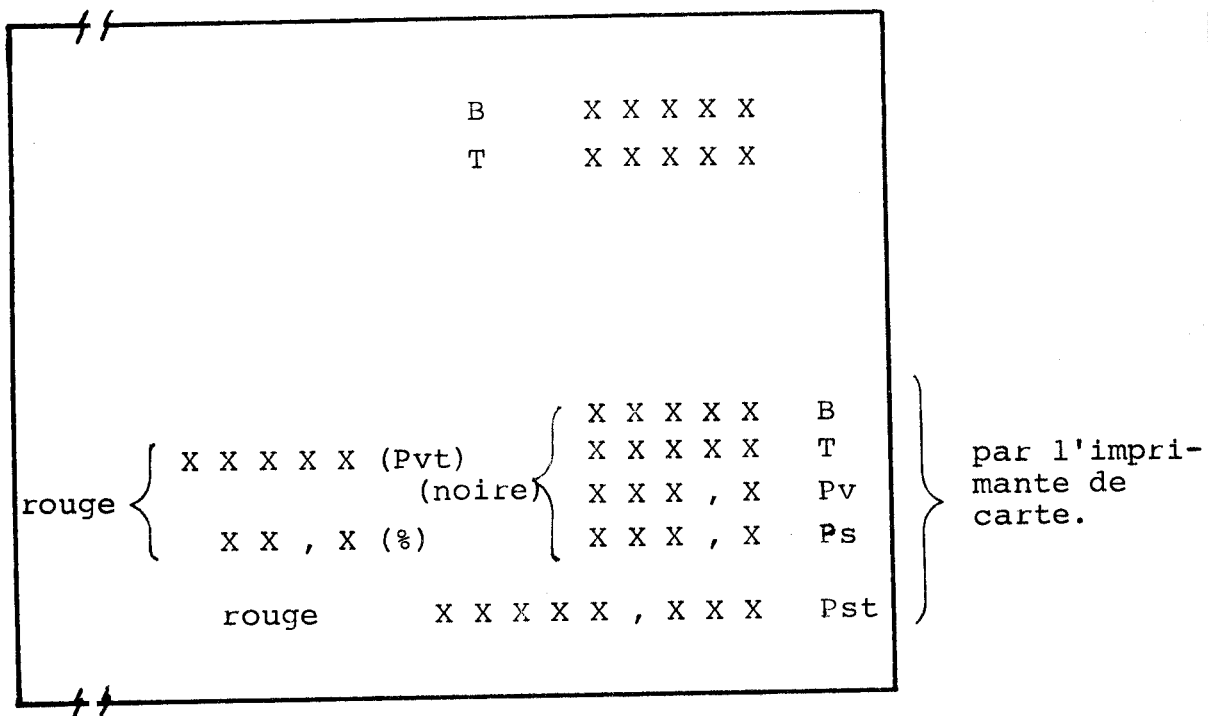


Figure 2.5 L'état d'une carte à la fin du second cycle



d'impression des résultats sont :

- impression de caractères numériques et de virgules,
- impression à l'encre noire et à l'encre rouge,
- maintien de la carte dans l'imprimante,
- commande des emplacements d'impression.

2.32 Choix et caractéristiques de l'imprimante

Parmi l'ensemble des imprimantes existantes sur le marché, il nous faut éliminer celles qui utilisent leur propre type de papier ou de cartes. De plus, parmi les matériels n'imposant que les dimensions externes des cartes nous devons éliminer ceux possédant des caractères alpha-numériques, inutiles quant au problème étudié et onéreux.

Notre choix s'est donc naturellement orienté vers les imprimantes ne possédant que des caractères numériques et quelques symboles. Nous avons retenu l'imprimante CP 101 B en raison du prix relativement bas et de ses caractéristiques que nous allons maintenant présenter.

Cette imprimante est capable d'imprimer sur dix sept colonnes. Les caractères sont au nombre de seize ; dix caractères numériques (0 à 9) et six symboles tels que * , : etc...

L'espace entre deux colonnes consécutives est de $3,5 \pm 0,1$ mm, l'espace entre deux lignes est de $4,2 \pm 0,1$ mm.

Les caractères sont réalisés sur un tambour d'impression qui, lorsque la machine est sous tension, est en rotation permanente. Chaque colonne possède son propre marteau d'impression. La consommation d'électricité est basse car le marteau de frappe est entraîné par la rotation du moteur.

La vitesse du moteur est de 3300 T/mn, 1 tour par 18 msec sans charge, et celle du tambour de caractère est de $18 \times 16 = 288$ m.sec

L'imprimante contient trois parties principales :

- a) L'ensemble, moteur-roue à cliquet et le tambour d'impression de caractères. Voir figure (1) annexe imprimante.

b) L'ensemble des plongeurs, alimentation en papier (paper feeding) alimentation en ruban (ribbon feeding), plongeurs d'introduction de la carte (card set plunger), détecteur de carte et détecteur de tenue de carte (card holding detector). Voir figure (2) annexe imprimante.

c) L'ensemble de détection de la position du caractère sous le marteau de frappe et la fabrication de T_p , T_l et R . Voir figure (3) T et R annexe imprimante.

2.33 Les caractéristiques des sorties et des commandes électriques de l'imprimante CP

Ici nous allons présenter les spécifications des sorties et des commandes électriques de l'imprimante en détail. Les autres spécifications sont présentées dans l'annexe de l'imprimante.

a) Les signaux de cadence T_p , T_l et R :

On obtient au niveau des têtes de détection T et R les signaux T_p et T_l correspondants à 16 positions d'impression et le signal de remise à zéro R (Reset) à chaque tour du tambour des caractères. Voir figure (2.6) figure (2.7) et figure (3 annexe imprimante). T_{pn} signifie la présence du caractère n sous le marteau n et T_{ln} l'absence du caractère n. Le signal R coïncide avec T_{l15} . La durée des impulsions T_{pn} et T_{ln} est de 0,15 à 0,3 msec et R est compris entre 1,5 et 3 msec. La table de la période des signaux T_{pn} et T_{ln} est comme suit :

Période	Typique
T_{pn} à T_{ln}	12,2 m sec
T_{ln-1} à T_{pn}	5,7 m sec
T_{pn-1} à T_{pn}	18 m sec.

b) Signaux de commande :

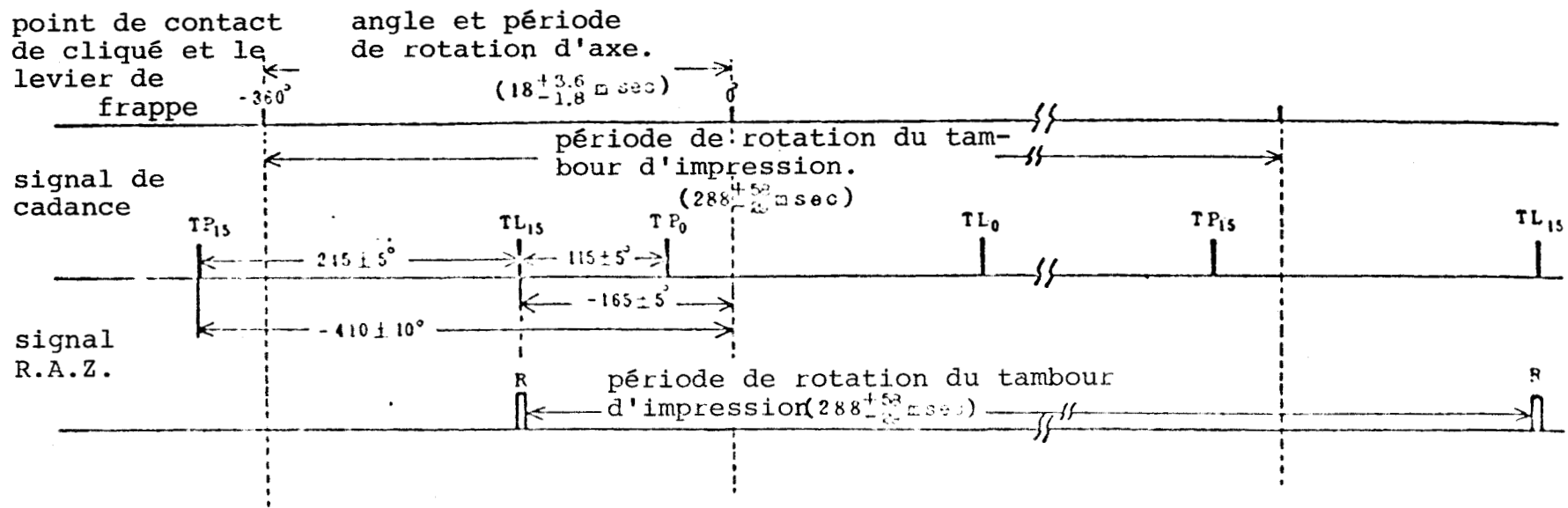
Sur la figure (2.7) on voit que chaque ordre à les caractéristiques suivantes :

1) Ordre d'alimentation du papier (avance papier):

a) durée d'impulsion, 36 msec,

b) temps de réponse, 54 msec,

c) courant d'excitation 2.3 A pour 17 v \pm 2v.



NOTE : si le signal de conduite du marteau (W) a une durée de plus que 9 msec., il doit apparaître après le signal Tpn et disparaître exactement avec le signal Tln.

Figure 2.6 Diagramme de signaux de cadance T et R.



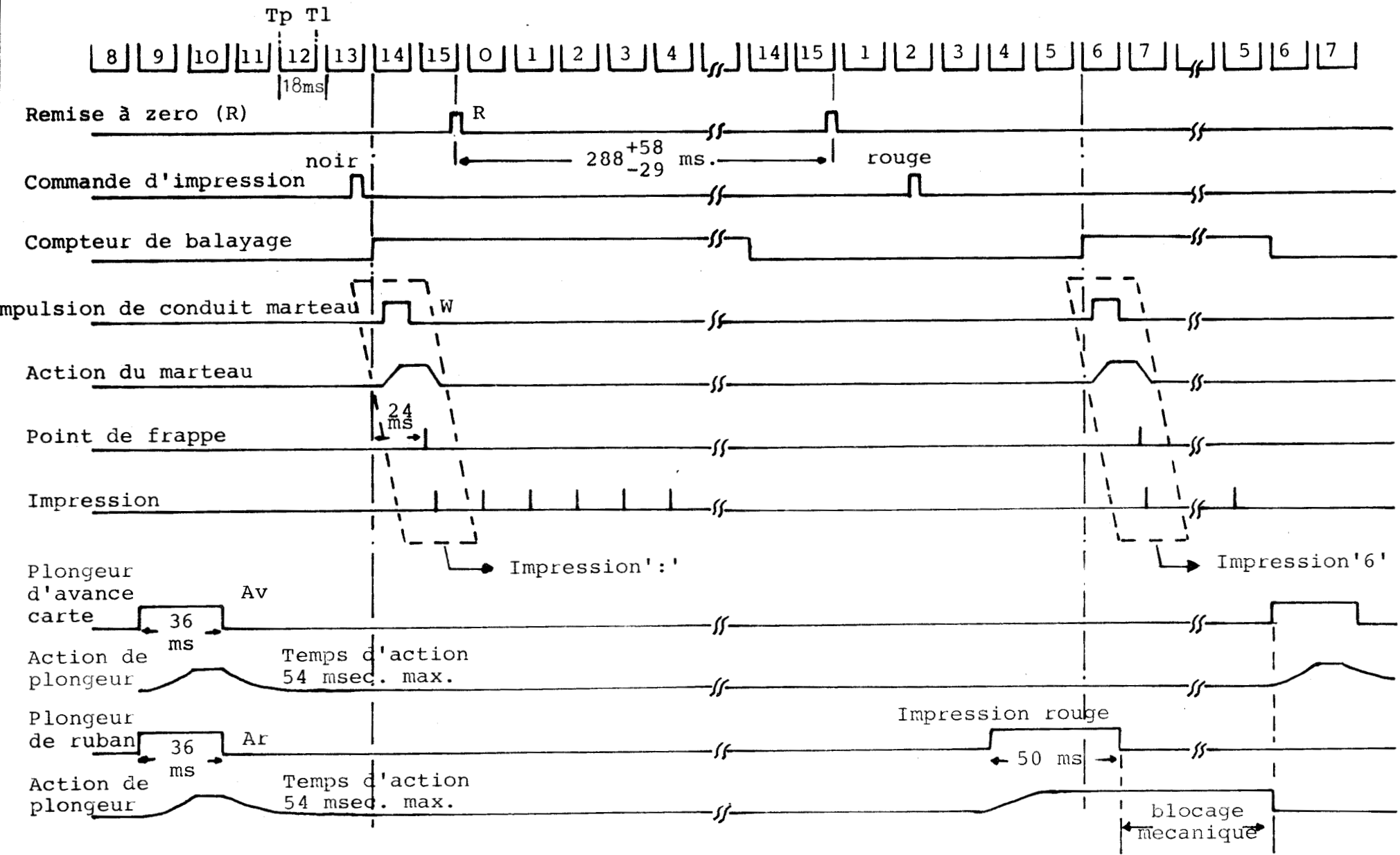


Figure 2.7 diagramme du temps d'action mecanique

2) Ordre d'alimentation du ruban (changement de couleur) :

- a) durée d'impulsion, 36 msec ou 50 msec,
- b) temps de réponse, 54 msec,
- c) courant d'excitation 1.9 A pour $17 \pm 2v$.

La coïncidence des commandes 1 et 2 pendant 36 msec entraîne la rotation des deux rouleaux de ruban ; le papier est alimenté mais le ruban reste en couleur noire. Si la commande 2 est présente seule pendant 50 msec, la couleur du ruban change du noir au rouge et reste bloquée mécaniquement jusqu'à une autre commande 1.

3) Commande d'introduction de la carte : (Ai)

- a) durée d'impulsion, 36 m.sec,
- b) temps de réponse, 54 m.sec,
- c) courant d'excitation, 2,3A. pour $17 v \pm 5v$,
- d) courant de maintiens, 400 mA à 500 mA.

3.1) La fermeture de l'interrupteur de détection de maintien de la carte et la présence de la commande 3 entraîne l'action des plongeurs correspondants. Dans cet état et en utilisant cet interrupteur un courant de maintien (400 - 500 mA) est suffisant pour garder établie la commande 3. Les deux têtes qui maintiennent la carte se retirent vers l'extérieur pour permettre l'introduction d'une nouvelle carte.

3.2) Les deux interrupteurs de détection de carte sont reliés en série, l'un à l'extrême droite et l'autre à l'extrême gauche de l'imprimante. Ils se ferment quand la carte est bien placée dans l'imprimante. On exploite cette fermeture pour annuler la commande 3 et indiquer la présence d'une carte dans l'imprimante.

4) Commande de frappe T_r ou (W) :

- a) durée de l'impulsion min. 9 m.sec,
- b) temps de réponse, 24 m.sec,
- c) courant d'excitation de marteau, 125 mA $17v \pm 2v$.

Si la durée de T_r est plus que 9 m.sec, elle doit monter après T_{pn} et descendre exactement avec le signal T_{ln} .

5) Fonction et application :

L'utilisation des signaux Tpn, Tln, R et Tr peut être examiné dans l'exemple suivant :

Les caractères sont distribués sur 17 colonnes. Il y a 16 lignes, chaque ligne contient le même caractère répété 17 fois comme sur la figure (2.8). Les caractères sont : 0 - 9, +, -, ., ", ", :, et *. Chaque colonne a son propre marteau, c'est à dire il y a 17 marteaux.

Colonne →	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	ligne ↓
8421																		
0000	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	1
0001	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2
0010	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	3
0011	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	3	4
0100	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	5
0101	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	6
0110	6	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6	6	6	7
0111	7	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	7	7	8
1000	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8	8	8	9
1001	9	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	9	9	10
1010	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	11
1011	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	12
1100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
1101	,	,	,	,	-	-	-	-	-	-	-	-	-	,	,	,	,	14
1110	:	:	:	:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	:	:	:	:	15
1111	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	*	*	*	16

Figure (2.8) Distribution des caractères sur le tambour.

Si les signaux Tpn et Tln sont utilisés comme horloge d'un compteur binaire et R avec Tl15 comme remise à zéro, l'état de compteur représente un caractère qui est sous le marteau de frappe. Ce compteur est toujours en état de comptage, car le tambour est toujours en état de rotation.

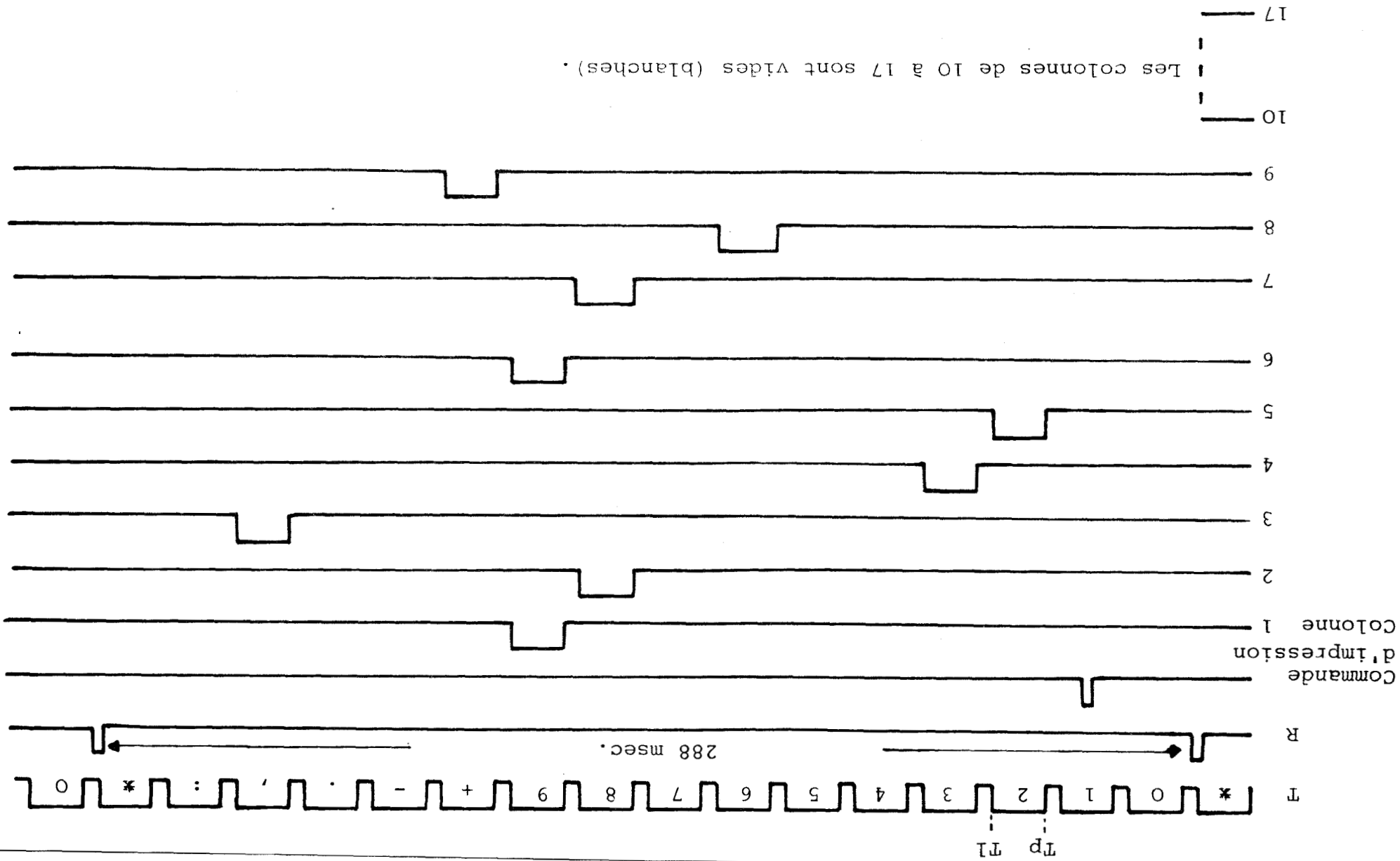
Si les données sont distribuées sur la colonne correspondante par exemple :

vide + 6 8 9 2 3 , 8 9
 17 ... 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 ← colonne



Figure 2.9 Diagramme d'impression (+ 68923,89) sur les colonnes correspondantes.

II.15



Les colonnes de 10 à 17 sont vides (blanches).

17
10

et si le signal de commande de frappe est présent quand le caractère qui est sous la position de frappe est (2) (état de compteur 0010) il y aura une coïncidence entre l'état de compteur et la donnée sur la colonne (5). C'est à dire que le premier caractère qui sera frappé est le (2) suivi par 3,6,(8, un sur colonne 2 et un sur colonne 7) , (9, un sur colonne 1 et un sur colonne 6), +, '9', chacun dans la colonne correspondante. Voir figure (2.9).

2.4 Conclusion

Le choix de la balance électronique et de l'imprimante comme éléments principaux respectivement d'entrée et de sortie de la chaîne de pesage semi-automatique nous donne la base nécessaire pour le choix de l'unité de calcul et de contrôle.

Dans le chapitre suivant nous allons présenter les séquences des opérations d'une chaîne semi-automatique, puis nous déterminons une unité de calcul pour les réaliser.

CHAPITRE III

LE CHOIX DE L'UNITE DE CALCUL DE LA CHAINE SEMI-AUTOMATIQUE

3.1 Introduction

Au cours du chapitre précédent nous avons présenté certains éléments de la chaîne de pesage semi-automatique : la balance des échantillons de produit vert et l'imprimante des cartes.

La balance est l'organe générateur des informations suivantes : poids vert (Pv) et poids sec (Ps) de chaque échantillon. L'information Pv doit être utilisée différemment par l'unité de contrôle et de calcul selon le cycle de l'opération de pesage.

Les autres informations : B, T, Pc sont introduites à partir d'un clavier de données associées avec les commandes correspondantes.

Dans ce chapitre, nous présentons les opérations fonctionnelles de l'unité de contrôle et de calcul correspondant à la chaîne semi-automatique, puis les différents moyens de réalisation de ces fonctions.

3.2 Opérations et fonctionnement de la chaîne semi-automatique

Au chapitre I, paragraphe 1.3, nous avons proposé une chaîne de pesage semi-automatique dont le fonctionnement est décomposé en deux cycles principaux. Dans ce paragraphe nous détaillons les états de chacun de ces cycles en vue de préparer les étapes nécessaires à la conception de l'unité de contrôle et de calcul.

3.21 Le cycle "Chauffeur"

A la fin de ce cycle la valeur du poids vert (Pv) d'un échantillon doit être imprimé sur une carte servant à identifier le panier qui va partir à l'étuve.

La figure (3.1) présente l'ensemble des opérations réalisées à l'intérieur du cycle "Chauffeur".

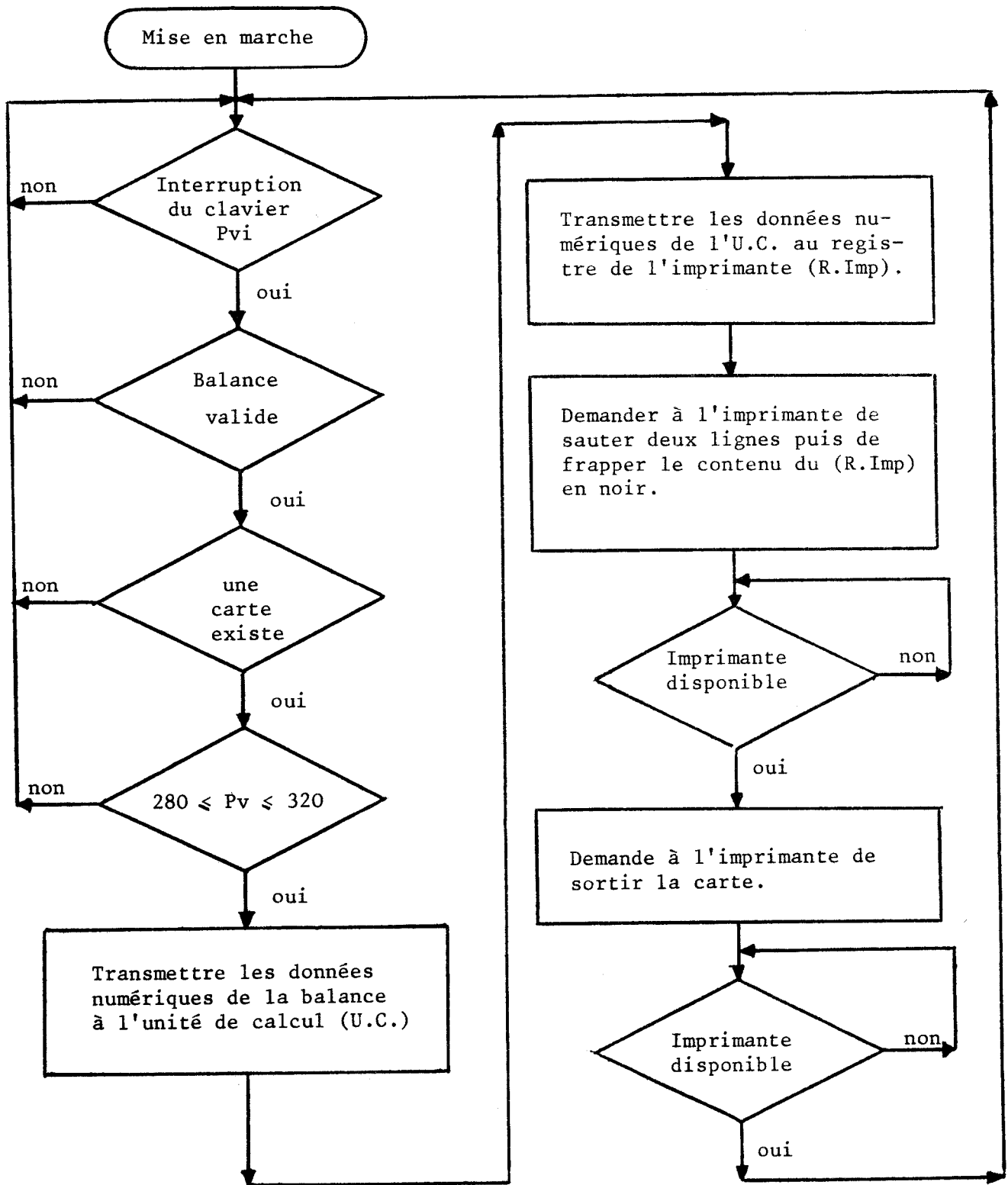


Figure (3.1) Les séquences du cycle chauffeur.



Rappelons que chaque panier est taré à 700 g et que la balance utilisée mémorise cette tare, (cf. Annexe Balance). De plus avant le commencement du cycle "Chauffeur", la carte d'identification correspondante comporte déjà les valeurs des poids brut B et de la tare T du camion, ces deux valeurs étant imprimées par le mécanisme du pont-basculé.

3.22 Le cycle de l'Opérateur

Ce cycle commence quand l'opérateur sort l'échantillon de l'étuve et le met sur le plateau de la balance de l'échantillon.

La séquence des opérations de ce cycle est donnée sur la figure (3.2).

A la fin de ce cycle la carte contient :

- | | | |
|--|------------|---------------|
| 1) la valeur de B | (en noir) | 1ère ligne, |
| 2) la valeur de T | (en noir) | } 2ème ligne, |
| 3) la valeur de P _{vt} | (en rouge) | |
| 4) la valeur de P _v | (en noir) | 3ème ligne, |
| 5) la valeur de P _s | (en noir) | } 4ème ligne, |
| 6) la valeur de $\frac{P_s}{P_v} \times 100$ | (en rouge) | |
| 7) la valeur de P _{st} | (en rouge) | 6ème ligne. |

La séquence de commande externe doit être dans l'ordre suivant :

(Cn, Bi, Cn, Ti, Cn, Pci, Psi)

où Cn est le clavier numérique, (Bi, Ti, Pci et Psi) sont les claviers de commande externe.

3.23 Les opérations arithmétiques de l'unité de calcul

D'après la description de la chaîne de pesage semi-automatique, l'unité de calcul doit réaliser trois opérations arithmétiques :

- soustraction : $B - T = P_{vt}$,
- division : $\frac{P_s}{P_v} \times 100 = (\%)$,
- multiplication : $P_{vt} \times (\%) = P_{st}$.

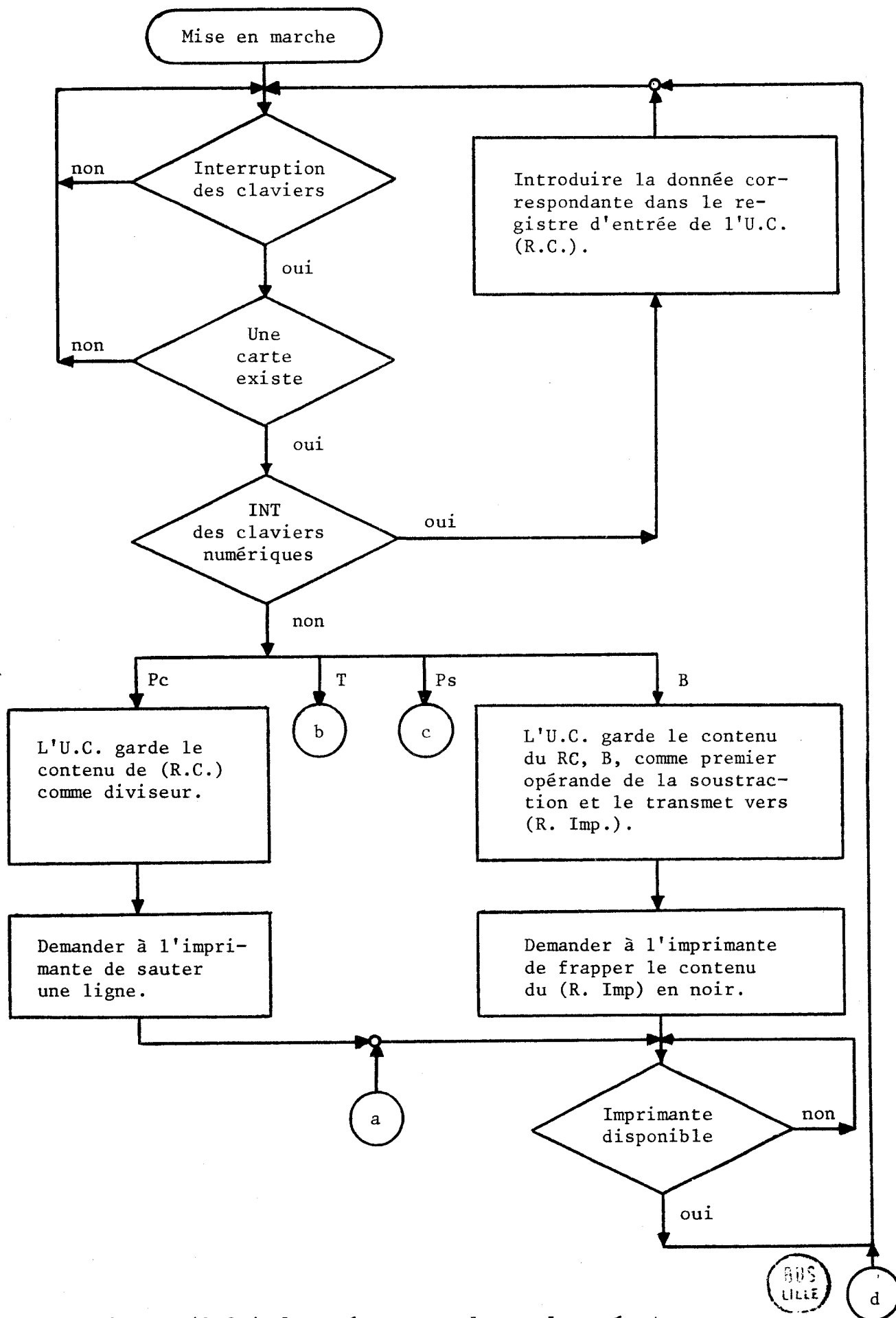


Figure (3.2.) les séquences du cycle opérateur

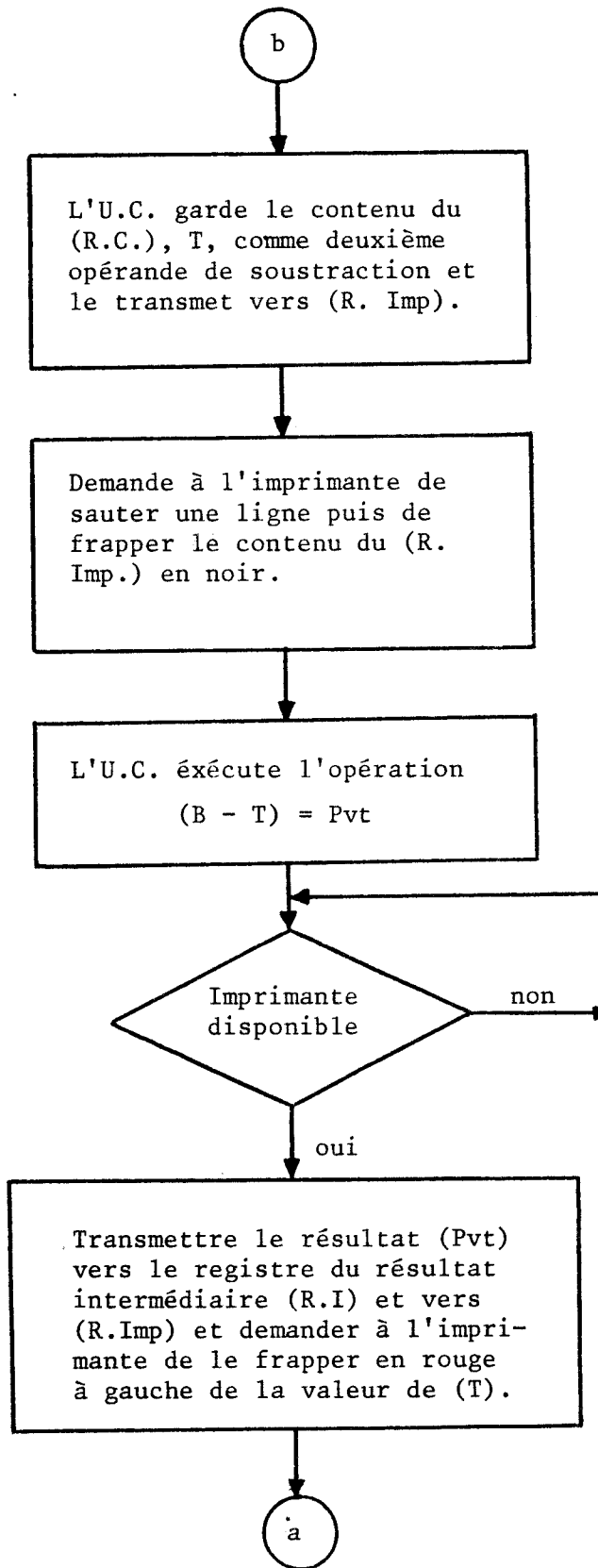


Figure (3.2) Suite 1



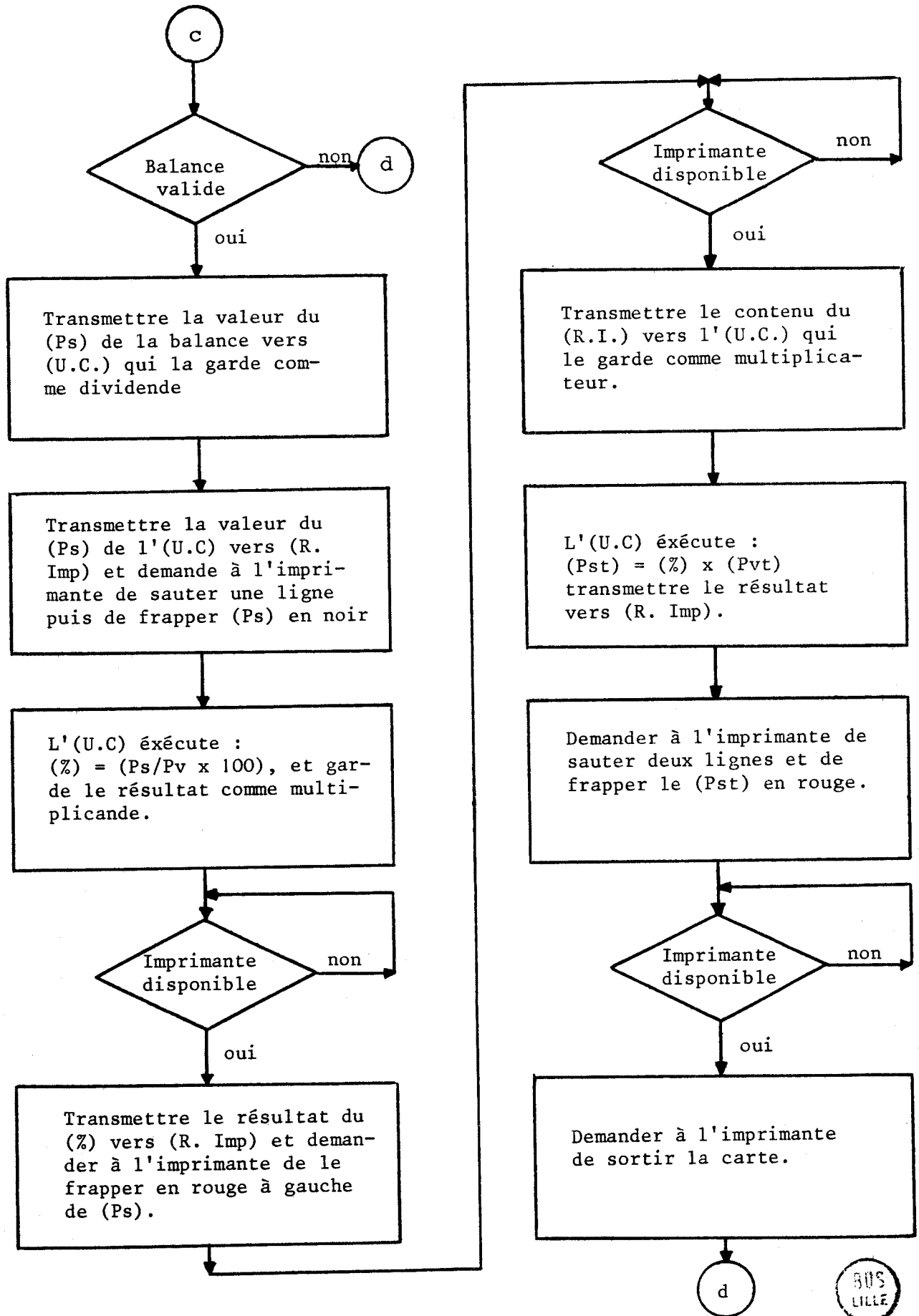


Figure (3.2) suite 2

BUS LILLE

La figure (3.3) indique les différents états de l'unité de calcul ainsi que les commandes nécessaires pour passer d'un état à l'autre.

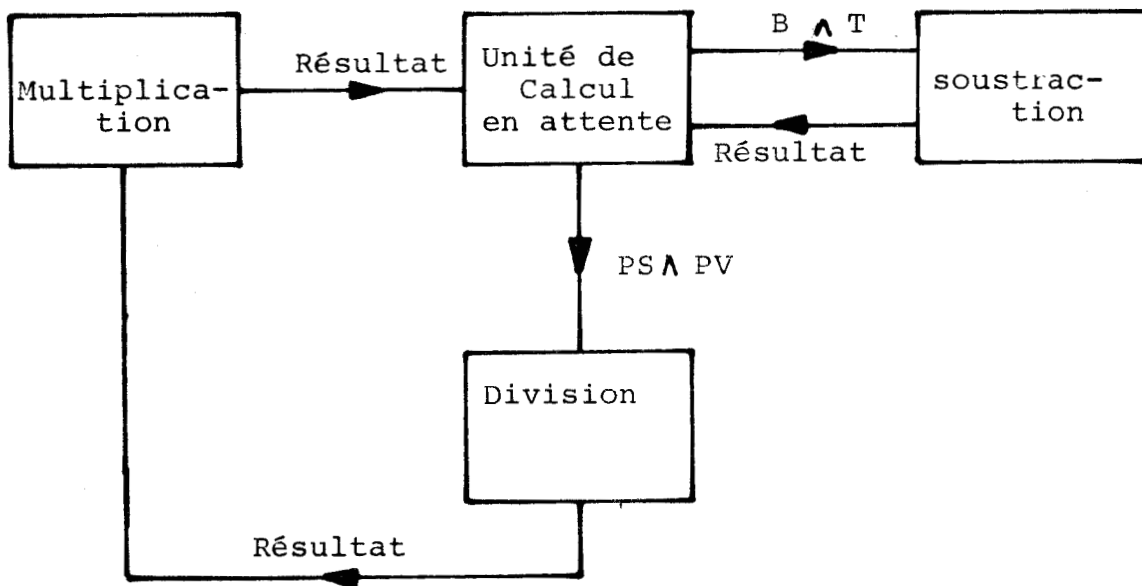


Figure 3.3

La structure de l'unité de calcul réalisant les opérations arithmétiques précédentes est fonction d'un certain nombre de facteurs qui sont :

- le code et le nombre maximum de digits utilisés pour les opérands.
- Le code et le nombre maximum de digits des résultats de traitement.
- De la vitesse d'exécution des opérations.

L'analyse détaillée de ces facteurs est faite au paragraphe (3.3).

3.24 Les opérations générales remplies par l'unité de contrôle

Les principales opérations remplies par l'unité de contrôle sont aisément déduites à l'analyse des cycles "Chauffeur" et "Opérateur".

- i) Transmission et identification de données de l'unité d'entrée à l'unité de calcul.
- ii) Transmission et identification de données ou de résultats de traitement de l'unité de calcul à l'unité de sortie.
- iii) Définir l'opération à exécuter par l'unité de calcul.

L'ensemble de ces trois opérations sera défini de manière plus précise lorsque nous aurons arrêté le choix de l'unité de contrôle et de calcul.

3.3 Les facteurs dominant les opérations fonctionnelles de l'unité de calcul.

Nous avons mentionné (paragraphe 3.23) qu'un certain nombre de facteurs interviennent dans la réalisation de l'unité de calcul. Ceux-ci peuvent être groupés en deux catégories. La première est relative au code et au nombre maximal de digits utilisés pour représenter l'information allant vers l'unité de calcul. La seconde concerne le code, la précision des résultats des opérations arithmétiques ainsi que les temps d'exécution nécessaires.

3.31 L'information d'entrée : code et "format"

La figure (3.4) schématise les flux de données devant circuler de et vers l'unité de calcul.

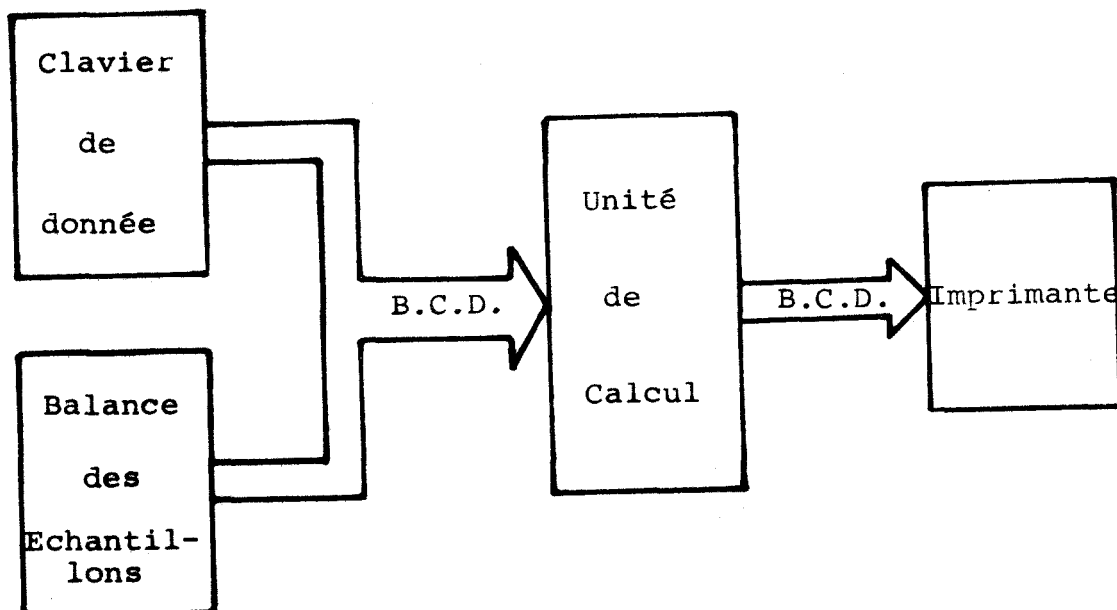


Figure 3.4

La balance fournit des données codées en B.C.D. (décimal codé binaire) sous la forme de cinq digits BCD parallèles. Compte tenu du fait que la masse de l'échantillon de produit vert (Pv) est toujours comprise entre 280 g et 320 g, le digit BCD de poids fort est ignoré par le système.

Afin que les données introduites au clavier soient compatibles avec celles de la balance, celui-ci est muni d'un codeur BCD. Les valeurs du poids brut (B), de la Tare (T), et de (Pc) sont codées sous la forme de cinq digits BCD parallèles.

3.32 Code, précision et temps d'exécution

Le résultat d'une opération de soustraction sera présenté sous la forme de cinq digits BCD si l'unité de calcul exécute des opérations arithmétiques décimales. Ce résultat exprime le poids vert total d'un camion :

$$Pvt = B - T = XXXXX.$$

La précision demandée sur l'opération de division est de trois chiffres :

$$\frac{Ps}{Pv} = \phi, XXX \quad \text{ou} \quad \frac{Ps}{Pv} \times 100 = XX,X.$$

L'opération de multiplication :

$$Pvt \times \frac{Ps}{Pv},$$

dont le résultat exprime la valeur du poids de matière sèche d'un camion doit utiliser huit digits BCD.

Afin d'éviter une conversion, il convient que le code utilisé pour exprimer les différents résultats soit le code BCD utilisé par l'imprimante.

Le temps d'exécution nécessaire aux différentes opérations arithmétiques est gouverné par l'action extérieure des signaux de commande générés par un opérateur ainsi que par le temps de réponse de l'imprimante. Le temps d'exécution des opérations arithmétiques alloué à l'unité de calcul sera exprimé en millisecondes car le temps mis par l'imprimante pour frapper une ligne de caractères est de 380 ms.

3.4 Les différents moyens de réalisation de l'unité de calcul

Le paragraphe précédent a montré que les opérandes et les résultats des opérations arithmétiques exécutées par l'unité de calcul doivent être codées en BCD. De plus l'unité de calcul doit posséder des caractéristiques fonctionnelles compatibles avec la représentation des données et les précisions demandées pour exprimer les résultats.

Dans ce paragraphe, nous allons présenter trois solutions technologiques de réalisation de l'unité de calcul :

- a) unité de calcul arithmétique câblée,
- b) micro-processeur comme unité de calcul arithmétique,
- c) processeur arithmétique.

3.41 Unité de calcul arithmétique câblée

Nous nous limiterons à une description sommaire de cette solution car le développement technologique des circuits intégrés à haute intégration a limité le champ d'application de ce type d'unité de calcul à des systèmes de très hautes performances pour des applications particulières.

3.41.1 Unité Arithmétique Logique-binaire

Cette solution nécessite trois éléments principaux :

- a) une unité arithmétique logique binaire,
- b) un registre d'accumulation et un registre de décalage,
- c) un circuit de contrôle.

En plus de ces éléments de base, il est nécessaire de leur associer un convertisseur BCD binaire pur en entrée et un convertisseur binaire pur BCD en sortie. Remarquons que ce dernier peut être remplacé par une correction systématique des résultats fournis par l'unité arithmétique (1, 2).

3.41.2 Multiplication binaire par Mémoire Morte

On peut utiliser deux mémoires mortes en technologie

TTL chargées d'effectuer la multiplication de deux nombres binaires de quatre bits chacun. Pour la multiplication de deux nombres de plus de quatre bits, il est possible d'utiliser les deux mémoires mortes précédentes couplées à un additionneur en arbre ou de Wallace (3, 4). Dans ce cas il est nécessaire de convertir les données de BCD en binaire, et le résultat de binaire en BCD. Ou on utilise un multiplicateur BCD ROMS, (12), (13) et (14).

L'opération de division peut être effectuée à l'aide de deux mémoires mortes de multiplication, en leur associant des comparateurs et des compteurs réversibles. Le principe général de cette opération consiste à multiplier le diviseur par un quotient et à comparer le résultat de cette opération avec le dividende. Le résultat de cette comparaison conduisant à l'incréméntation ou à la décrémentation du quotient.

3.41.3 Utilisation d'un multiplicateur de fréquence décimal (3) (5).

Le multiplicateur de fréquence décimal peut traiter l'information en BCD directement mais chaque opération arithmétique a ses propres éléments. A partir de M.F.D. on peut réaliser les opérations de multiplication, de division et de soustraction décimales à l'aide de compteurs réversibles (compteur/décompteur). Ce type d'unité est compatible pour une seule opération arithmétique et pour une capacité de mots limitée.

3.4.2 Utilisation d'un microprocesseur (7), (8), (14), (15)

Ces dernières années, grâce au progrès réalisé en technologie MOS à haut degré d'intégration, sont apparus des boîtiers regroupant la quasi totalité des circuits nécessaires à la réalisation de petite unité centrale ou microprocesseur. Dès lors, il devenait possible de bâtir des micro-ordinateurs en groupant, selon les besoins, un certain nombre de boîtiers (fig. 3.5)

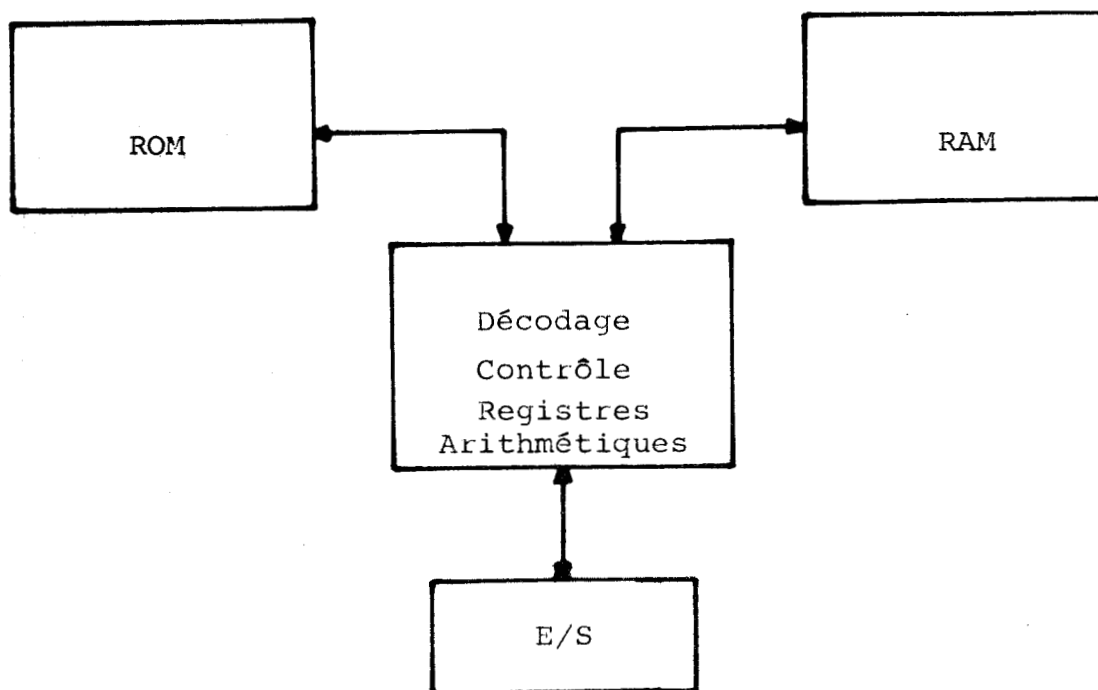


Figure 3.5

La quantité et la nature des circuits inclus dans un seul boîtier sont variés, mais de manière typique on retrouve souvent les éléments suivants : une mémoire de programme, une mémoire des données, des éléments d'entrée-sortie, une horloge.

Le boîtier microprocesseur inclue les éléments suivants :

- un décodeur de micro-instruction associé à un contrôleur,
- des registres,
- une unité arithmétique et logique.

Les différents microprocesseurs actuels peuvent être classés en trois catégories suivant :

- a) la technologie de fabrication : PMOS, NMOS, CMOS, TTL/S, I²L, qui gouverne les performances de rapidité des processeurs.
- b) La présence d'une mémoire morte, contenant les micro-instructions, intégrée au boîtier (exemple : les microprocesseurs 4004, 8008, 8080 de Intel ou le PPS de Rockwell).
- c) La mémoire morte contenant les microinstructions peut être extérieure au boîtier microprocesseur.

Dans ce cas l'utilisateur a la possibilité d'adapter cette mémoire à son problème particulier (G PC/P, AMI7300).

- d) La présence d'une mémoire vive, associée à une mémoire morte contenant les micro-instructions d'une part et à un dispositif d'entrée sortie d'autre part constitue un micro-ordinateur dans un seul boîtier. (exemple : TMS 1000).

Remarquons qu'à l'intérieur de ces catégories, il est également possible de faire intervenir la longueur du mot utilisé (2, 4, 8 ou 16 bits), le fait que le système puisse être constitué par la juxtaposition de plusieurs microprocesseurs.

Le choix à réaliser à l'intérieur de ces possibilités pour résoudre un problème particulier est guidé par les facteurs traditionnels (8) : performance (temps de cycle), système micro-programmable ou non, nombre de boîtiers nécessaires, temps de développement, le type et la capacité des entrées-sorties, le temps de réponse à un événement extérieur, les possibilités d'interruption etc...

Les microprocesseurs sont utilisés dans des domaines industriels variés soit dans des systèmes complets (micro-ordinateur) soit comme contrôleurs dans le cas des Automates (9).

Pour l'application à la chaîne de pesage semi-automatique, le choix d'un microprocesseur nécessite :

- a) un sous-programme de multiplication en code BCD (sous forme d'une mémoire morte),
- b) un sous-programme de division en code BCD (sous forme d'une mémoire morte),
- c) un programme de gestion des différentes tâches activées à partir du clavier de commande extérieur.

Le microprocesseur sera donc essentiellement utilisé comme une unité de calcul arithmétique (fig. 3.6).

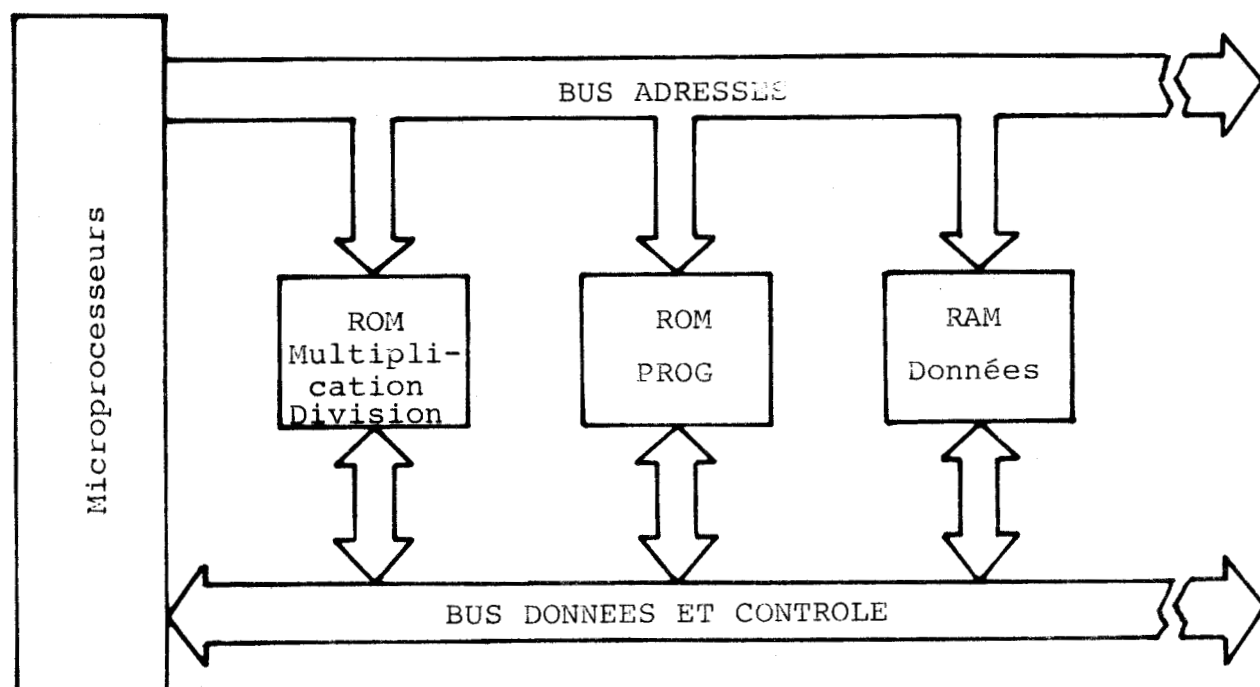


Figure 3.6

3.4.3 Processeur Arithmétique (P.A) (10)

Le processeur arithmétique est une réalisation particulière du système de la figure (3.6) en un seul boîtier. Cependant la partie processeur est limitée à l'exécution des opérations arithmétiques comme le montre la figure (3.7). Le processeur arithmétique inclue les éléments suivants :

- une unité arithmétique décimale,
- un programme de contrôle réalisé à partir d'une aire de logique programmable (PLA),
- une mémoire morte contenant les programmes,
- un cadenceur (PLA),
- un programme de sortie.

Les opérations arithmétiques sont réalisées à partir d'instructions et de données provenant de l'extérieur du boîtier.

Pour des données représentées sous la forme de 10 digits BCD le temps maximal d'exécution d'une multiplication est de 100 msec.

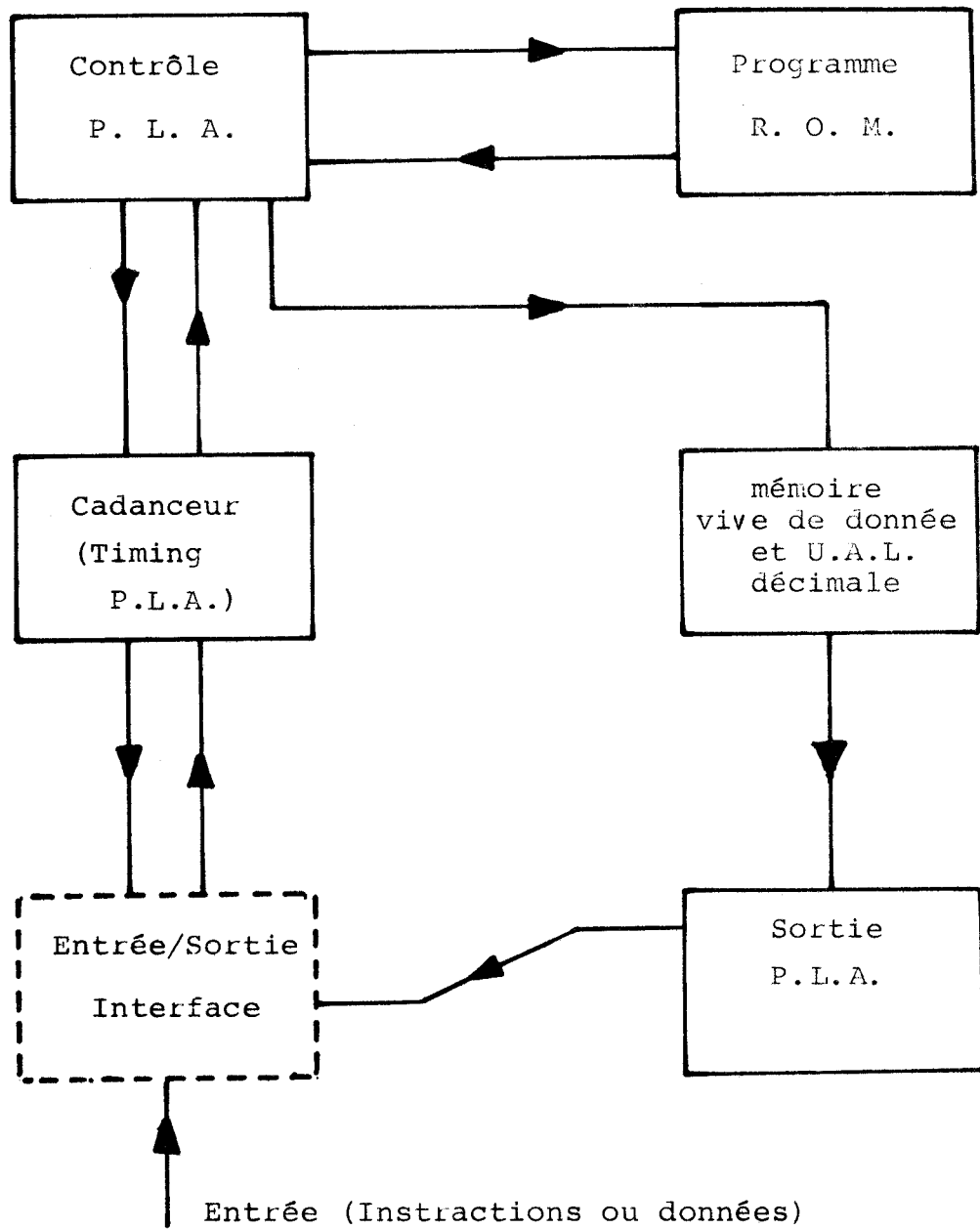


Figure 3.7 Organisation interne de P.A (TMS 0117)

3.5 Choix de l'unité de calcul arithmétique

Pour la réalisation de l'unité de contrôle et de calcul de la chaîne de pesage semi-automatique, nous n'avons pas retenu le microprocesseur, car à l'époque de conception de cette chaîne l'existence du processeur arithmétique nous a semblé suffisante.

En effet, le processeur arithmétique réalise simplement l'ensemble des opérations de calcul nécessaires à partir de trois instructions générées par un simple circuit de contrôle qui utilise les signaux de commande du clavier ainsi que les signaux d'état du processeur (cf. Chapitre IV).

Cependant, nous verrons par la suite (chapitre VI) les possibilités d'utiliser un microprocesseur comme unité de contrôle d'un processeur arithmétique dans une chaîne de pesage automatique.

CHAPITRE IV

REALISATION DE LA CHAINE DE PESAGE SEMI-AUTOMATIQUE

4.1 Introduction

Dans les deux chapitres précédents nous avons présenté les éléments d'acquisition, de traitement et de sortie de données de la chaîne semi-automatique.

Ce chapitre concerne la réalisation de la chaîne et plus particulièrement la synthèse de l'unité de contrôle et des différents interfaces. Rappelons que les caractéristiques de fonctionnement "extérieur" de l'ensemble font partie d'un cahier des charges établi par la Direction de la Coopérative de Déshydratation d'Arcis sur Aube.

Nous présentons d'abord les caractéristiques de fonctionnement du processeur arithmétique TMS0117 (Texas Instruments).

4.2 Caractéristiques de fonctionnement du processeur arithmétique TMS 0117.

Le processeur arithmétique TMS 0117 est l'organe de calcul retenu pour la réalisation de la chaîne Semi-automatique. (cf. Chap. III).

Nous nous limiterons ici à un exposé du fonctionnement extérieur du processeur, c'est à dire que nous le caractérisons du point de vue "entrée-sortie". Le fonctionnement interne est présenté par (Annexe - PA).

Le processeur arithmétique TMS 0117 est un boîtier réalisé en technologie MOS/LSI destiné à traiter des données numériques codées en BCD. Il exécute les opérations arithmétiques communes en moins de 100 millisecondes.

La figure (4.1) représente l'ensemble des entrées-sorties du processeur.

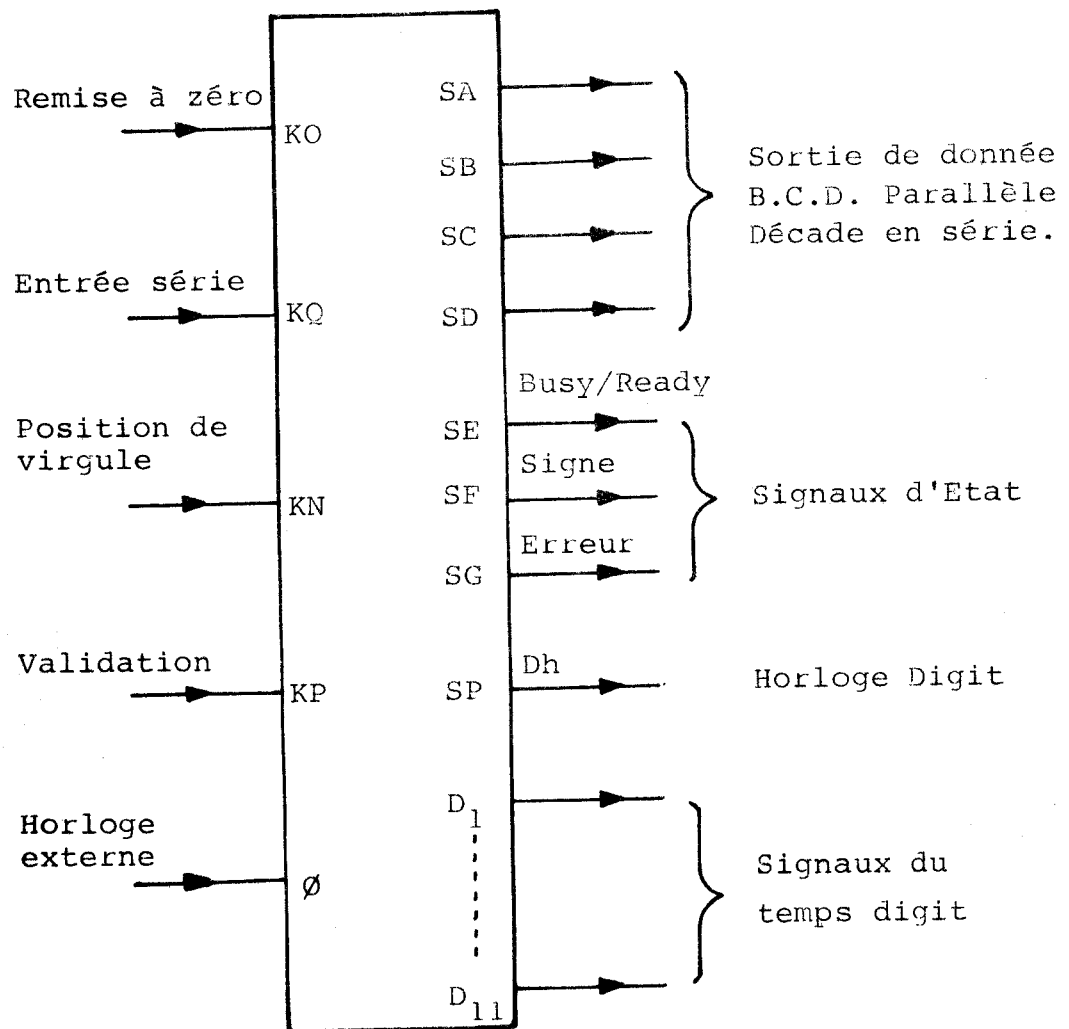


Figure 4.1 E/S du processeur arithmétique.

4.21 Les Entrées

a) horloge externe

Cette entrée sert à piloter trois horloges internes qui servent à définir un codage des états du processeur ainsi que des signaux de cadence pour les entrées.

b) Ligne d'entrée de données

Deux types d'entrées sont possibles : des données numériques, des commandes d'opérations.

Elles sont introduites sur la même ligne.

c) On dispose également de trois lignes d'entrée correspondant respectivement à un ordre général de validation, de remise à zéro, de position de virgule.

4.22 Les sorties

Les résultats des opérations sont présentés sur les sorties (SA, SB, SC, SD) sous la forme de quatre bits BCD parallèles, les décades étant présentées en série.

Chaque décade présentée est associée à un signal temps digit Dtn (n représentant le poids de la décade).

Les sorties SE, SF, SG représentent l'état du processeur.

4.23 Fonctionnement global

La synchronisation des opérations d'introduction de données et des contrôles est effectuée à l'aide de l'entrée de validation KP en conjonction avec la sortie d'état (BUSY/READY).

L'initialisation de l'introduction des données est réalisée par le positionnement de l'entrée KP. L'introduction effective de la donnée n'est possible que durant un état prêt (SE = 0) du processeur. Celui-ci ignore donc les entrées qui lui sont présentées lorsque le signal d'occupation est haut (SE = 1).

4.3 Architecture de l'Unité de calcul

L'architecture de l'unité de calcul fournit les bases nécessaires à la définition de l'architecture du système global.

La figure (4.2) présente le schéma bloc général de l'unité de calcul qui contient :

- le processeur arithmétique,
- un registre RC de données devant être introduites dans le processeur,
- un registre RI mémorisant les résultats intermédiaires,
- un multiplexeur EPA des données et des instructions.

Le registre RC est composé de six registres à décalage parallèles (4 bits) connectés en série (les quatre bits de sortie du registre RC_n sont reliés aux quatre bits d'entrée du registre RC_{n+1}).

Le registre RC_1 est utilisé pour mémoriser l'instruction à introduire dans le processeur.

Le registre RI est constitué de façon identique au registre RC. Il est utilisé pour mémoriser temporairement le résultat de la soustraction $Pvt = B - T$. Cette valeur étant transmise au processeur à partir d'un multiplexeur MUX.E et du registre RC lors de l'exécution de la multiplication.

4.31 Les entrées-sorties

Les sources de données sont triples :

- les claviers de commande externe et de données numériques,
- le multiplexeur de sortie de la balance (MUX.B),
- le contenu du registre RI pendant l'opération de multiplication.

Les signaux de sortie de l'unité de calcul sont identiques aux signaux de sortie du processeur arithmétique.

4.32 Les signaux de contrôle

L'ensemble des signaux de contrôle est séparé en deux parties :

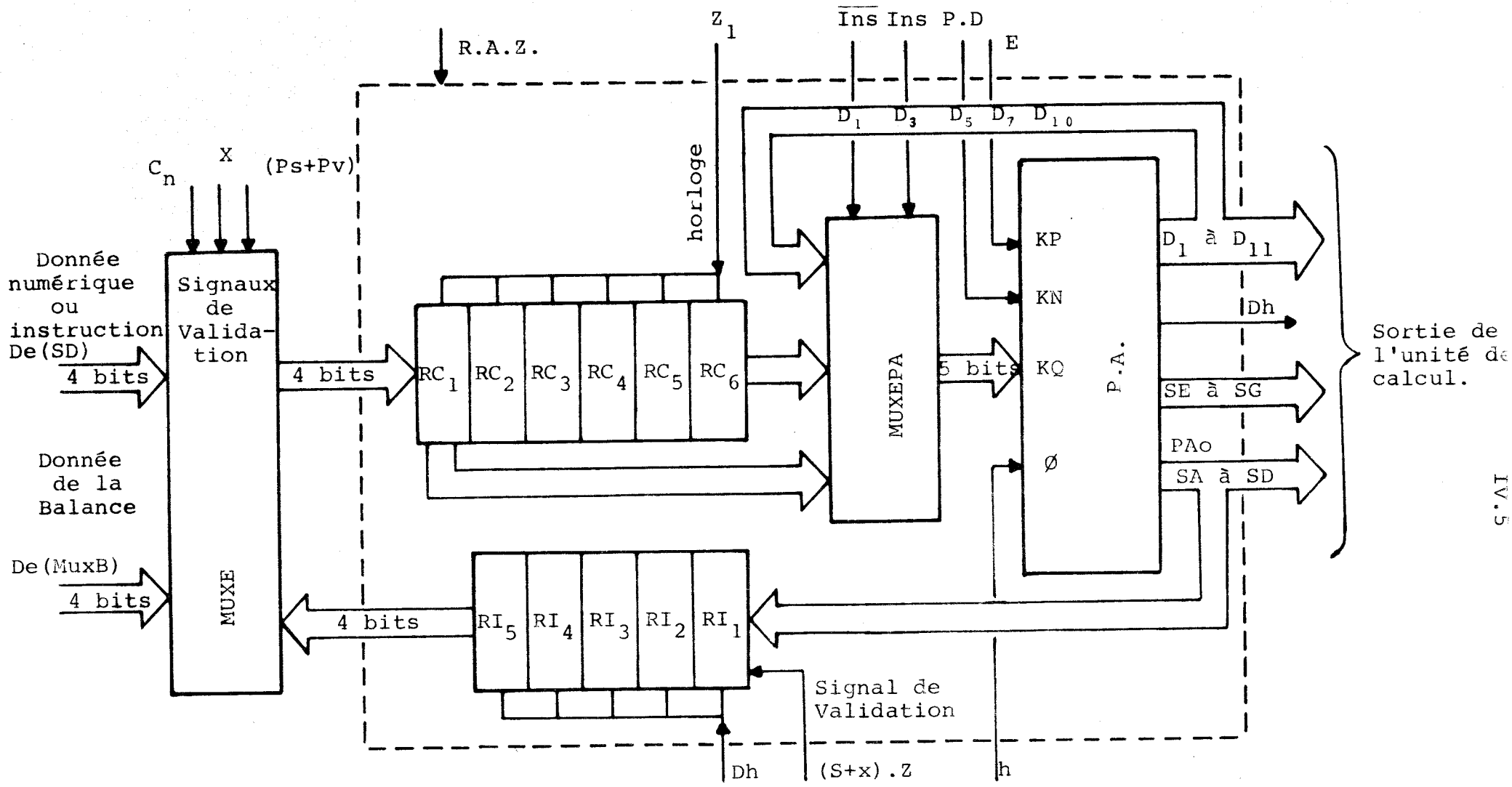


Figure 4.2 Unité de Calcul



a) Les signaux de contrôle du processeur

- le signal E de validation d'introduction de données numériques ou d'instruction,
- le signal Ins qui identifie le type de données: numérique ou d'instruction.
- Le signal PD qui sélectionne le poids décimal.

b) Les signaux de contrôle des registres RC et RI

- L'horloge de décalage du registre RC : Z_1 ,
- l'horloge de décalage du registre RI : Dh
- les signaux de validation d'introduction (S) ou d'extraction (X) dans et de RI,
- les signaux de remise à zéro des registres RC et RI.

La largeur du bus d'entrée de données est limité à quatre bits, l'introduction des données est réalisée décade par décade, la décade de poids fort étant placée en début du transfert.

4.4 Etude et réalisation de la chaîne semi-automatique

Ce paragraphe est consacré à l'étude de la chaîne de pesage semi-automatique décrite par ses séquences d'opérations au chapitre III.

La partie la plus importante du système est le bloc de commande. La réalisation de celui-ci nécessite la définition précise de la structure ou de l'architecture du système à commander. En effet, l'architecture fournit la possibilité de fixer, d'une part le nombre de signaux de commande ainsi que leur nature et d'autre part le flux des informations entre les différentes parties du système.

4.41 L'architecture de la chaîne semi-automatique

L'architecture de la chaîne est définie à partir de la structure de l'unité de calcul. En effet, celle-ci contient le processeur arithmétique qui génère les signaux d'états et de balayage qui participent à la réalisation de l'unité de contrôle et à ses tâches. Ainsi l'architecture de la chaîne de pesage doit être compatible avec l'unité de calcul.

Disponibilité
de l'imprimante (Dis.Imp)

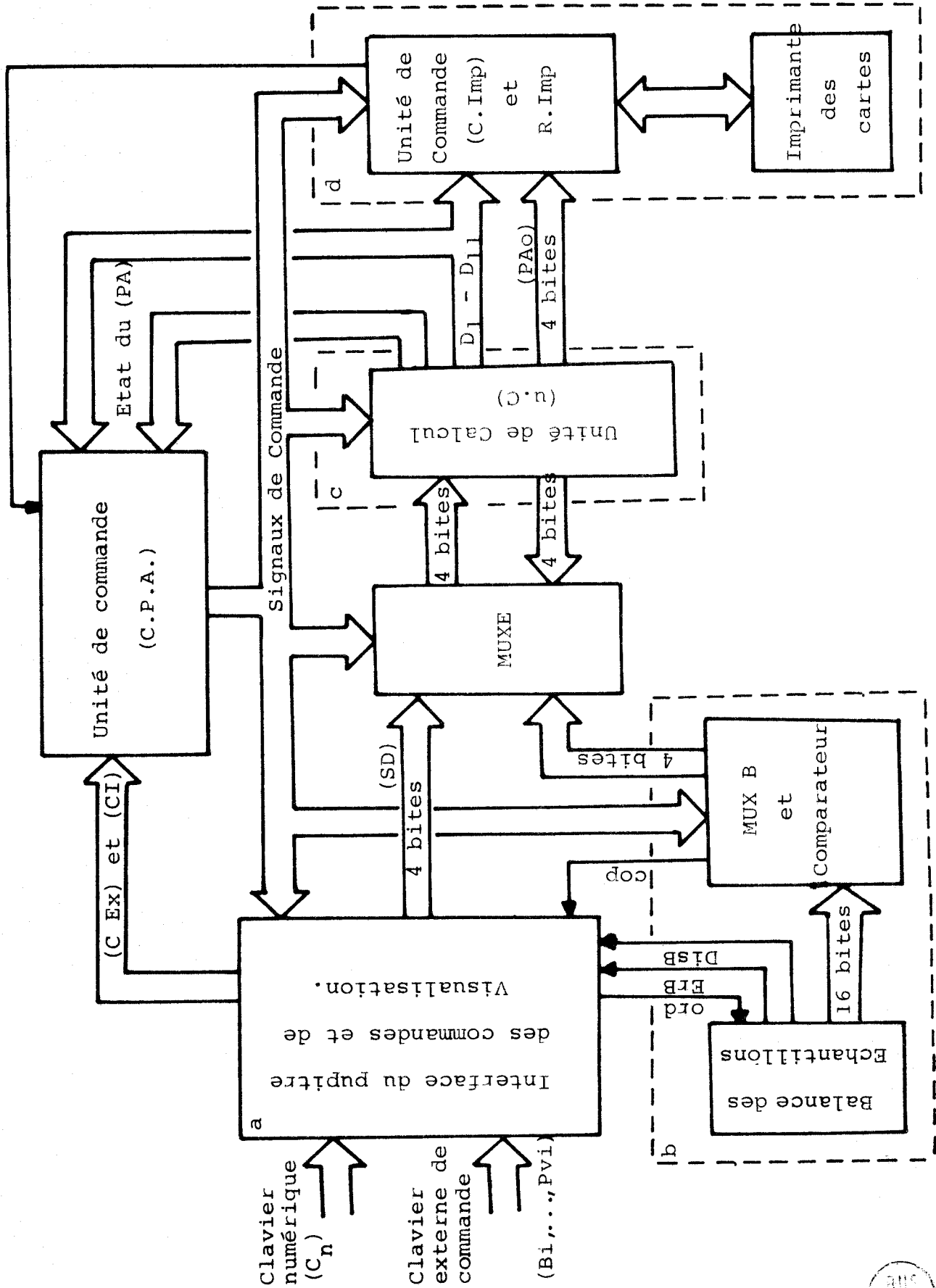


Figure 4.3 Architecture de la chaîne de pesage semi-automatique.



La figure (4.3) indique l'architecture de la chaîne de pesage semi-automatique. Cette chaîne est composée de quatre parties qui, mise à part l'unité de commande, sont chacune représentée par un sous ensemble : a, b, c et d.

- Sous ensemble a

Il constitue le moyen de communication entre le système et l'extérieur, et réciproquement. Il comprend le pupitre de commande et le tableau de visualisation.

Le pupitre de commande groupe les claviers numériques (0 à 9) et les claviers de commande extérieure (Bi, Ti, PCi, PSi, PVi, Pdi, AVi, C et CE).

Les sorties numériques ou instructions, (SD), de ce pupitre sont reliées aux entrées du multiplexeur MUX. Et à un registre d'affichage numérique Rf. Voir annexe présentation du circuit figure (1) et table (I) et (II) et figure (2).

Les signaux de commandes sont reliés à l'unité de commande du processeur. Certains d'entre eux sont également reliés à l'interface de la balance. Dans ce cas le pupitre reçoit en retour les signaux d'état de celle-ci ainsi que les signaux en provenance d'un comparateur pour valider ou non les commandes Ps et Pv, voir annexe (C. PA) figure (1).

Le pupitre de visualisation réalise l'affichage numérique à cinq chiffres. De plus il comporte des indicateurs lumineux correspondants aux diverses alimentations, à l'état du système (comparateur et imprimante). Voir annexe présentation du circuit figure (3).

- Sous ensemble b

Ce sous ensemble concerne la balance des échantillons qui reçoit l'ordre de pesage du sous ensemble a. La validation de commande de pesage est conditionnée par les signaux d'état de la balance (DisB), (ErB)

et l'état du comparateur. Voir chapitre II paragraphe (2.24).

La sortie numérique est composée de 16 bits codés en BCD qui sont introduits dans le multiplexeur MUX.B qui réalise une sérialisation décade par décade. Voir annexe présentation du circuit, figure (4).

- Sous ensemble c

Il est uniquement constitué de processeur arithmétique et de son ensemble de signaux d'entrée-sortie.

- Sous ensemble d

Ce sous ensemble réalise les liaisons entre l'unité de calcul, l'unité de commande et l'imprimante de sortie.

Il est composé de différents éléments :

- un registre de mémorisation des données R.Imp. constitué de 14 registres de 4 bits chacun.
- Un circuit combinatoire dont le rôle est d'une part de générer les fonctions des formats et d'autre part de distribuer les données sur les 14 registres de R. Imp.
- Un circuit de balayage et d'identification des nombres à imprimer.
- Des circuits de commande des plongeurs et marteaux.

4.42 Structure de l'Unité de commande

L'unité de commande de l'ensemble de la chaîne de pesage est scindée en deux niveaux.

Le premier est chargé de gérer les échanges entre les sous ensembles a, b et c ; le second est chargé de gérer

les échanges avec l'imprimante. Nous nommons le premier niveau (C.PA) le second (C.Imp).

Cette division des charges de gestion des échanges autorise l'exécution d'opérations indépendantes en parallèle. En effet les temps de réponse nettement différenciés entre les sous ensembles a, b et c et le sous ensemble d permettent au niveau (C.PA) d'exécuter plusieurs opérations pendant l'intervalle de temps requis pour exécuter une opération par le niveau (C.Imp).

Chaque fois que le système fait appel à l'imprimante le niveau (C.PA) prépare les commandes nécessaires et les transmet au niveau (C.Imp) après avoir testé son état.

4.42.1 L'unité de commande C.PA

Après avoir présenté l'architecture de la chaîne de pesage semi-automatique, rappelons brièvement quels sont les méthodes conduisant à la réalisation d'une unité de commande.

Le premier ensemble de méthodes pouvant être utilisées pour construire physiquement une unité de commande consiste essentiellement à structurer l'ensemble des données à l'aide de matrices de portes logiques. Ces matrices transforment les codes des opérations en niveaux ou signaux de commande (10).

Le développement rapide de la technologie des circuits intégrés à large échelle ainsi que celui des ordinateurs a, récemment, conduit à la mise au point de méthodes de microprogrammation dans lesquelles une mémoire morte ou vive est substituée à la matrice (1, 2, 3, 10).

La microprogrammation peut être utilisée dans de nombreuses applications (ex. : réalisation de dispositifs particuliers, contrôleur de séquence etc...) (4, 5, 7, 8, 9).

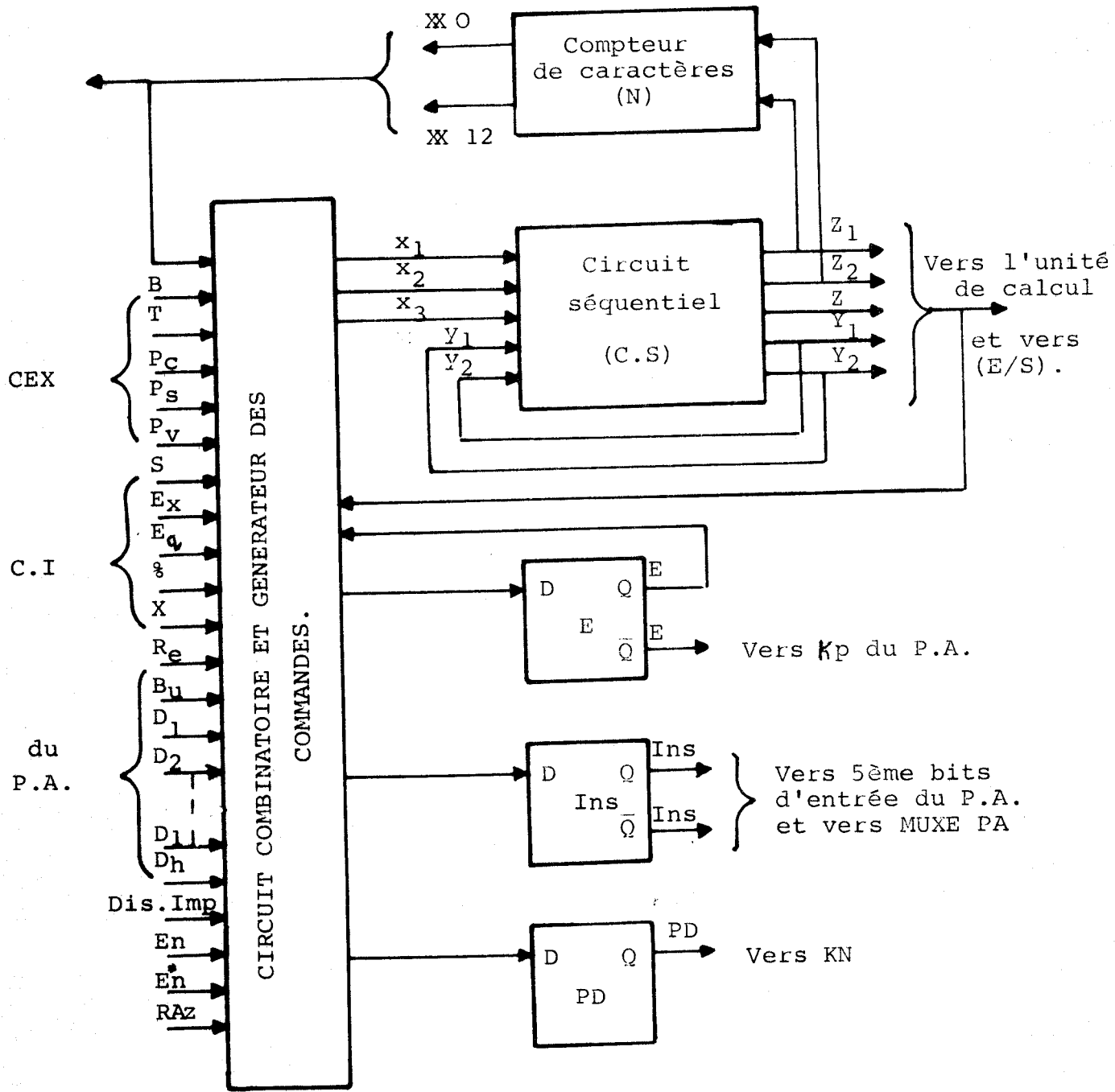


Figure 4.4 Unité de commande (C.PA)



Nous avons opté pour la méthode conventionnelle à matrice de portes logiques en raison du nombre limité des opérations du système et du temps imparti pour la réalisation de celui-ci.

La figure (4.4) schématise l'ensemble de l'unité de commande (C.PA). Celle-ci a pour buts essentiels de :

- générer les signaux de contrôle E, Ins et P.D du processeur arithmétique,
- contrôler le flux d'information entre les différents sous ensembles du système ainsi que leurs ressources en matériel.

La description des principaux éléments de l'unité de commande est donnée ci-dessous :

4.42.11 Le circuit combinatoire

Les entrées de ce circuit sont les macro opérations externes (C.Ex) ou internes (C.I).

Les macro opérations externes sont accessibles à l'utilisateur par l'intermédiaire du clavier de commande.

Les autres entrées du circuit combinatoire sont constituées par les états des sorties du circuit séquentiel (C.S) ainsi que par les états du compteur de caractères (N) et par le signal de validation numérique.

Les sorties du système combinatoire sont les séquences de micro opérations correspondant à une macro opération donnée.

4.42.12 Le système séquentiel synchrone

Le signal Dh constitue l'horloge de ce système dont les entrées primaires X_1 , X_2 et X_3 sont définies par les équations suivantes :

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \text{Re } C \ E \\
 (4.1) \quad X_2 &= \text{Bu} \cdot E \\
 X_3 &= (\text{Re} \cdot \text{Dis. Imp}) \cdot \left(\sum_{i=1}^7 X_{3,i} \right)
 \end{aligned}$$

dans lesquelles :

- Re désigne le signal de non occupation du processeur arithmétique pendant le temps de digit D_{11} .
- Bu désigne le signal d'occupation du processeur pendant le temps de digit D_{11} .
- Les signaux $X_{3,i}$ sont définis à partir de l'état du compteur N noté \mathbb{X} et des différents ordres accessibles au clavier (C.Ex) et (C.I) :

$$X_{3,1} = B \cdot (\mathbb{X} \cdot 10) ; \quad X_{3,2} = T \cdot (\mathbb{X} \cdot 10)$$

$$X_{3,3} = \text{Pv} \cdot (\mathbb{X} \cdot 10) ; \quad X_{3,4} = \text{Ps} \cdot (\mathbb{X} \cdot 10)$$

$$X_{3,5} = S ; \quad X_{3,6} = \% ; \quad X_{3,7} = X \cdot (\mathbb{X} \cdot 12).$$

- Le signal Dis.Imp représente la disponibilité de l'imprimante.

Le graphe des états du système séquentiel synchrone est représenté figure (4.5), les opérations exécutées dans chacun de ces états sont décrites ci-dessous :

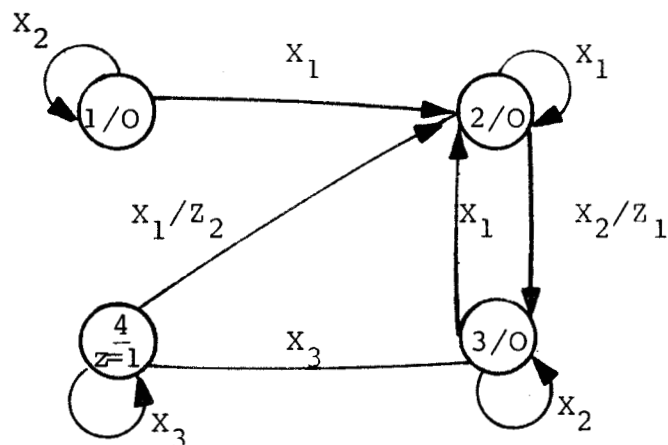


Figure 4.5 Graphe des Etats du système séquentiel

Etat 1 : mise en marche et initialisation du système,
Etat 2 : introduction des données numériques contenues dans les registres RC_6 ou RC_1 dans le processeur arithmétique suivant l'état du signal *Ins*,

Etat 3 : c'est un état de repos, aucune opération n'y est réalisée.

Etat 4 : c'est l'état pendant lequel les données numériques ou les résultats de traitement sont transmis de la sortie du processeur arithmétique vers les registres *RI* et *R.Imp.*

Les signaux Z_1 et Z_2 représentent les sorties transitoires lors des transitions $(2) \rightarrow (3)$ et $(4) \rightarrow (2)$, Z désigne la sortie statique attachée à l'état (4) .

4.42.13 Les autres éléments

Le compteur *N* est chargé de contrôler le nombre de chiffres introduits dans le registre *RC* et le processeur arithmétique.

Les bascules *E*, *Ins* et *PD* sont chargées de mémoriser les signaux de commande du processeur : validation, données numériques ou instruction, poids décimal des résultats de multiplication et de division.

4.42.2 Les opérations fonctionnelles au niveau (C.PA)

Nous avons représenté sur les figure (1) et (2) dans l'annexe (C.PA) les séquences d'exécution des macro opérations ainsi que des micro opérations correspondantes.

Chaque commande externe représente une macro opération à laquelle il correspond un ensemble de micro opérations. Ainsi l'exécution d'une macro opération est constitué par l'exécution des micro opérations correspondantes.

Une macro opération demeure valide jusqu'à sa complète exécution, une interruption ne pourra donc être prise en compte qu'avant ou après l'exécution d'une macro opération.

De façon générale une micro opération est définie par :

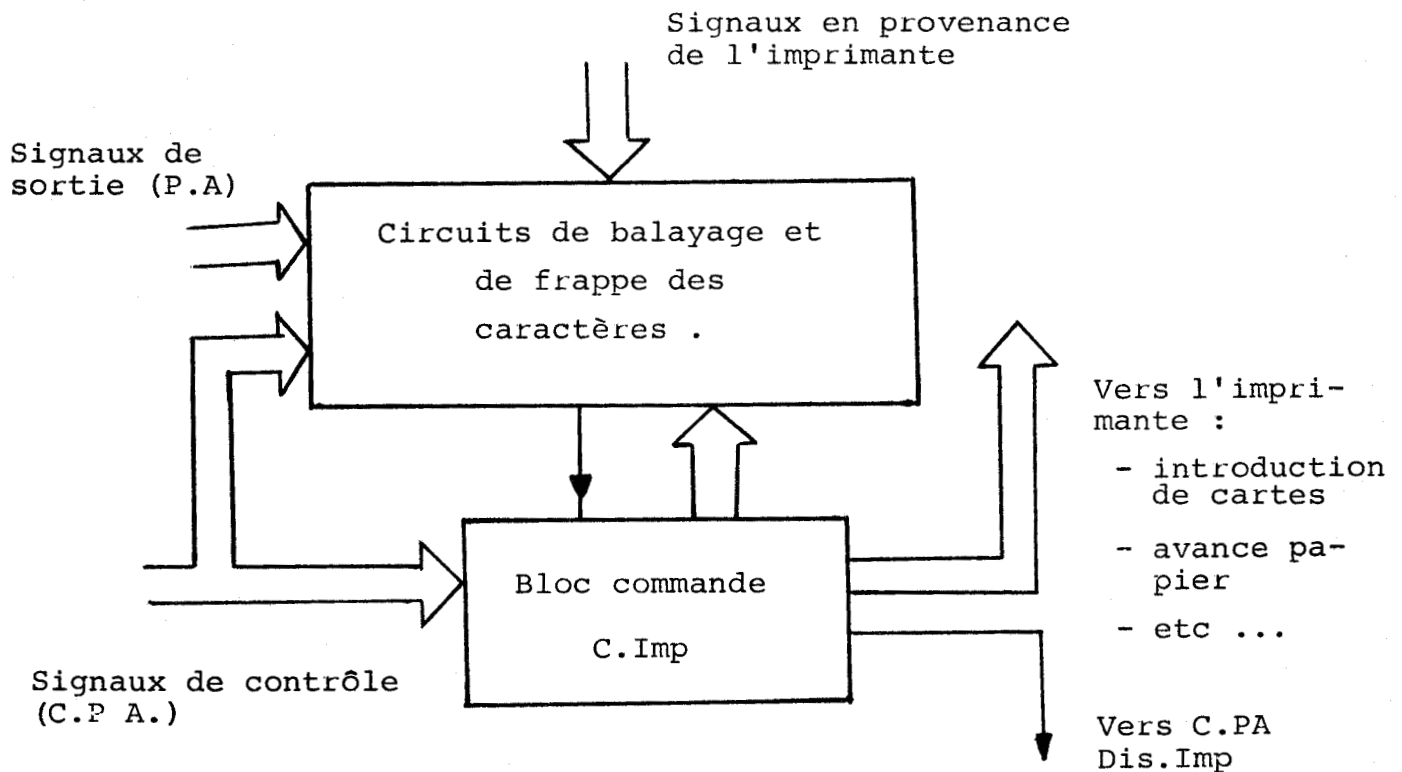
- la macro opération en cours d'exécution,
- l'état du compteur de caractères N et l'état du système séquentiel,
- l'état du processeur arithmétique et de ses temps de digits (Dtn),
- l'état de l'unité de contrôle de l'imprimante (C.Imp)

Les opérations et les codes correspondant sont indiqués dans l'annexe (C.PA), table (I).

4.5 Réalisation et commande de l'interface avec l'imprimante

Cet interface est inséré entre les sorties de l'unité (C.PA) et celles du processeur arithmétique d'une part et l'imprimante proprement dite d'autre part. Il est composé de deux ensembles principaux (figure 4.6) :

- les circuits de balayage et de frappe des caractères
- le bloc de commande (C.Imp).



Figure(4.6)

4.51 Les circuits de balayage et de frappe des caractères

Avant de présenter ces différents circuits, rappelons (figure 4.7) le format et la distribution des données devant figurer sur une carte.

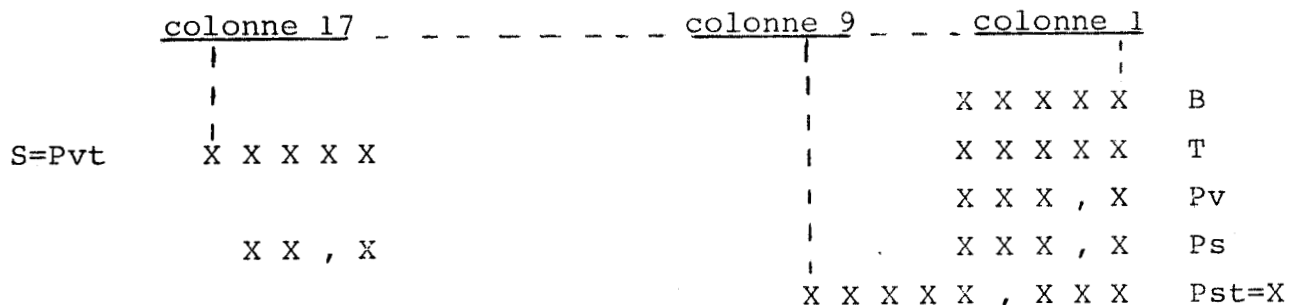


Figure (4.7) Le Format et la distribution des données sur une carte.

451.1 Les générateurs de format et le registre R.Imp.

Comme l'indique la figure (4.7) il y a sept valeurs à frapper sur une carte, les caractères d'une valeur étant distribués sur des numéros de colonnes précisés (de 1 à 9 puis de 13 à 17).

De manière à respecter la distribution des données devant être imprimées sur une carte, nous sommes conduits à réaliser un registre général (R.Imp) composé de quatorze registres à quatre bits (1 digit BCD) associés à un circuit combinatoire (figure 4.8) dont les entrées proviennent de l'unité de commande (C.PA) et du processeur arithmétique. Les sorties de ce circuit combinatoire permettent de distribuer les digits BCD en provenance du processeur arithmétique sur l'un de ces quatorze registres.

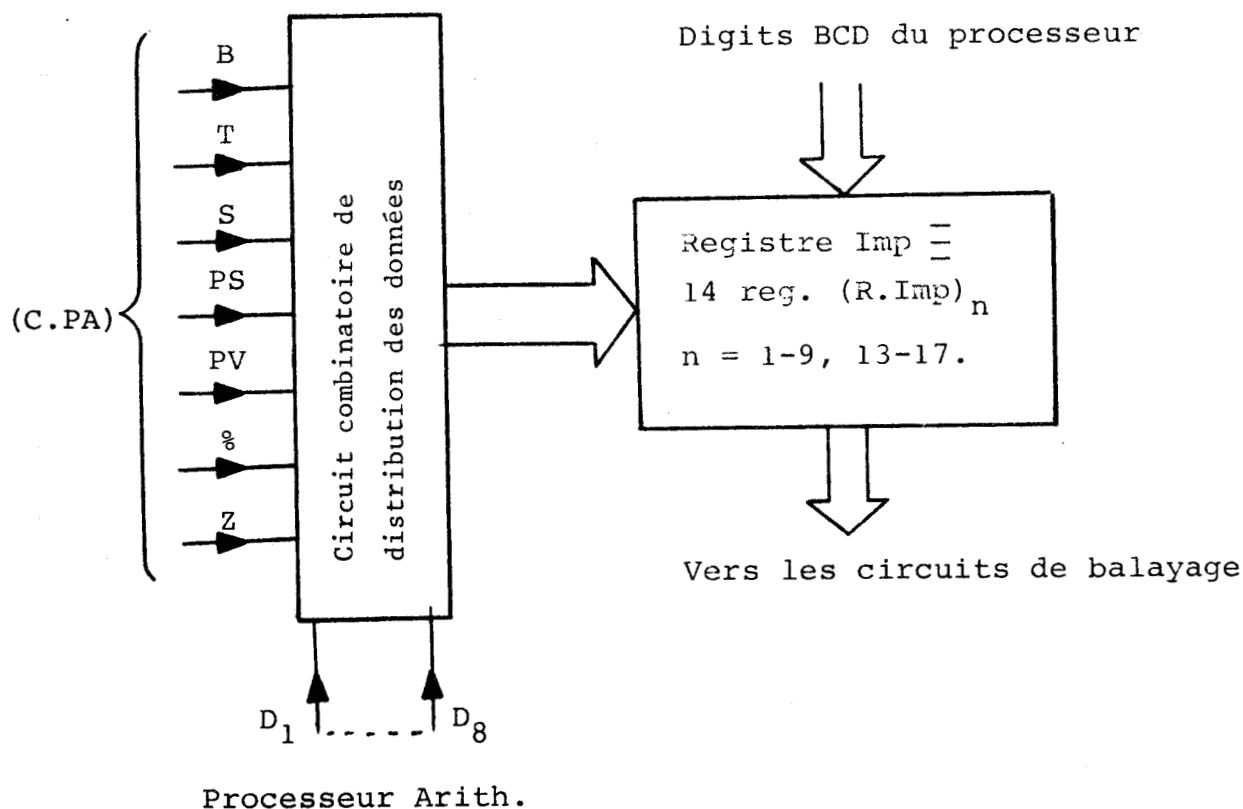


Figure (4.8) Diagramme de distribution des données sur (R.Imp)

4.51.2 Filtrage et amplification des signaux R et T

Ces deux signaux sont générés par l'imprimante

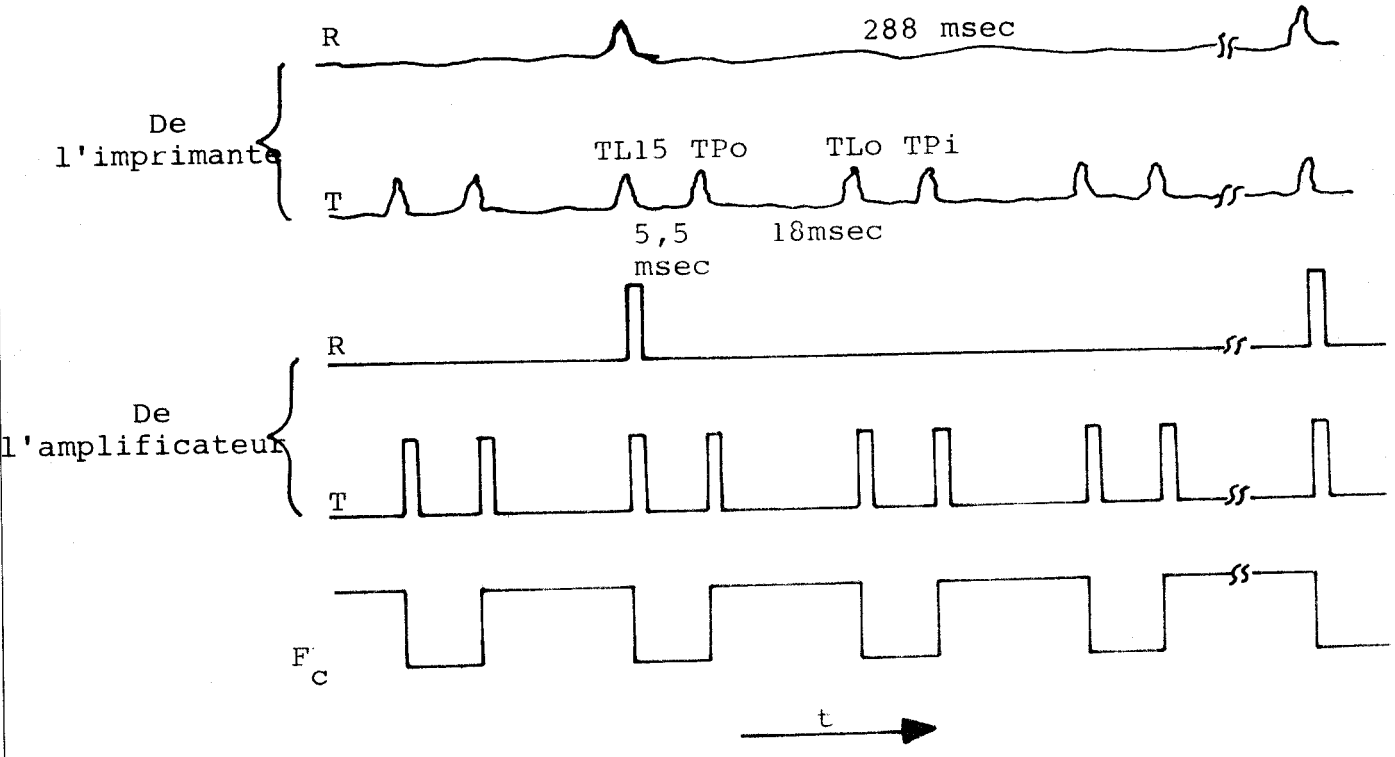


Figure 4.9 Filtrage et amplification des signaux (R et T)

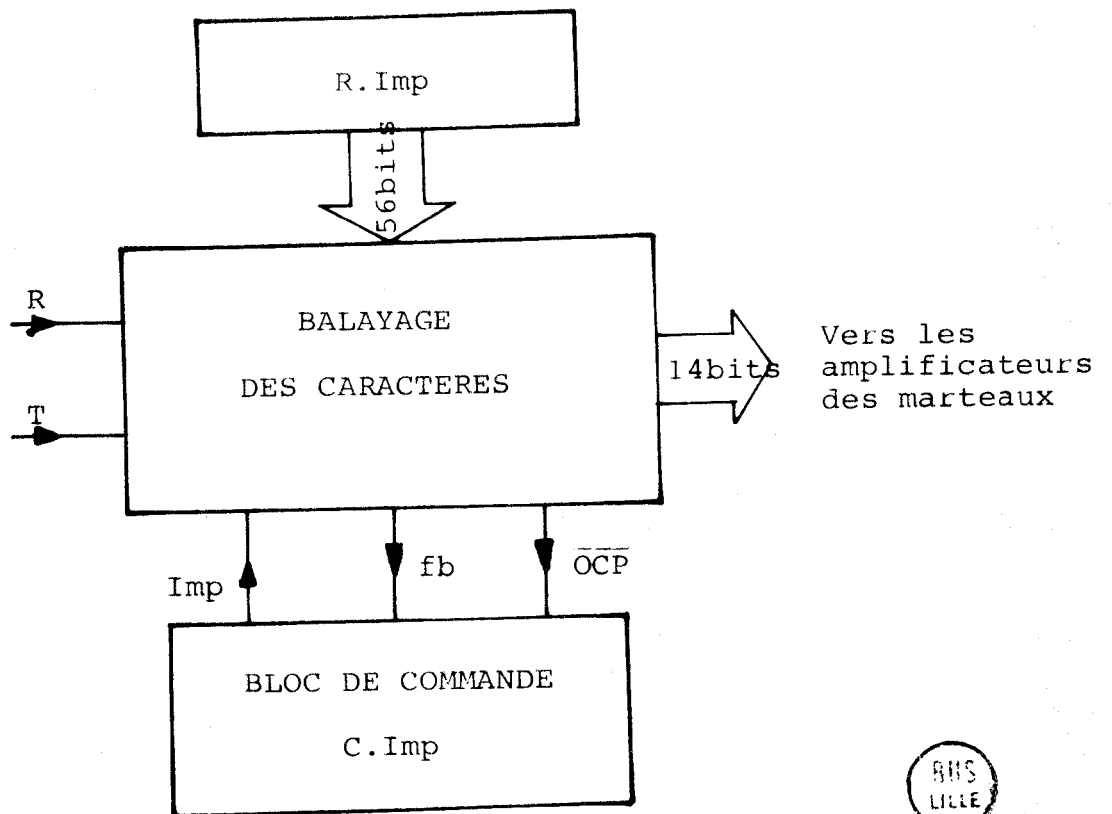


Figure 4.10

(Chapitre II, 2.33). Pour les rendre compatibles et utilisables avec les circuits TTL il est nécessaire de les filtrer et de les amplifier (figure 4.9). Associés à une bascule bistable F_C , ils définissent la base de temps de l'imprimante.

4.51.3 Les circuits de balayage

Le fonctionnement général de ces circuits doit être initialisé par un ordre d'impression Imp généré par l'unité de commande (C.Imp) (Figure 4.10).

Le rôle essentiel de ces circuits est de réaliser l'impression des données contenues dans le registre de l'imprimante (R.Imp) lorsqu'il y a coïncidence entre les caractères présents sous les marteaux et le contenu d'au moins un des quatorze registres.

Il est donc nécessaire que cet ensemble utilise les signaux R et T précédents. De plus il doit bloquer les ordres d'impression intempestifs. Cet ensemble est essentiellement composé de trois compteurs (CIM, CNC et CBC) et de trois bascules F_C , F_{m1} et F_{m2} (figure 4.11). L'état du compteur CIM représente la valeur numérique du caractère présent sous les marteaux. Un état particulier du compteur CNC est utilisé pour indiquer la fin du cycle d'impression au bloc de commande (signal fb). Le compteur CBC est utilisé pour balayer les données sur les dix sept colonnes et en même temps pour sélectionner les marteaux correspondants à partir des deux éléments N_1 et N_2 .

La sortie de la bascule F_C constitue l'horloge du compteur CIM. La bascule F_{m1} est utilisée pour mémoriser l'ordre d'impression Imp, tandis que F_{m2} recopie la sortie de F_{m1} à partir d'un instant où

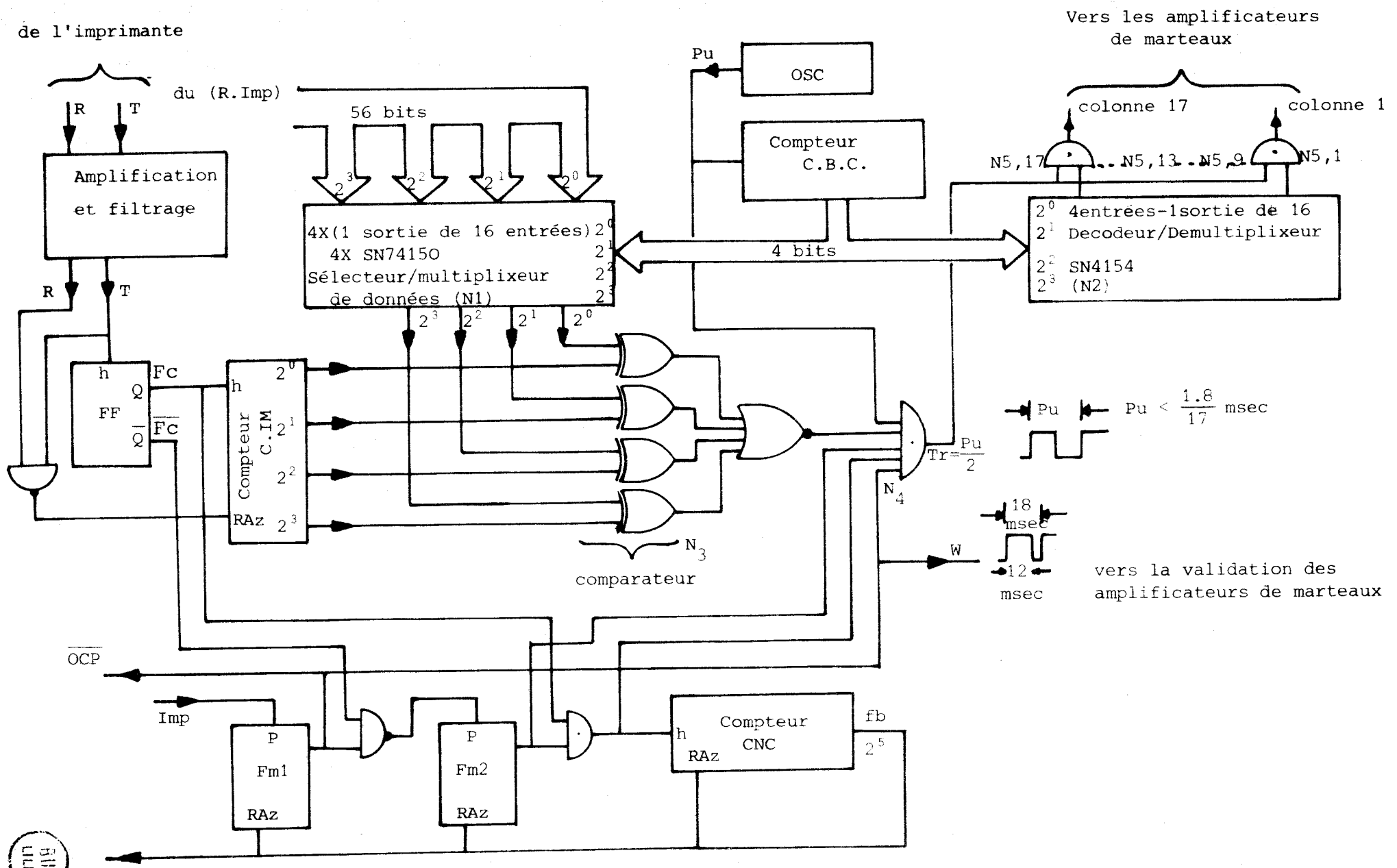


Figure 4.11 Circuit de balayage



la sortie Fc est basse. Le signal Fm2.Fc constitue l'horloge du compteur CNC. La figure (4.12) représente ces divers signaux pour une donnée mémorisée dans le registre R.Imp égale à la valeur décimale "0".

4.52 Le bloc de commande

Le bloc de commande doit assurer la coordination des fonctionnements de l'unité de commande (C.PA) et de l'interface avec l'imprimante en plus de commandes, l'avance du papier (Av), les changements de couleur du ruban (Ar), l'introduction des cartes dans l'imprimante (signaux Ai et As).

Afin de réaliser ces diverses fonctions, nous avons construit le bloc de commande à partir de trois ensembles fonctionnels (figure 4.13) :

a) Circuits combinatoires : à partir des signaux de commande de l'unité (C.PA) cet ensemble génère les fonctions logiques qui vont conduire une des bascules d'un registre RM qui correspond à une opération du bloc de commande de l'imprimante.

b) Un registre RM : ce registre est composé de six bascules, une seule d'entre elles est activée à un instant donné. Une bascule active correspond à une opération de l'interface.

c) Un contrôleur : cet ensemble est chargé de contrôler la séquence des microopérations relatives à une opération de l'interface. Cette séquence est définie à partir d'un codage entre l'état de sortie du registre RM, l'état d'un compteur CM et par les états du circuit de balayage et de frappe (signaux fb et OCCP).

Le contrôleur génère également l'ordre d'impression Imp et les signaux des commandes Av, Ar, As et Ai et le signal D3 de la validation du (CM).

Les différentes séquences des microopérations relatives à chaque opérateur du bloc de commande sont présentées à

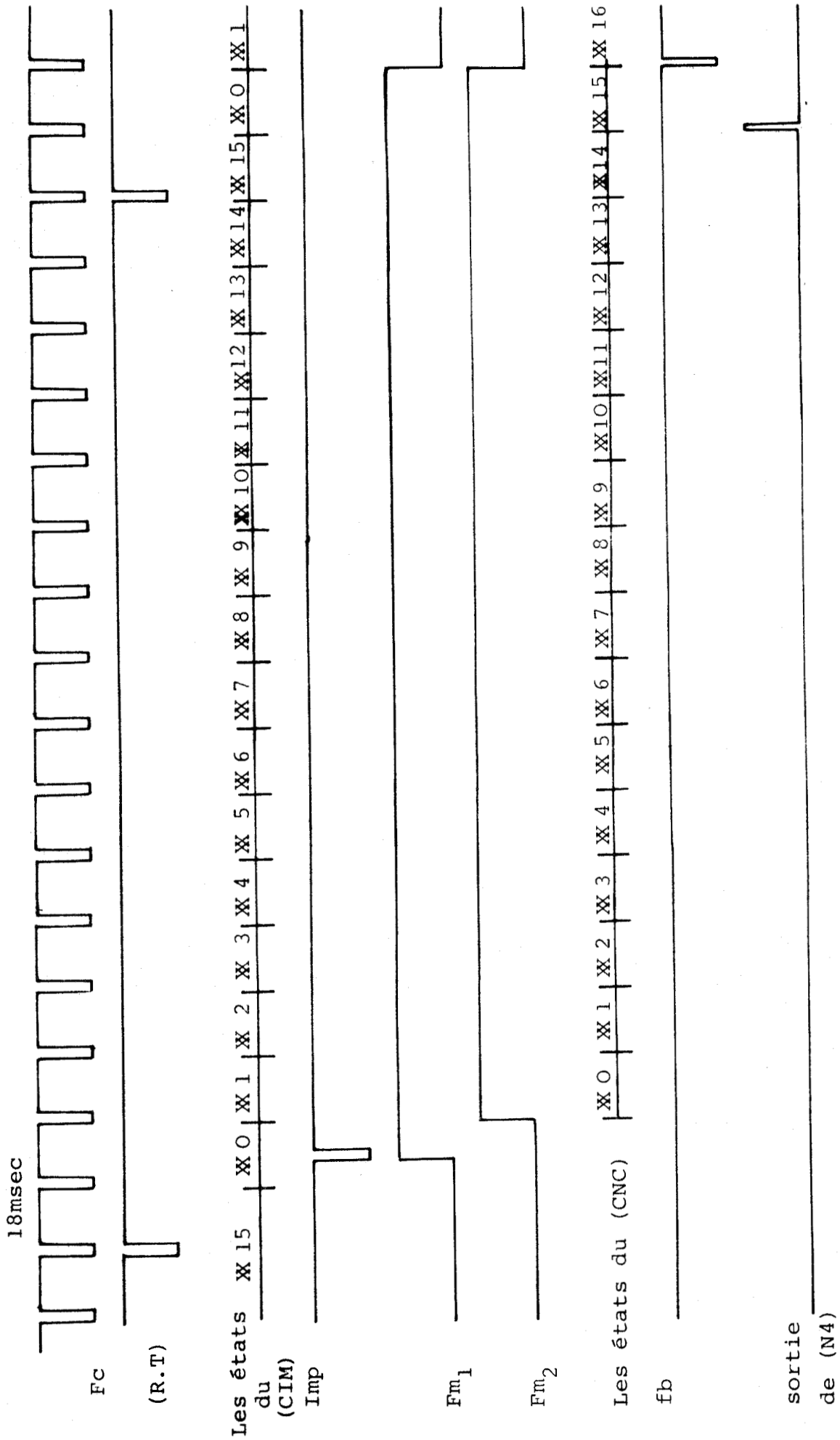


Figure 4.12 Les signaux du circuit de balayage



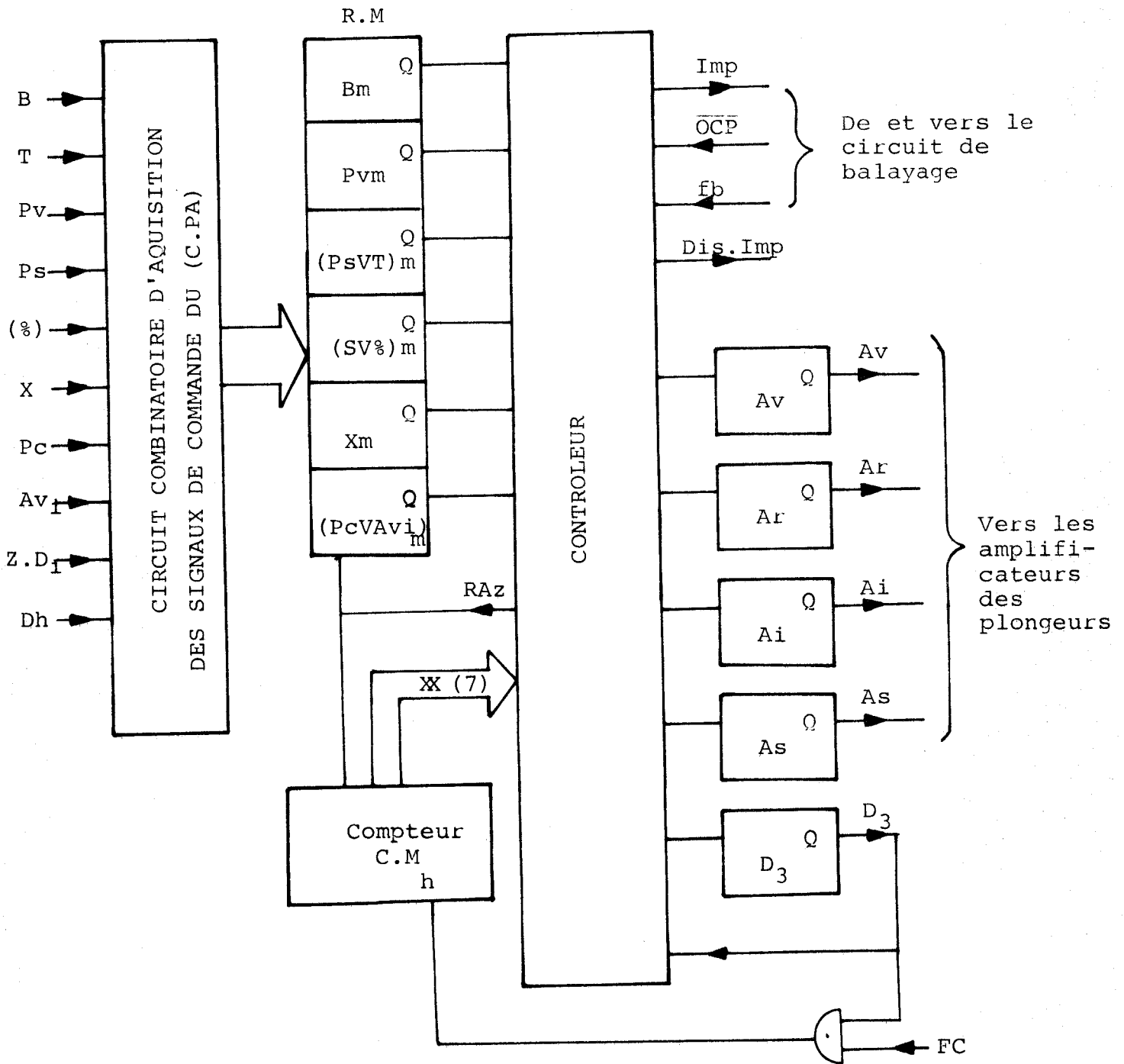


Figure 4.13 Circuit de commande (C.Imp)



l'annexe (C.Imp). On y trouve également des précisions quant aux durées d'exécution de ces opérations.

4.6 Réalisation de la chaîne semi-automatique

Les principaux éléments utilisés sont des circuits intégrés TTL, implantés sur dix cartes de circuits imprimés à deux faces. Chaque carte possède un connecteur à 44 entrées-sorties, chaque face possède 22 lignes.

Ces cartes ont été réalisées au centre d'Automatique. Quatre alimentations sont nécessaires :

- + 16 V, 6 A : imprimante,
- + 5 V, 5 A : pour les circuits TTL,
- + 7,2 V, 1 A : pour la borne Vss du processeur,
- 7,2 V, 1 A : pour la borne VGG du processeur.

Ces alimentations sont réalisées par redressement et stabilisation du secteur.

4.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les principaux éléments de contrôle de la chaîne de pesage semi-automatique : unité de calcul - unité de contrôle C.PA et l'interface de commande avec l'imprimante.

La chaîne de pesage correspondante est installée à la coopérative de Deshydratation d'ORMES - ARCIS / AUBÉ. Elle permet de réduire considérablement les tâches de routine de l'opérateur, de plus, les imprécisions antérieures sur les mesures des masses d'échantillons sont réduites par l'utilisation de la balance électronique.

Cette réalisation satisfait le cahier des charges fourni par cette coopérative, cependant des améliorations sont encore possible en utilisant une chaîne de pesage automatique comme nous allons l'étudier dans le chapitre suivant.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE D'UNE CHAINE DE PESAGE AUTOMATIQUE

CHAPITRE V

ANALYSE D'UNE CHAÎNE AUTOMATIQUE

5.1 Introduction

Dans les chapitres précédents nous avons présenté les principales caractéristiques ainsi que les principaux éléments de réalisation d'une chaîne de pesage semi-automatique.

La structure adoptée, compte tenu des matériels existants, présente deux types de désavantages :

- L'opérateur se voit dans l'obligation de réintroduire dans l'organe de calcul les valeurs des masses brutes (B) et des tares (T) indiquées sur les cartes, ainsi que la valeur de la masse de l'échantillon de produit humide (Pv).

- Le mode de traitement adopté pour les échantillons de produit humide entraîne le tarage de tous les paniers à une valeur unique.

Afin de supprimer les inconvénients, nous nous proposons de définir et de simuler le fonctionnement d'un dispositif automatique de traitement des différentes mesures de masses du produit humide. La démarche présentée ici peut-être rapprochée de démarches et de réalisations similaires existantes dans des industries diverses (chaînes de pesage dans les aciéries, usines de traitement de déchets, etc...).

5.2 Généralités sur les chaînes de pesage automatique

De manière très générale l'automatisation des chaînes de pesage est réalisée pour satisfaire deux buts distincts :

a) Dans un premier cas très général, l'automatisation a pour but des opérations de comptabilité et de facturation ; les fonctions remplies allant de l'impression sur carte du poids et du prix des produits jusqu'à la facturation et la comptabilisation des matières premières et des produits finis.

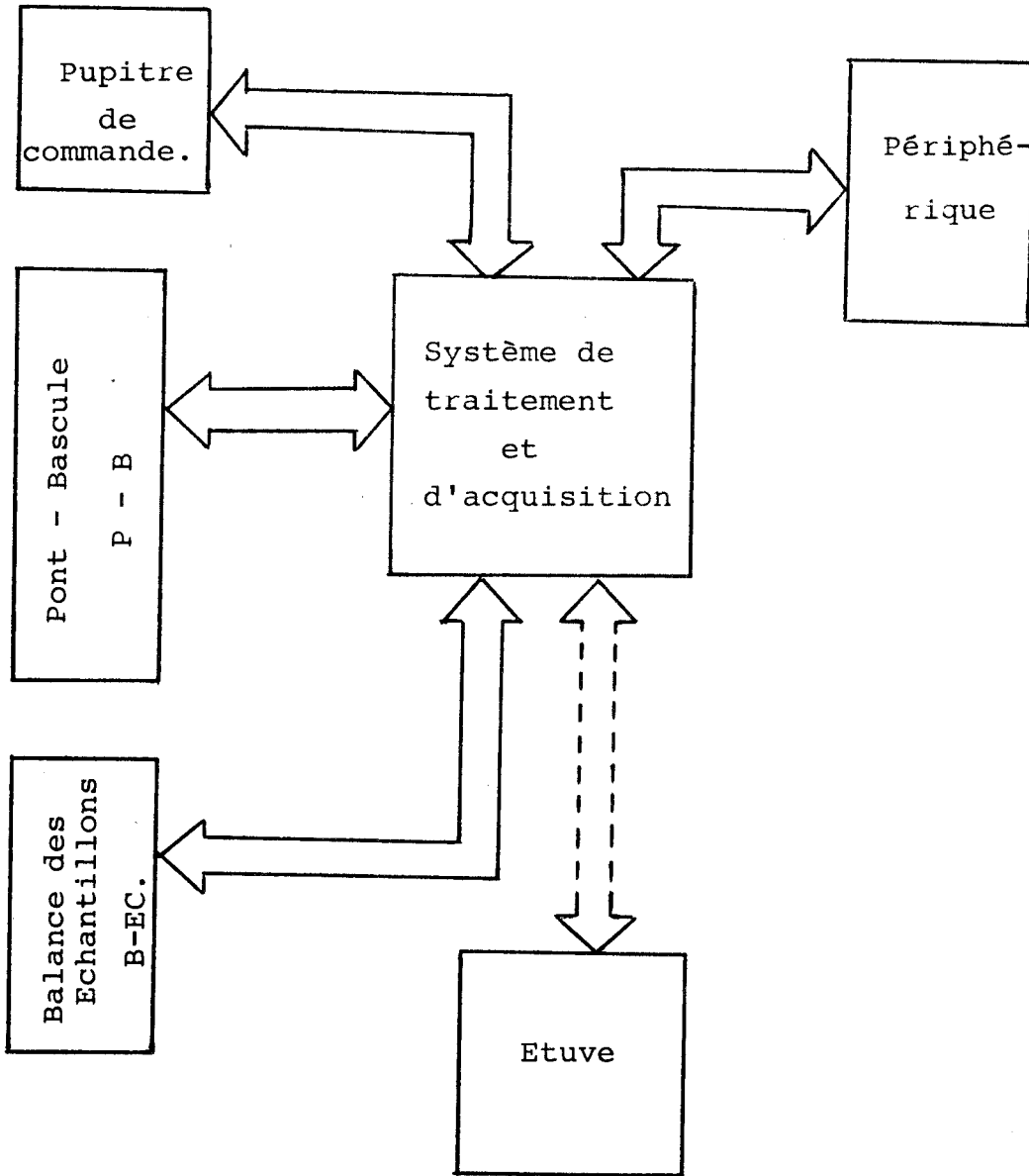


Figure 5.1



b) Dans un second cas, l'automatisation des chaînes de pesage a pour but essentiel de générer des signaux de référence ou de commande vers les processus aval de transformation.

Dans ces deux cas, les opérations à réaliser sont de même nature en ce qui concerne l'acquisition des données relatives à la matière première.

Le problème de l'automatisation de la chaîne de pesage concernant l'industrie évoquée dans ce mémoire est rattaché au cas (a) précédent. En effet les délais de traitement des échantillons à l'étuve d'une part ainsi que le préstockage en vrac du produit humide d'autre part constituent les deux principaux obstacles à l'utilisation d'une chaîne automatique dans le cas (b).

5.3 Etude générale de l'automatisation de la chaîne de pesage

Dans les chapitres III et IV nous avons présenté les séquences de traitement des mesures de masses relatives à un camion et à un échantillon de produit humide.

L'ensemble de ces mesures et les traitements associés permettant de relier le contenu d'un camion à une valeur estimée de la masse de matière sèche contenue par ce camion ; cette dernière valeur servant de référence à la facturation.

L'automatisation de cette chaîne de pesage consiste essentiellement en une modification des liaisons existantes entre les différents matériels employés. Ce qui conduit à redéfinir l'ensemble de commande ainsi que l'introduction de nouveaux périphériques. (Fig. 5.1)

5.31 Contraintes dues aux matériels existants

L'automatisation de la chaîne de pesage actuelle implique d'abord une modification dans la conception du pont bascule utilisé. Il est en effet nécessaire de le rendre compatible avec une unité d'acquisition et de traitement et pour cela de le doter de signaux de sortie digitaux et de signaux d'état.

D'autre part, on utilise une balance unique pour peser les échantillons de produit humide et sec. Le dernier ensemble de contraintes est relatif au traitement subit par les échantillons. En principe, la durée de séjour nécessaire pour amener un échantillon à l'état de seccité est de 24h. L'étuve utilisée peut traiter 70 échantillons en même temps.

Cependant, en pratique, les échantillons sont introduits au fur et à mesure de leur arrivée tant que la capacité de l'étuve n'est pas dépassée. De plus, en l'absence de l'opérateur (de 18 heures à 6 heures), les échantillons de produit humide s'accumulent devant l'étuve.

Enfin l'opérateur sort l'ensemble des paniers de l'étuve avant de les peser.

5.32 Conséquences pour le système d'acquisition et de traitement

Afin de ne pas perturber les habitudes de travail des chauffeurs et de l'opérateur de la chaîne il est nécessaire que le système d'acquisition et de traitement soit adapté à l'ensemble des contraintes précédentes.

Dans ce sens ce système ne pourra pas tenir compte des temps de séjour des échantillons dans l'étuve. Cependant, nous imposerons qu'il soit compatible avec une évolution ultérieure du matériel utilisé pour le traitement des échantillons (exemple : temps de séchage très réduit).

On conçoit alors que la réalisation de ce système d'acquisition et de traitement doit être fondée sur la reconnaissance de deux évènements indépendants : l'arrivée d'un camion chargé de produit humide. La pesée d'un échantillon de produit sortant de l'étuve.

5.4 Présentation d'une solution d'automatisation

5.41 Principe de fonctionnement de la chaîne automatique

La première contrainte imposée au système consiste à supprimer le tarage de tous les paniers à une valeur unique.

Il est ensuite nécessaire de relier entre elles les grandeurs suivantes : contenu d'un camion à sa provenance, échantillon de produit séché à un camion.

Comme les opérations d'acquisition de données et de traitement relatives à un camion ne peuvent être effectuées en séquence, il est nécessaire de distinguer deux cycles : cycle du chauffeur - cycle de l'opérateur et d'être en mesure de relier, à tout moment, les données de l'un (cycle chauffeur) à celles de l'autre (cycle opérateur).

Cet ensemble de conditions peut être satisfait à l'aide d'un système d'acquisition et de traitement doté d'une certaine capacité de mémoire et de deux types d'information : identification d'un camion et nom du fournisseur de produit d'une part, identification de l'échantillon du camion d'autre part.

Dans la solution présentée ces deux types d'information sont mémorisées sur des cartes perforées. Un premier lot de cartes contient les données nécessaires à l'identification d'un camion et du fournisseur de produit : exemple numéro camion (NC) et nom du fournisseur (NF) . La perforation de ces cartes pouvant être effectuée manuellement par le chauffeur.

Le second lot de cartes perforées est à la disposition de l'opérateur, les informations mémorisées sur ces cartes sont immuables et ne représentent qu'un numéro de panier (NP).

Remarquons que ces informations pourront être introduites dans le système à partir d'un seul dispositif technologique : un lecteur de cartes perforées.

Partant de ces données initiales, nous sommes en mesure de présenter les opérations effectuées par un chauffeur et par l'opérateur. Rappelons que le but final de l'opération est l'établissement d'un document comptable sous la forme d'une carte introduite dans une imprimante et portant les données d'acquisition d'un camion et les résultats de traitement de l'échantillon correspondant.

5.41.1 Cycle chauffeur

Le schéma de la figure (5.2) représente clairement la séquence des opérations à remplir par le chauffeur.

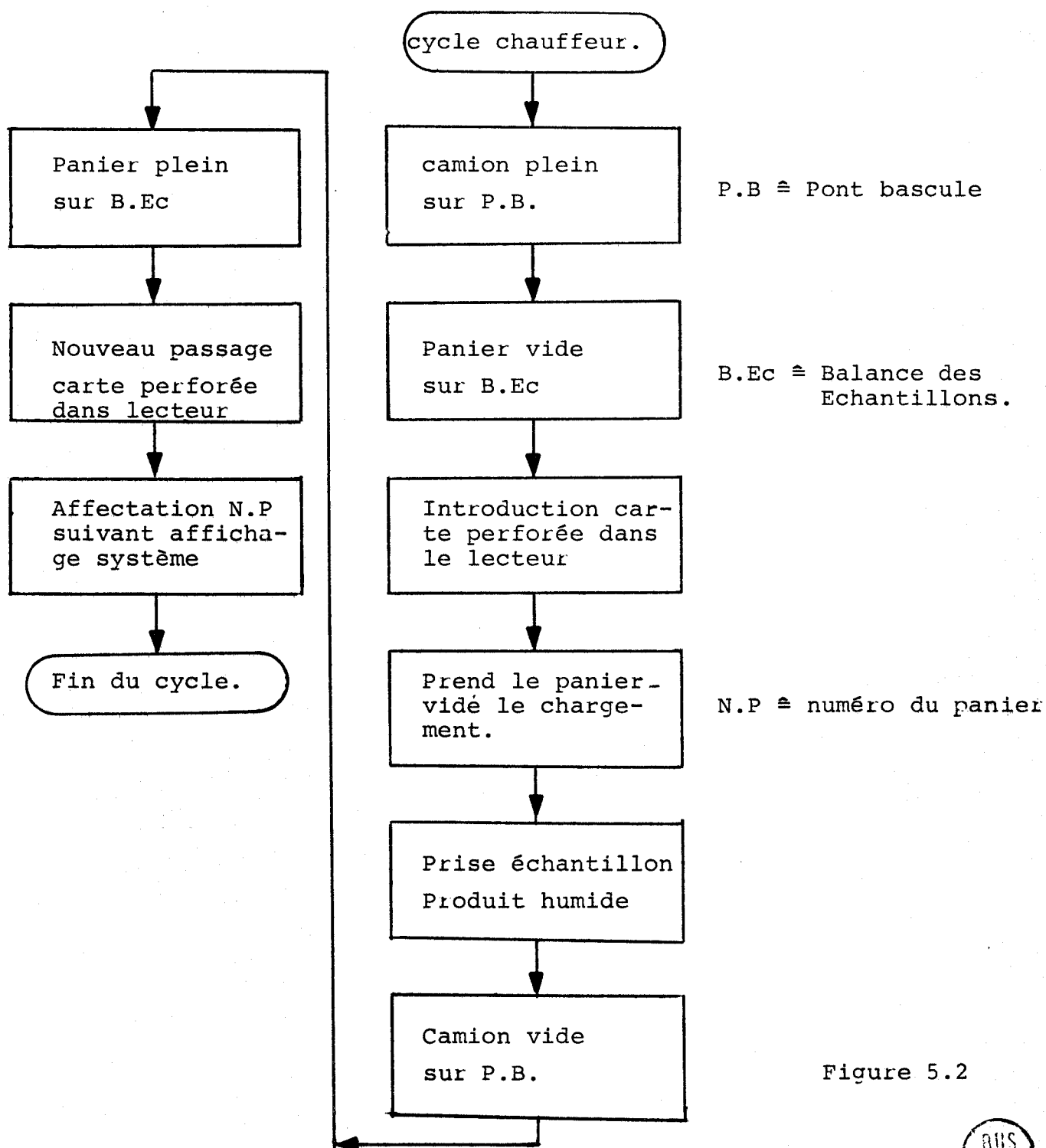


Figure 5.2



Le premier passage de la carte perforée du cycle chauffeur entraîne l'acquisition et la mémorisation des données suivantes : NC , NF , DT (date et heure d'arrivée du camion), B , tp (masse du panier vide). Le second passage de la même carte entraîne l'acquisition et la mémorisation des données suivantes : T , Pv+tp.

A la fin du cycle, le chauffeur est chargé de l'identification de l'échantillon.

5.41.2 Cycle opérateur

La figure (5.3) présente l'organisation en séquence des opérations devant être réalisées par l'opérateur.

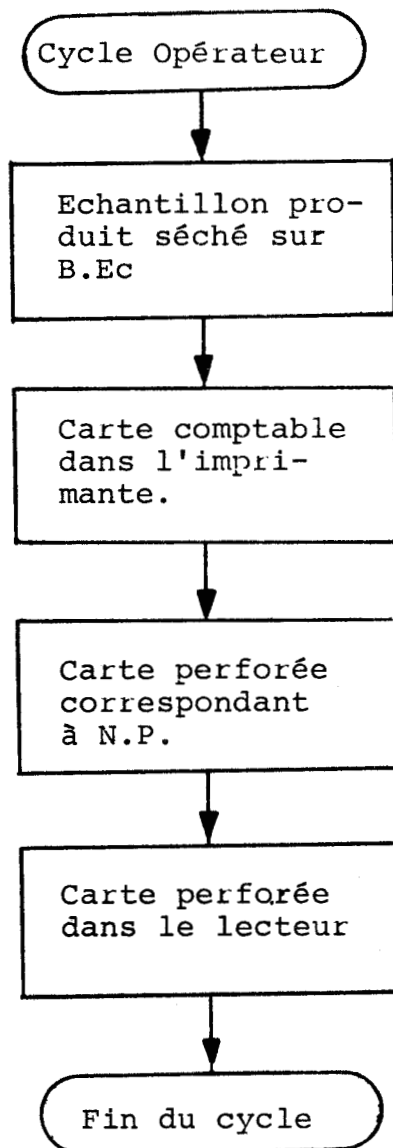


Figure 5.3

Un panier sortant de l'étuve est identifié par son numéro, une des tâches de l'opérateur est de sélectionner la carte perforée portant le même numéro.

L'introduction de cette carte dans le lecteur, déclenche l'acquisition de la valeur $Ps + tp$ qui est la tare du panier augmentée de la masse de matière séchée

Ensuite le système est chargé de compléter les données relatives au traitement de l'échantillon provenant du camion identifié par NC et NF.

5.41.3 Acquisitions et traitement des données

La description des cycles chauffeur et opérateur laisse prévoir que l'introduction d'une carte perforée dans le lecteur va déclencher des tâches d'acquisition, de mémorisation et de traitement.

Le principe général de l'activation de ces tâches peut être basé à partir d'un fonctionnement par interruption du système suivant le mécanisme classique schématisé sur la figure (5.4).

Après acquisition et mémorisation temporaire des informations codées sur la carte perforée, le système procède par une analyse logicielle à la reconnaissance de la source d'interruption (cycle chauffeur ou cycle opérateur). Dans le premier cas, il est encore nécessaire de déterminer s'il s'agit du premier ou du second passage d'un même chargement de camion. En effet, le système doit pouvoir accepter les premiers passages de camions différents pendant que l'un d'entre eux est en train de vider son chargement. Dans ce sens la détection du premier passage d'un chargement sur le pont bascule doit déclencher la réservation d'une zone de mémoire réservée à la mémorisation des données propres au chargement considéré (B, tp , T, $Pv + tp$, $Ps + tp$, NC, NF).

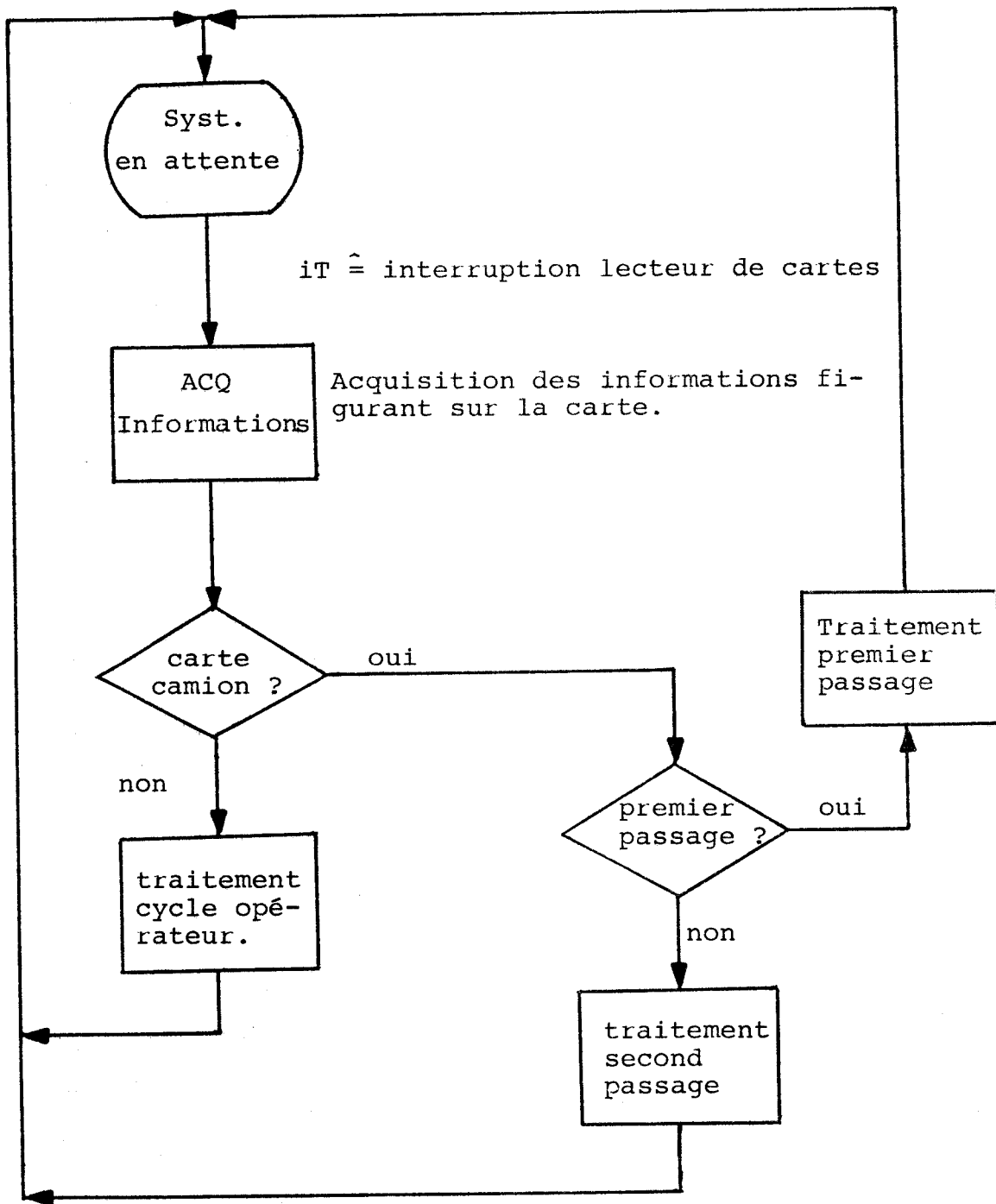


figure 5.4

Les trois tâches de traitement utiliserons donc des ressources communes. C'est l'utilisation de ces ressources communes que nous présentons dans le paragraphe suivant.

5.42 Simulation de la chaîne de pesage automatique

Le but de ce paragraphe est de montrer les principaux éléments retenus pour simuler le fonctionnement de la chaîne de pesage automatique.

5.42.1 Les éléments technologiques de la simulation

Pour réaliser la simulation nous avons employé un ordinateur TELEMECANIQUE T 1600 couplé à un lecteur de cartes, la balance des échantillons METTLER, une imprimante rapide LOGABAX (figure 5.5).

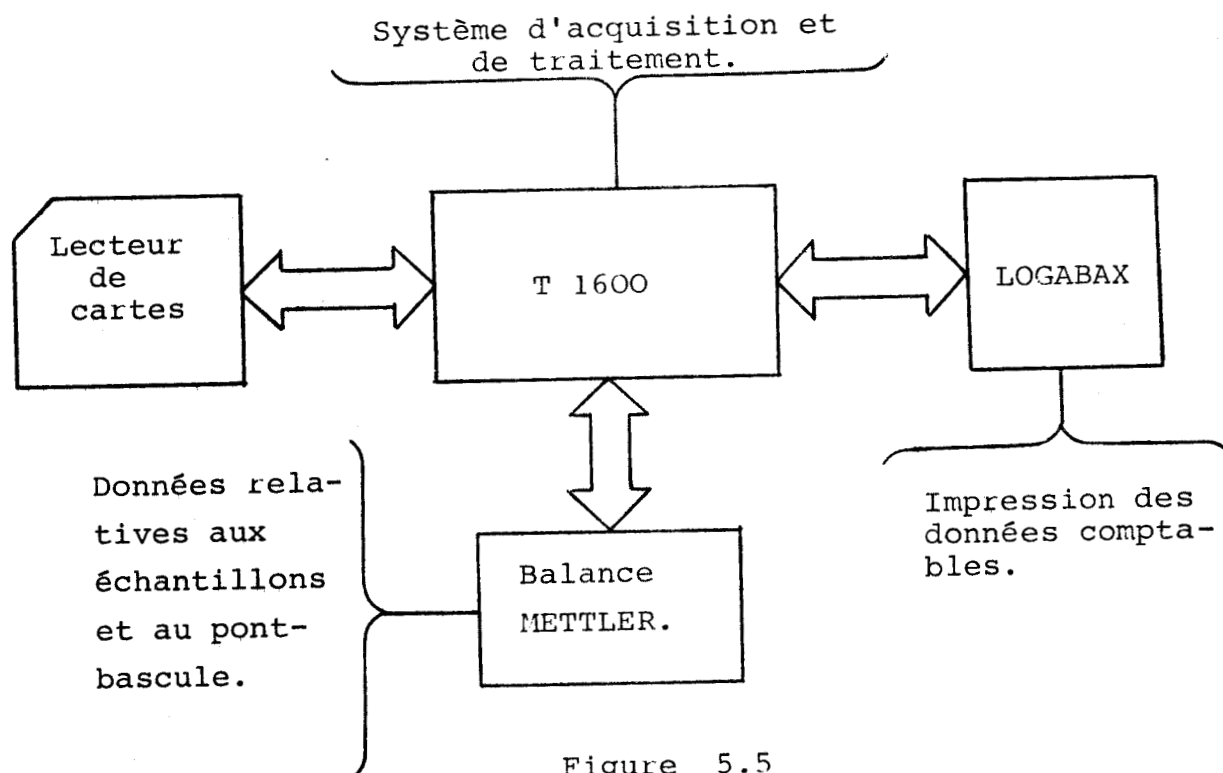


Figure 5.5

Les signaux de sortie de la balance METTLER sont utilisés comme valeurs de masses d'échantillons et comme valeurs de la masse brute (B) et de Tare (T) d'un camion.

Les échanges entre le système d'acquisition et de traitement sont réalisés à partir des logiciels existants pour le ordinateur T 1600, en particulier les échanges entre celui-ci et le lecteur de cartes sont réalisés à partir du mode programmé prioritaire, tandis que les échanges entre T 1600 et balance sont réalisés en mode programmé simple.

5.42.2 Organisation des ressources nécessaires aux tâches de traitement

Le premier passage de la carte perforée relative à un chargement d'un camion provoque l'acquisition des données suivantes : NC, NF, DT, B, tp (figure 5.6 tableau 1). Le second passage de la même carte provoque l'acquisition de T et Pv +tp.

A la fin de ce cycle, le panier de l'échantillon est pourvu d'un numéro NP égal à celui affiché par le système.

Après passage à l'étuve et exécution du cycle opérateur toutes les informations et les résultats de traitement relatifs à un chargement doivent être imprimés (figure 5.6 tableau 2).

L'ensemble des données acquises ou élaborées par le système sont mémorisées dans des tables. On trouvera à l'annexe A.5 une description plus précise de ces tables, nous nous bornons à présenter ici les fonctions de chacune d'entre elles.

a) Table d'entrée TCI :

Cette table contient, suivant le cycle et la position dans le cycle, les informations ou les données provenant du lecteur de cartes, de la balance, du pont bascule, de l'horloge temps réel du système.

b) Table d'identification et de test TM

Durant le cycle chauffeur, les informations en provenance d'un camion ne seront complètes qu'après le second passage du camion sur le pont bascule. Pendant l'intervalle de temps séparant ces deux passages d'autres camions peuvent arriver.

La table TM est utilisée pour balayer à chaque interruption les quatre derniers enregistrements, ceci afin de tester s'il s'agit du premier ou du second passage d'un camion. Le nombre de quatre enregistrements a été fixé de manière arbitraire dans le but de limiter cette

Nombre de camions et références	NC	du lecteur de cartes
Nombre de fournisseurs	NF	du lecteur de cartes
Date et temps d'arrivée du camion	DT	de l'horloge
Tare du panier	tp	de balance des échantillons (B.Ec)
Poids brut du camion	B	du pont-basculé (P.B)
Tare du camion	T	de (P.B)
Poids des échantillons verts y compris le poids du panier	Pv + tp	de (B.Ec)

Table I

Nombre de camion et références	NC	du lecteur de cartes
Nombre de fournisseurs	NF	du lecteur de cartes
Date et temps d'arrivée du camion	DT	de l'horloge
Tare du panier	tp	de balance des échantillons (B.Ec)
Poids brut du camion	B	du pont-basculé (P.B)
Tare du camion	T	de (P.B)
Poids des échantillons verts	Pv	calcul
Poids des échantillons secs	Ps	calcul
(B-T)	Pvt	calcul
$\frac{Ps}{Pv} \times 100$	%	calcul
Pvt x (%)	Pst	calcul

Table II

Note : la valeur de Ps + tp est lue pendant le cycle "opérateur".

figure(5.6)



phase de scrutation. Dans une réalisation pratique il convient d'estimer ce nombre en fonction de la fréquence maximum d'arrivée des camions et du temps mis pour décharger un camion.

c) Table des données en attente de traitement

Cette table contient tous les enregistrements concernant la file d'attente formée par les paniers dans l'étuve ainsi que de ceux en cours de traitement.

L'adresse de chaque enregistrement est fonction du numéro du panier. La taille de cette table est donc égale au nombre de paniers multiplié par le nombre de mots d'un enregistrement. (tableau I figure 5.6)

a) la table de sortie RK

Cette table est utilisée à la sortie d'un enregistrement vers les périphériques concernés (tableau II figure 5.6).

5.42.3 Les tâches de traitement

La présence d'une seule source d'interruption entraîne l'exécution d'une seule tâche à un instant donné.

Afin de faciliter l'organisation du programme de fonctionnement du T 1600 en tâches matérielles et tâches logicielles, nous avons utilisé le programme "Sché-
duler" de ce calculateur. Ce programme remplit les fonctions principales d'un moniteur, les tâches matérielles sont hiérarchisées par les circuits du système d'interruption, les tâches logicielles par un indice de priorité logiciel.

L'ensemble du programme de traitement est ainsi décomposé en un certain nombre de tâches :

a) Tâche matérielle :

Cette tâche est lancée par l'interruption du lecteur de cartes perforées, il y a changement de contexte et reconnaissance de sous niveau automatiques.

Cette tâche arme une première tâche logicielle : la tâche E.

b) Tâche logicielle (E)

Elle introduit dans le système les informations en provenance du lecteur de cartes (mode programmé), les décode puis arme une nouvelle tâche logicielle.

c) Tâche logicielle (1)

Cette tâche permet de tester les informations contenues sur la carte perforée. S'il s'agit du cycle chauffeur, elle procède à l'acquisition des signaux de sortie de la balance des échantillons et du pont-bascule.

Ensuite, par un test sur la table TM, la détection du premier passage ou du second passage de la carte va respectivement armer la tâche (2) ou la tâche (3).

Dans le cas du cycle opérateur, la tâche (1) procède à l'acquisition des signaux de sortie de la balance des échantillons avant d'armer la tâche (4).

d) Tâche logicielle (2)

Cette tâche réserve une zone d'enregistrement pour le contenu d'un camion, l'adresse de cet enregistrement est calculée et mémorisée dans la table TM, un indicateur est positionné pour signaler qu'il y aura un second passage.

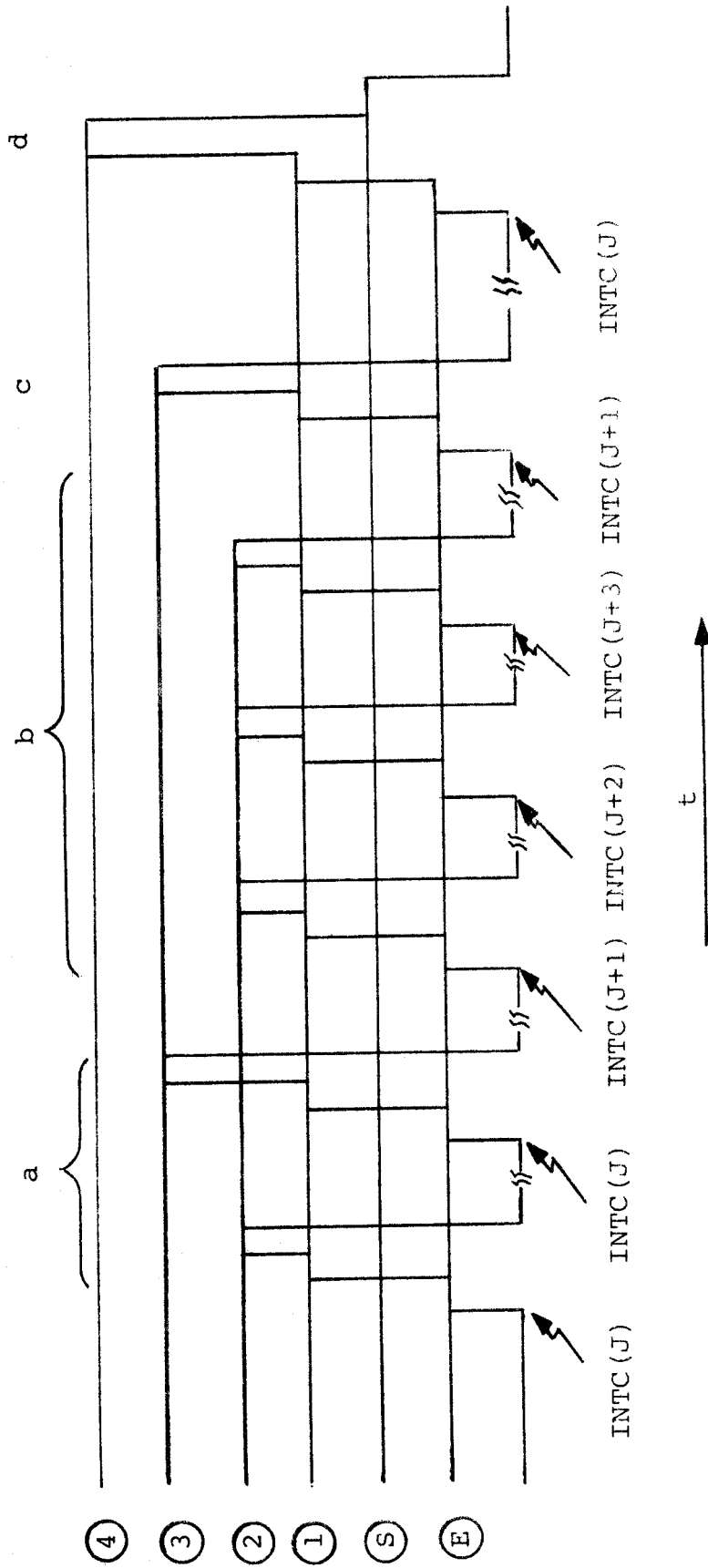
Les informations NC, NF, DT, tp, B sont mémorisées.

e) Tâche logicielle (3)

Cette tâche permet la mémorisation des informations T, Pv + tp dans l'enregistrement dont l'adresse est mémorisée dans TM et correspondant à un premier passage de camion. Ensuite, l'indicateur correspondant dans TM est positionné à une nouvelle valeur indiquant que les informations du camion sont complètes.

f) Tâche logicielle (4)

Son rôle est de rechercher l'adresse de l'enregistrement qui correspond au numéro du panier lu et décodé lors



NOTE :

INTTC (J) : Interruption concernant le camion J

a : Les informations concernant le camion J pendant le cycle chauffeur, sans interférence d'autres camions

b : Présence des camions (J+2) et (J+3) pendant que le camion (J+1) vide sa charge.

c : Le camion (J+1) complète les informations. Son cycle est fini.

d : L'opérateur provoque une interruption concernant le panier du numéro (J)

⚡ : Délais dépendant de l'activité des chauffeurs et de l'opérateur.



Figure 5.7

de l'exécution de la tâche (1). L'acquisition des signaux de sortie de la balance des échantillons est réalisée, les valeurs numériques introduites sont considérées par le système comme les valeurs de l'information $P_s + t_p$.

Ensuite la partie traitement est réalisée, les résultats correspondants et les données de l'enregistrement sont rangés dans la table de sortie RK, la tâche (S) est armée.

g) Tâche logicielle (S)

C'est la tâche de sortie des enregistrements complets. Il faut remarquer que chaque tâche armée est activée par le scheduleur. La figure (5.7) représente la répartition des tâches en fonction du temps.

5.5 Conclusion

Afin de respecter au mieux les contraintes imposées par les dispositifs technologiques et les habitudes de travail des chauffeurs et des opérateurs nous avons proposé une solution d'automatisation de la chaîne de pesage.

La seule contrainte supplémentaire imposée par le système au chauffeur consiste à lui faire respecter la coïncidence entre le numéro attaché au panier et l'indicateur NP fourni par le système.

Le nombre d'enregistrements réservés est égal au nombre de paniers présents dans l'étude et au nombre de panier en attente devant l'étuve.

Pour réaliser la simulation nous avons réservé 130 emplacements d'enregistrements ce qui correspond à 4,5 K mots octets y compris les tables d'entrées, de sortie et de travail.

De manière générale la simulation réalisée nous a permis de définir les tâches nécessaires à l'automatisation de la chaîne de pesage ; de plus elle nous permet de proposer la transformation de la chaîne semi-automatique réalisée en une chaîne automatique.

CHAPITRE VI

CHAÎNE DE PESAGE AUTOMATIQUE : INTRODUCTION D'UN MICRO-PROCESSEUR.

6.1 Introduction :

Le système de traitement et de contrôle de la chaîne de pesage semi-automatique est fondé sur l'utilisation d'un processeur arithmétique (P.A) et d'un automate cablé.

Dans le chapitre précédent nous avons introduit et simulé les tâches nécessaires d'un système de traitement et de contrôle d'une chaîne de pesage automatique.

L'architecture et l'absence de caractéristiques logicielles du processeur arithmétique ne permettent pas l'exécution des tâches et des exigences de la chaîne de pesage automatique présentée au chapitre V.

Nous proposons ici une réalisation possible de la chaîne de pesage automatique à l'aide d'un micro-processeur.

L'utilisation d'un micro-processeur peut, d'une part résoudre tous les problèmes que nous avons déjà évoqués et d'autre part servir d'interface à une machine de traitement numérique de plus grande capacité.

Enfin la structuration matérielle et logicielle confère au système une très grande souplesse d'adaptation et d'extension.

6.2 Les fonctions générales de la chaîne de pesage automatique à base de micro-processeur.

Les tâches de la chaîne de pesage automatique que nous avons présenté dans le chapitre précédent peuvent être réalisées par le système indiqué sur la figure (6.1).

Les cycles "chauffeur" et "opérateur" sont les mêmes que ceux indiqués dans le chapitre V figures (5.2) et (5.3) respectivement.

Les tâches définies dans le chapitre V paragraphe (5.4.23) résident dans la mémoire morte du programme d'application. Les tables définies au paragraphe (5.4.22) résident dans la mémoire vive des données. Les tâches doivent subir quelques modifications en vue de les adapter aux exigences du micro-processeur.

Le fonctionnement général de la chaîne automatique est constitué par deux cycles principaux qui sont :

6.2.1 Cycle chauffeur :

Le micro-processeur est en état d'attente d'interruption sous le contrôle du programme d'application. Si l'interruption est déclenchée par le lecteur de cartes, le micro-processeur sauvegarde le contexte et lance l'échange d'entrée du lecteur de cartes, puis il lance la tâche d'identification s'il s'agit du premier passage de la carte perforée d'un camion ou du deuxième ; ensuite il effectue l'échange d'entrée des informations de la balance des échantillons (B.Ec) et du pont bascule (P.B). Voir chapitre V paragraphe (5.4.13) figure (5.4) et paragraphe (5.4.23) figure (5.7). Enfin, le micro-processeur lance les tâches correspondant au premier ou au deuxième passage. Dans le cas de deuxième passage le système doit afficher le numéro d'identification du panier sur le pupitre de visualisation.

6.2.2 Cycle Opérateur :

L'opérateur met la carte à frapper dans l'imprimante et la carte perforée correspondante au numéro d'identification du panier dans le lecteur de cartes. Ceci provoque une interruption, le micro-processeur sauvegarde le contexte et lance la tâche d'entrée des informations en provenance du lecteur de cartes et ensuite de la balance des échantillons. Le micro-processeur cherche l'enregistrement du camion correspondant au numéro du panier et prépare les informations pour l'exécution des opérations arithmétiques en échange avec le processeur arithmétique (P.A) voir paragraphe (6.3.22).

A la fin de chaque opération arithmétique le microprocesseur prend le résultat de la porte du processeur arithmétique et le transmet à partir de son bus de données à l'imprimante pour qu'elle le frappe.

6.3 Architecture de la chaîne de pesage automatique avec un microprocesseur.

L'architecture du système de traitement et de contrôle de la chaîne de pesage automatique est semblable à celle organisée autour d'un micro-ordinateur (figure 6.1). Celle-ci est composée de plusieurs éléments :

- 1) Un microprocesseur qui est l'unité centrale de traitement et de contrôle. Cette unité gère tous les éléments de la chaîne sous le contrôle du programme d'application.
- 2) Mémoire morte du programme d'application. Le programme contient les tâches matérielles et logicielles pour exécuter toutes les opérations nécessaires.
- 3) Un moniteur composé de segments de programme qui aident l'utilisateur à dialoguer avec le microprocesseur (chargement de mémoire, visualisation de mémoire et des registres de travail, lancement de l'exécution du programme etc...).
- 4) Mémoire vive des données qui sert à stocker les données nécessaires pour le traitement. De plus, elle peut contenir la pile (stack) et le registre de travail et ceci dépend de l'architecture du microprocesseur.
- 5) Les portes d'entrée /sortie (E/S) qui peuvent être réalisées en utilisant le module E/S programmable à une application générale, comme le (8255.Intel), (programmable Périphéral Interface (PPI)). Chaque (PPI) est composé de trois portes E/S, de 8 bits chacune. L'ensemble des trois portes peut fonctionner en trois modes. Les modes d'opération de (PPI) sont programmables par le programme d'application.

Le (PPI) peut être connecté directement au bus de données et au bus d'adressage du microprocesseur (voir annexe A.6.1 figure 1) (1).

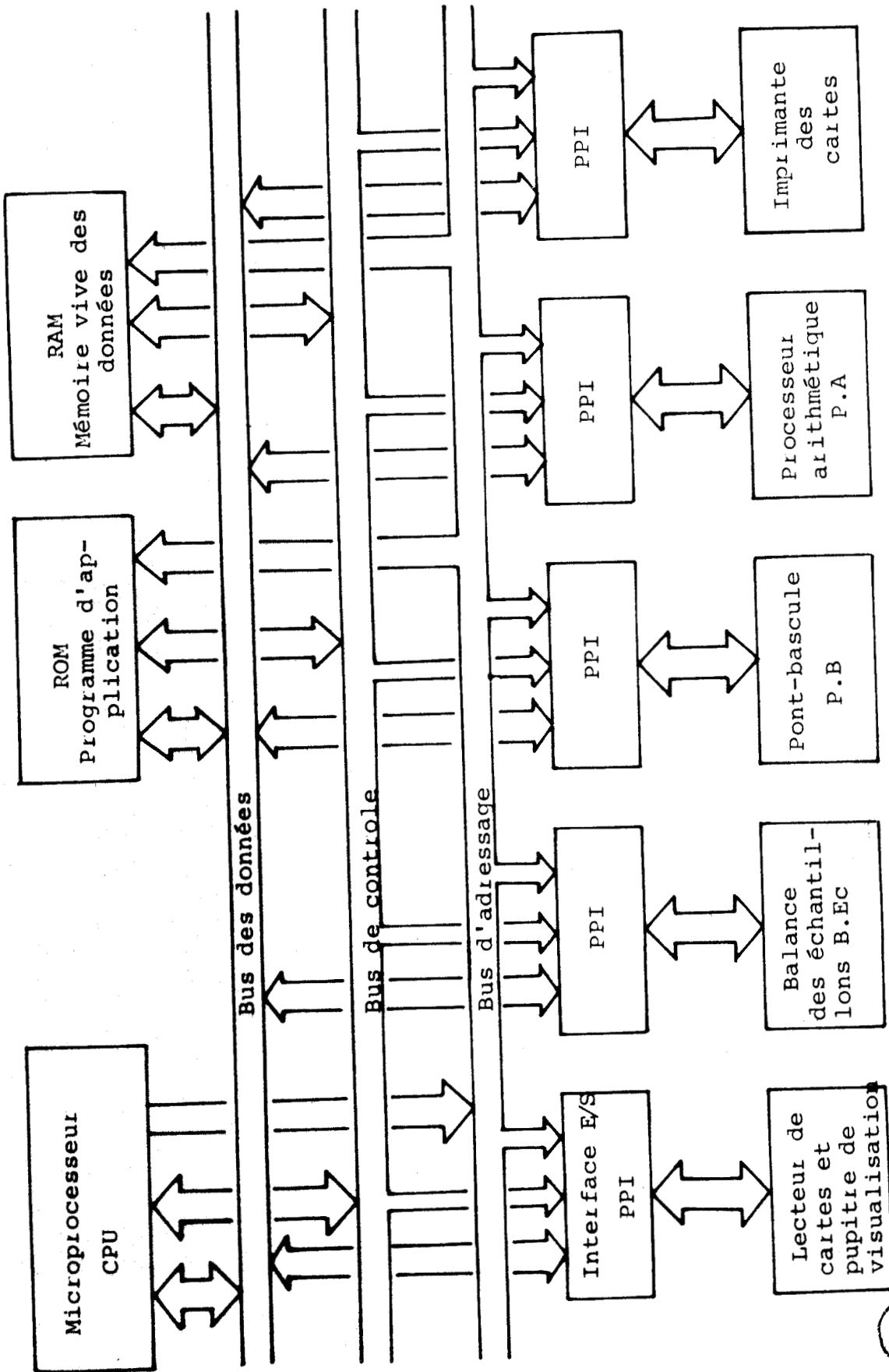


Figure (6.1) Architecture de la chaîne de pesage automatique à base du microprocesseur

BUS
LILLE

Les périphériques de ce système sont :

- a) la balance des échantillons verts et secs.
- b) le pont bascule.
- c) l'imprimante de cartes.
- d) le lecteur de cartes et le pupitre de commande et de visualisation.
- e) le processeur arithmétique : l'utilisation de ce périphérique dépend du problème de programmation des opérations arithmétiques.

En général, on trouve les éléments du micro-ordinateur, présenté sur la figure (6.1) sur une carte de circuit imprimé, ce qui facilite la tâche de réalisation pratique de cette chaîne.

La structure interne et le cycle d'instruction d'un microprocesseur sont indiqués dans l'annexe (A.6.2) et sur les figures (2) et (1).

6.31 Les caractéristiques logicielles et matérielles exigées du microprocesseur par la chaîne de pesage automatique.

Nous avons utilisé l'ordinateur (T 1600) pour simuler les tâches de la chaîne de pesage automatique. Cet ordinateur est très puissant du point de vue logiciel (structures d'instruction et mode d'adressage, etc...) et matériel (les coupleurs Entrée/Sortie, mode d'interruption etc...) par rapport à la configuration d'un microprocesseur indiqué par la figure (6.1).

Les caractéristiques de tous les éléments du micro-ordinateur sont étroitement reliées aux caractéristiques matérielles et logicielles du microprocesseur ce qui nous conduit à présenter les caractéristiques de base du microprocesseur pour qu'il soit adapté aux tâches définies dans le chapitre précédent.

6.3.11 Caractéristiques logicielles

- a) Mode d'adressage : la présence d'un mode d'adressage indirect aide à réduire la taille de la mémoire et facilite le mode de programmation.

b) Présence d'une pile : premièrement, l'introduction de l'information du lecteur de cartes se fait à partir d'une interruption. Deuxièmement, le programme est réparti en plusieurs tâches. La présence d'une pile facilite le traitement d'interruption et l'activation des tâches. Ceci est dû aux instructions associées à cette pile (Push, Pop, call).

c) Instructions d'entrée/Sortie : dans le cas de présence d'instruction E/S, l'extention de la mémoire est indépendante de l'extention des portes E/S et réciproquement. Ceci est dû aux signaux de service propres aux instructions E/S.

d) Opération arithmétique décimale : certains micro-processeurs possèdent une instruction d'addition ou de correction décimale, ce qui facilite la programmation des opérations arithmétiques décimales utilisées dans l'application envisagée.

6.3.12 Caractéristiques matérielles.

a) Largeur du bus d'adressage : dans le chapitre précédent nous avons estimé que les données concernant les enregistrements et les tables d'(E/S) demandent 4,5 K mots octets. La largeur du bus d'adressage de 16 bits sera compatible avec le besoin de la mémoire de programme en prenant en compte l'extention possible.

b) Largeur du bus de données : la majorité des micro-processeur se trouvant sur le marché possède un bus de données de 8 bits. Le développement des éléments autour du microprocesseur est orienté dans ce sens. La largeur du bus de 8 bits est compatible avec les données à traiter dans notre cas.

c) Mode d'interruption : le mode d'interruption de certains microprocesseurs exige la localisation, de l'extérieur du microprocesseur, de l'adresse de la tâche à activer, et exige quelquefois de l'extérieur aussi l'instruction du traitement de l'interruption comme dans le cas de (8080 instruction RST).

Un microprocesseur possède la base nécessaire, indiquée précédemment, qui aide à réduire le programme d'application et facilite le développement du système de traitement de la chaîne de pesage automatique, défini dans le chapitre précédent.

6.32 Le programme d'application

Le programme d'application doit être composé des tâches définies dans le chapitre V paragraphe (5.42.3) avec la modification nécessaire pour l'adapter à la programmation du système à base de microprocesseur.

Les opérations arithmétiques à traiter sont :

- a) soustraction $B - T = P_{vt}$ (Poids vert total de luzerne)
- b) division $\frac{P_s}{P_v} \times 100$ (pourcentage du poids sec)
- c) multiplication $(P_{vt} \times \frac{P_s}{P_v})$ (poids sec total estimé pour un camion).

Les données dans (a), (b) et (c) sont en code (BCD). Nous allons présenter quelques techniques de (computation) des relations dans (a), (b) et (c).

6.3.21 Les techniques de (computation)

1) La multiplication est basée sur l'addition, et la division sur la soustraction (complément à dix) (considérons l'existence d'une instruction d'addition décimale).

Nous avons réalisé l'opération de multiplication de deux nombres décimaux, de cinq digits chacun, sur le microprocesseur (SC/MP). Le temps d'exécution de cette multiplication est de 60 msec (sans prendre en compte le signe ni la virgule). Cette technique demande un temps d'exécution assez long (2).

2) L'adressage de table (look up tables) (3). Cette technique occupe une place considérable de mémoire. La multiplication de deux digits décimaux nécessite 260 mots octets.

3) Conversion des données de BCD en binaire, utilisation des techniques conventionnelles de multiplication et division, puis conversion des résultats en BCD (4).

Ces techniques en général demandent une place de mémoire non négligeable, pour ceci nous proposons la technique suivante :

6.3.22 Utilisation du processeur arithmétique

Dans ce cas le processeur arithmétique est un des périphériques du microprocesseur.

La figure (6.2) présente le schéma de l'interface de (P.A)

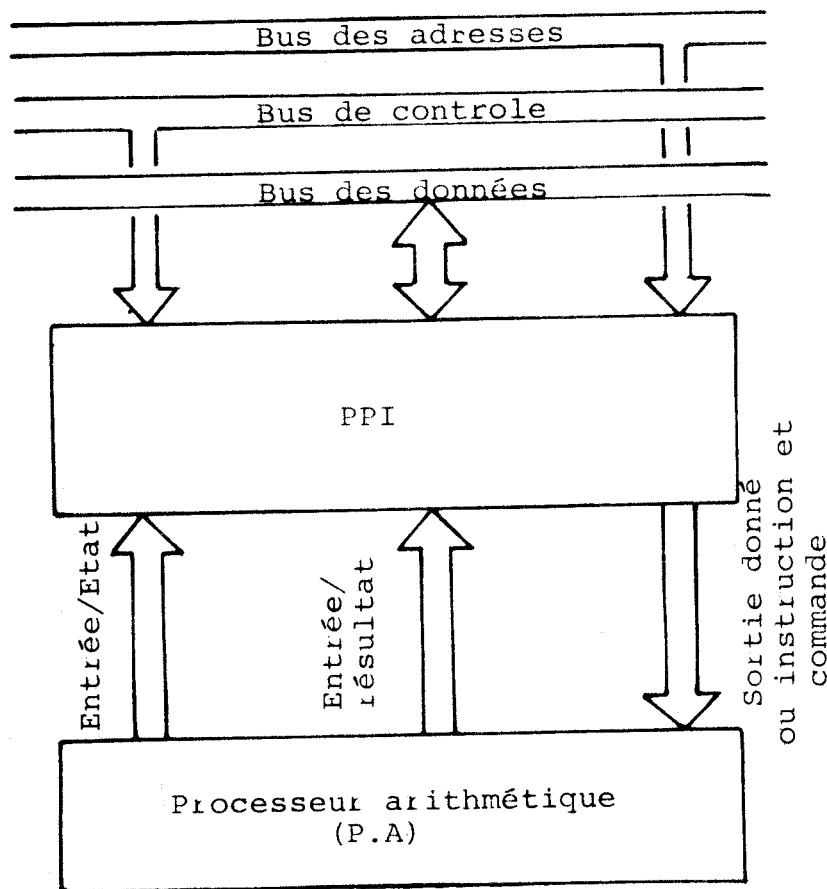


Figure (6.2) Interface E/S du processeur arithmétique.

Le (PPI) contient trois portes programmées comme suit :

1) Une porte de sortie. Quatre bits sont connectés aux entrées de données du (P.A) et quatre bits sont connectés aux entrées de commande (validation, virgule, Rest, et Ins) voir annexe P.A et figure (4.1) chapitre IV.

2) Une porte d'entrée. Cette porte est connectée aux sorties (SA, SB, SC et SD) du (P.A).

3) Une porte d'Entrée. Cette porte est connectée aux sorties d'état du (P.A).

Rappelons que le (PPI) est programmé à partir du microprocesseur (sortie fonction). Si le microprocesseur veut gérer une exécution d'une opération arithmétique, à partir du processeur arithmétique, il initialise toujours l'échange par le test de l'état de P.A. Ceci à partir d'une instruction d'entrée. Si le P.A est prêt (Ready) le microprocesseur peut exécuter l'échange par une instruction de sortie ou d'entrée des informations. Si le processeur arithmétique (P.A) est occupé, le microprocesseur n'exécute pas l'échange. Voir figure (6.3). Les sorties des informations sont des données ou des instructions propres au P.A et sont définies par les bits des commandes correspondants. Les entrées informations sont les résultats des calculs des opérations arithmétiques exécutées par (P.A).

Les avantages de cette technique sont :

1) Simplification du programme d'application et réduction de la taille de ses mémoires.

2) Le microprocesseur exécute l'opération arithmétique nécessaire à partir d'un simple échange (E/S) avec le (P.A).

3) Le (P.A) exécute la multiplication ou la division en un temps de (50-80msec). Pendant ce temps le microprocesseur peut exécuter une autre tâche, si nécessaire dans le cas d'extention et de développement du système.

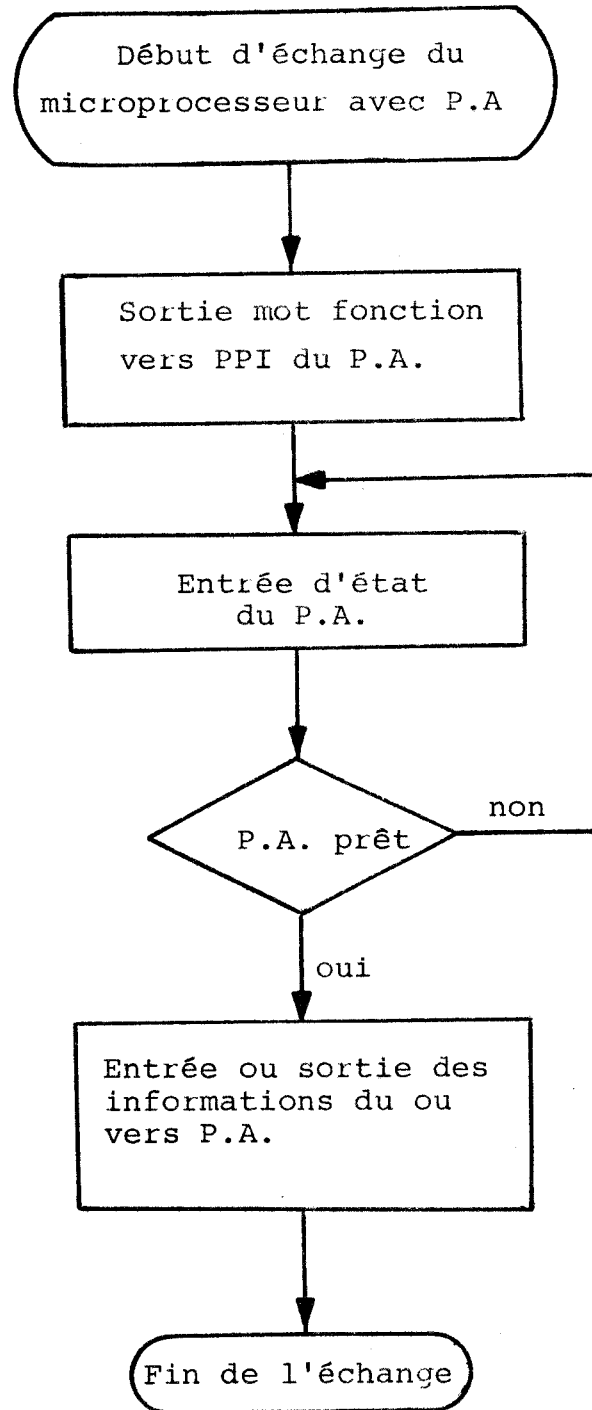


Figure (6.3) La gestion du microprocesseur d'un échange avec (P.A)

6.33 Les interfaces et l'échange Entrée/Sortie (E/S)

L'interface des périphériques avec le bus de données du microprocesseur peut s'effectuer à partir de (PPI) qui facilite, par ses caractéristiques logicielles, l'échange entre le microprocesseur et ses périphériques.

En général, le microprocesseur exécute les étapes d'échange comme du type "appel - réponse" entre deux unités digitales.

Les échanges "entrée - Sortie" sont comme l'échange entre le microprocesseur et le processeur arithmétique dans la figure (6.3).

Nous avons indiqué dans le chapitre V que le lecteur de cartes constitue la source d'interruption. Dans ce cas l'interruption du microprocesseur provoque le lancement de la tâche d'échange (entrée) avec le lecteur de cartes.

6.4 Conclusion

L'utilisation du microprocesseur dans la chaîne de pesage automatique donne la possibilité de développement et d'extention.

L'extention de la mémoire vive ou l'utilisation d'une mémoire de masse peut compenser l'augmentation du trafic des camions et du nombre de paniers à traiter.

Les caractéristiques du microprocesseur permettent le couplage du système aux ensembles informatiques et facilite l'échange des informations et des résultats avec une autre machine de traitement numérique.

L'adaptation de cette chaîne dans une autre industrie de même principe n'exige pas un changement essentiel dans la structure du système de traitement.

L'intégration du microprocesseur dans la chaîne de pesage automatique compense tous les désavantages du système semi-automatique. Ceci est dû aux caractéristiques logicielles du microprocesseur et au développement du module matériel associé avec lui.

Enfin, le développement du programme d'application exige plusieurs traitements avant l'implantation dans des mémoires mortes (ROMS). L'entretien de ce programme exige les codages de test et les partitions des mémoires etc... La protection de la mémoire vive et du microprocesseur de coupures de courant y compris les micro-coupures nécessite la protection de l'alimentation.

CONCLUSION GENERAL

La réalisation de la chaîne de pesage semi-automatique a atteint ses buts en réduisant l'erreur due aux mesures des poids des échantillons par l'utilisation d'une balance électronique précise et par l'annulation de l'influence humaine sur cette chaîne. L'exécution, par l'unité de traitement et de commande des calculs et de l'impression automatique des informations et des résultats, a réduit et facilité le travail humain. Les caractéristiques et les tâches de ce système de pesage semi-automatique correspondent au cahier de charges précisé par la direction de la coopérative de déshydratation d'Arci sur Aube.

L'amélioration de la chaîne de pesage semi-automatique nous a conduit à étudier une chaîne automatique qui peut compenser les désavantages de la chaîne semi-automatique. Ces désavantages sont : l'introduction des poids B et T par le clavier, qui est due à l'absence d'interface avec le pont-bascule, la fixation du poids des paniers et la réintroduction des poids verts des échantillons qui sont dus à l'absence de mémorisation de ces grandeurs pendant le traitement des échantillons dans l'étuve.

L'unité de traitement et de commande de la chaîne de pesage semi-automatique est à base de processeur arithmétique. Celui-ci ne possède pas les caractéristiques logicielles et matérielles nécessaires à la réalisation des tâches de la chaîne de pesage automatique.

Le développement technique dans le domaine du microprocesseur et de ses caractéristiques matérielles et logicielles, donne une vaste possibilité à réaliser la chaîne de pesage automatique.

Les caractéristiques du micro-processeur permettent au système de s'adapter au développement et à l'extension possibles dans l'usine et de s'intégrer dans l'ensemble informatique.

Dans ce sens, nous souhaitons la réalisation d'une chaîne de pesage automatique à base de micro-processeur qui peut répondre aux exigences industrielles de même genre d'applications.

TROISIEME PARTIE

ANNEXE

1. VUE D'ENSEMBLE

1.1 Légendes

- 1 Plateau
- 2 Touche "ON/TARE OFF"
- 3 Indicateur numérique
- 4 Réglage de l'horizontalité
- 5 Contrôle de l'horizontalité
- 6 Fusible secteur
- 7 Alimentation
- 8 Sortie digitale

1.2 Caractéristiques techniques

Précision de lecture	0,1 g
Zone de pesée (domaine électrique)	0...1200 g
Zone de tarage (soustractive)	0...1200 g
Reproductibilité	±0,05 g
Linéarité	±0,1 g
Précision	±0,15 g
Domaine de dépassement	≈100 g
Charge maximale	≈1300 g
Température ambiante admissible pendant le service	10...30°C
Ecart de sensibilité (10...30°C)	±0,03 g/°C
Ecart du zéro (10...30°C)	±0,05 g/°C
Temps de stabilisation (typique)	≈1 s
Ecart d'affichage pour une inclinaison de 1 : 1000	<0,05 g
 Sortie digitale	
- parallèle, y compris virgule et signe	1-2-4-8
- code DCB	0...+0,4 V
- niveau (compatible TTL/DTL) : 0	+2,4...+5,5 V
L	
- Prise Amphenol à 50 pôles, type Micro Ribbon Plug 57-40500	

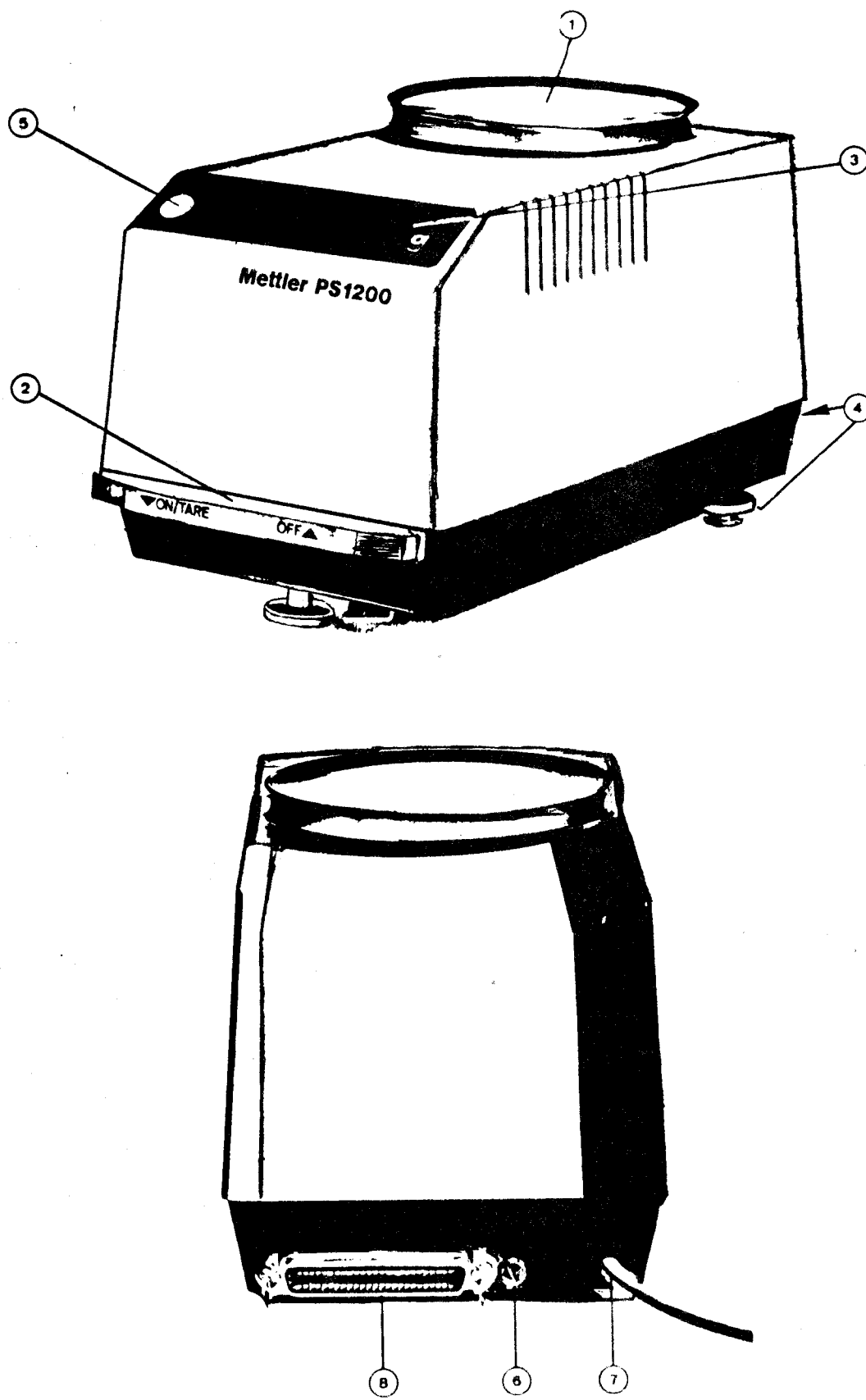


Figure (1) Balance des échantillons

ANS
LILLE

Alimentation secteur

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| - sélecteur de tension | 110, 130, 155, 220, 240V |
| - variations de tension admissibles | + 10 %, - 15% |
| - fréquence | 50/60 Hz |
| - puissance absorbée | ~ 20 W |

Plateau en acier au nickel-chrome

Ø 130 mm

Boîtier de la balance (largeur x
profondeur x hauteur)

157 x 310 x 180 mm

Poids net

6 kg

1 Mode d'emploi Voir Figure 11.1 Mise en circuit et hors circuit de la balance

- Mettre en circuit la balance en exerçant une pression sur la touche (2).
- L'indicateur numérique (3) s'allume (il affiche 0000,0g)
- Mettre la balance hors circuit en soulevant légèrement la touche (2).

1.2 Pesée

- Appuyer sur la touche (2). L'indicateur doit afficher 0000,0 f.
- Charger le plateau.
- Lire le poids affiché en (3).
- Lorsqu'on dépasse la portée de la balance, l'affichage (3) s'éteint ; seule la virgule reste allumée.

1.3 Tarage et dosage

- Placer le récipient sur le plateau.
- Appuyer sur la touche (2). L'indicateur doit afficher 0000,0 g.
- Verser la substance à peser en surveillant seulement les chiffres de l'indicateur en mouvement.
- Surveiller tous les chiffres de l'indicateur (3) lorsqu'on se rapproche du poids désiré.
- Lorsqu'on dépasse la portée de la balance, l'affichage (3) s'éteint ; seule la virgule reste allumée.
- La capacité disponible pour le dosage est égale à la zone de pesée (1200 g) moins la tare.

1.4 Pesée de contrôle (plus-moins)

- Placer le poids nominal sur le plateau.
- Appuyer sur la touche (2). L'indicateur doit afficher 0000,0 g.
- Retirer le poids nominal. (Celui-ci apparaît sur l'indicateur (3), avec signe négatif).
- Placer le poids à contrôler sur le plateau.
- L'écart entre ce dernier et le poids nominal est affiché sur l'indicateur (3) avec signe approprié.

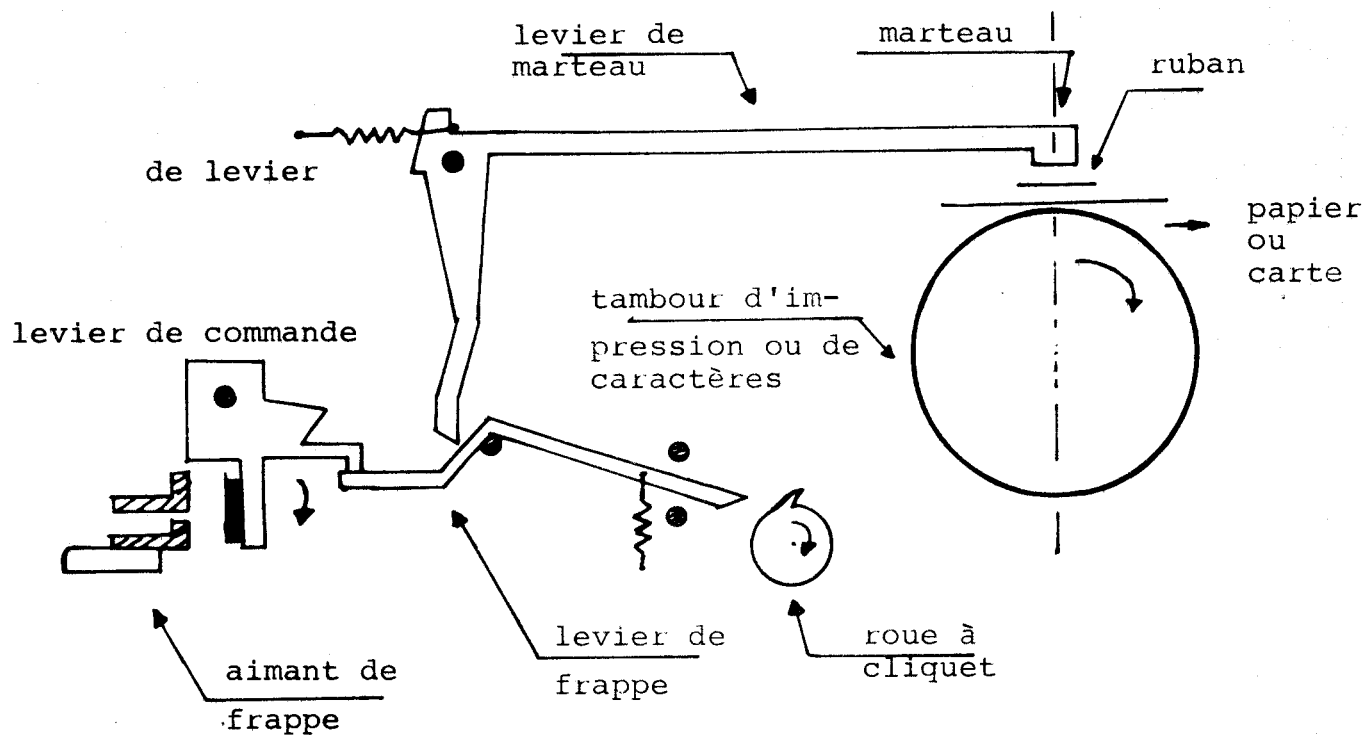


Figure 1 Mécanisme d'impression.

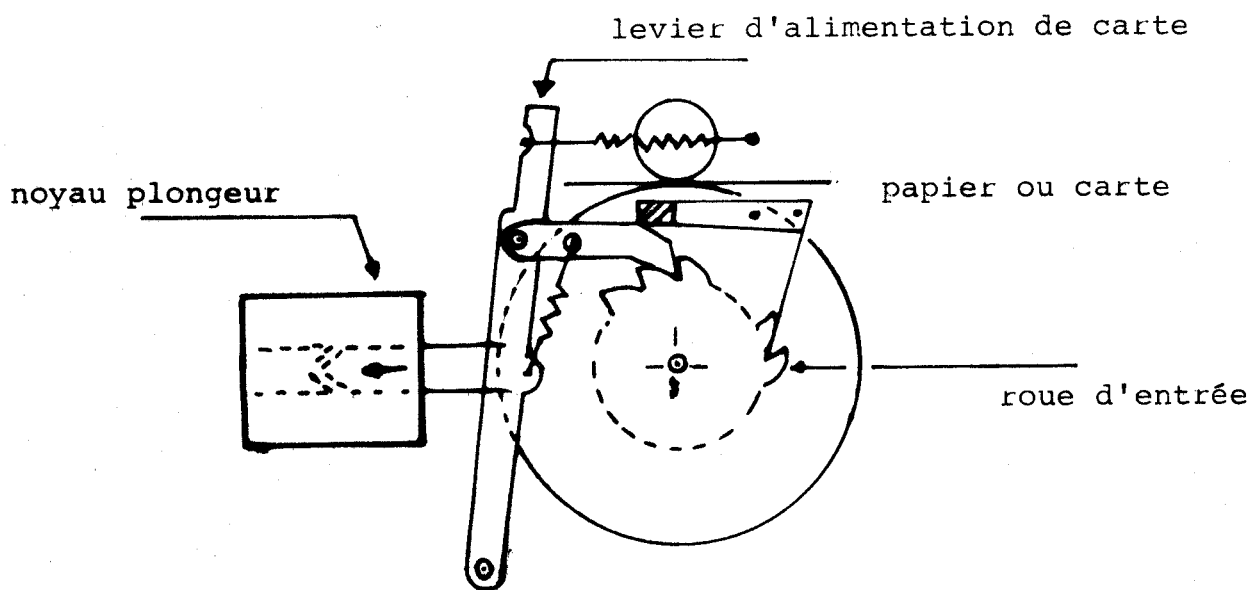
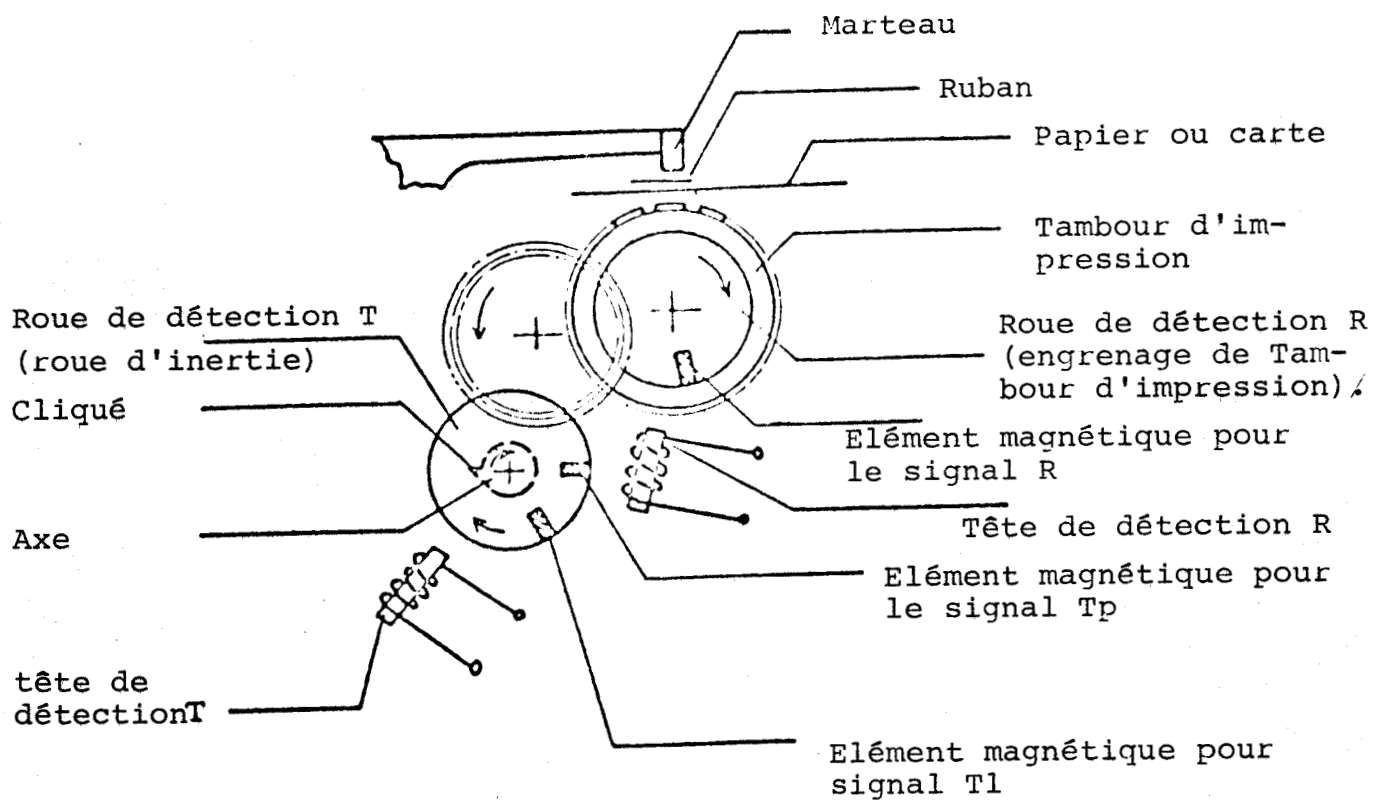


Figure 2 Mécanisme d'avance papier ou carte



NOT : le rapport entre l'engrenage de la roue d'inertie et l'engrenage du tambour d'impression est : 16/1.

Figure 3 Le mécanisme de détection de Position.



PROCESSEUR ARITHMETIQUE

1 Signaux de cadencement

Les différents signaux de cadencement sont obtenus à partir d'une horloge externe : fréquence nominale 250 KHz .

La durée d'un état interne du processeur est égale à trois cycles de l'horloge externe (figure 1). La durée d'un temps de digit Dt est égale à la durée de treize états internes (156 μsec)

Cette durée correspond à l'intervalle de temps pendant lequel un digit BCD est présenté sur les sorties SA, SB, SC et SD.

Il y a onze signaux de sortie Dt (Dt_n $n = (1, \dots, 11)$) qui sont utilisés pour balayer l'entrée de données et multiplier la sortie de données. Un seul signal Dt_n est "haut" à la fois.

Une sortie d'horloge Dh , de période égale à Dt permet de synchroniser et de stocker les sorties dans une mémoire.

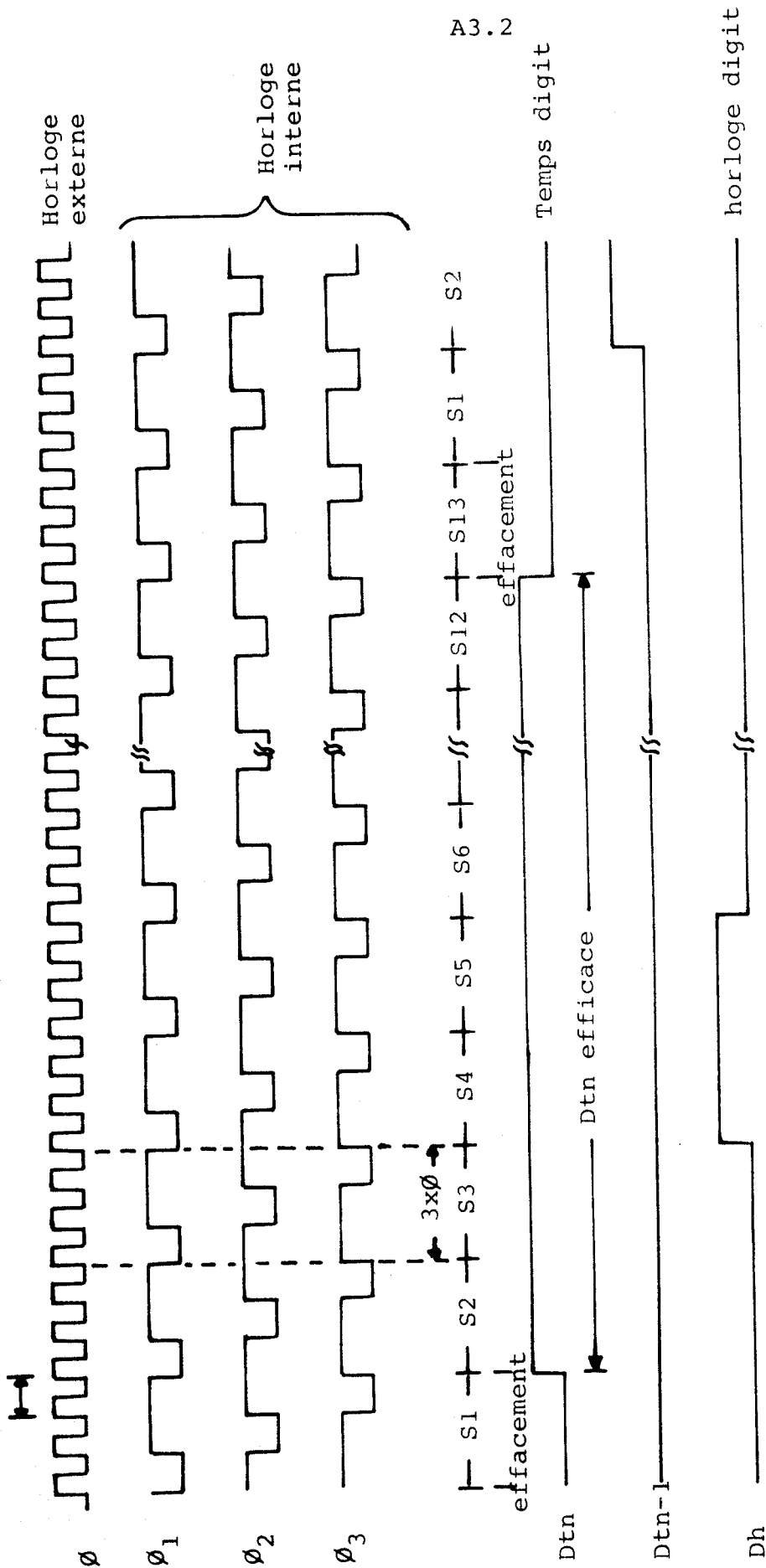
2 L'entrée de données

Les données doivent être introduites en série mot par mot. Un mot est constitué de cinq bits d'information : quatre pour coder l'information numérique (BCD) ou une instruction, le cinquième est utilisé pour différencier une donnée numérique d'un code opération. La figure (2) représente le code d'entrée du processeur arithmétique.

Les informations sont introduites en série à l'aide des signaux Dt_n $n = 1, \dots, 11$, générés par le processeur.

Les lignes d'entrées sont désignées par les symboles KO, KN, KP et KQ (figure 3).

250KH3 Typique



A3.2

Figure 1 Diagramme de temps (pour un temps digit).



Bite de contrôle					notation d'entrée
	2^3	2^2	2^1	2^0	
A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	4
0	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	6
0	1	1	1	1	7
0	1	0	0	0	8
0	1	0	0	1	9
1	0	0	0	0	remise à zéro (clear)
1	0	0	0	1	égal (equals)
1	0	0	1	0	multiplication
1	0	0	1	1	division
1	0	1	0	0	addition
1	0	1	0	1	incrémentatation
1	0	1	1	0	soustraction
1	0	1	1	1	décrimentation
1	1	0	0	0	addition jusqu'à débordement
1	1	0	0	1	soustraction jusqu'à zéro
1	1	0	1	0	décalage à droite
1	1	0	1	1	décalage à gauche
1	1	1	0	0	exchange operande

Entrée numérique

Code
d'ins-
truction.

Figure 2 Code d'entrée

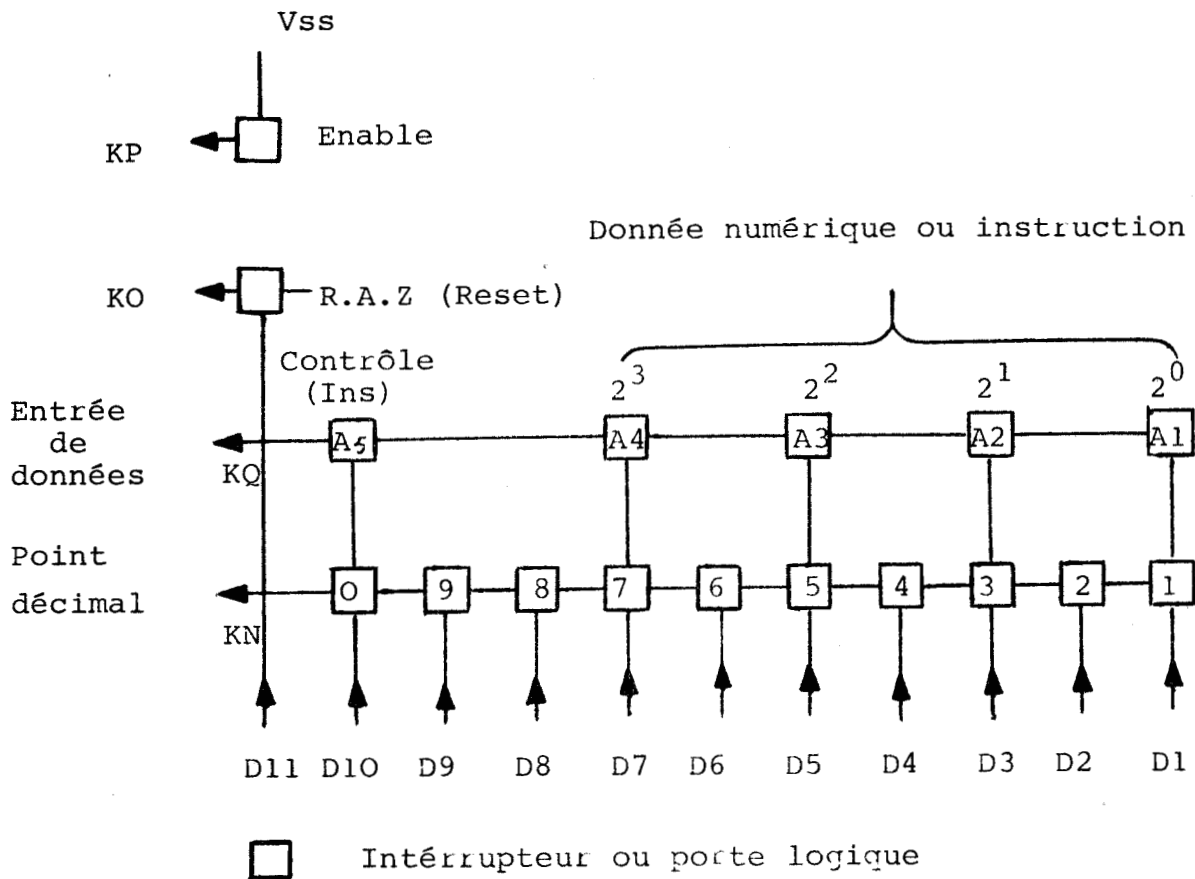


Figure (3) Mode d'entrée des données et des commandes

Les rectangles de la figure 3 désignent des interrupteurs de connection directe entre les lignes des digits Dt_n et les entrées K.

3 La sortie des données

Le processeur arithmétique possède deux types de signaux de sortie :

- sorties numériques,
- signaux d'états.

Les sorties numériques sont présentées en série sous la forme de quatre bits parallèles (BCD) pendant les temps Dt_{10} (plus fort poids) à Dt_1 (plus faible poids) sur les sorties SA, SB, SC et SD.

La figure (4) représente le code de sortie :

SORTIE DE DONNEES				:	SORTIE D'ETAT			:	Valeur Décimale
SA	SB	SC	SD	:	SE	SF	SG	:	
0	0	0	0	:	0	0	0	:	0
0	0	0	1	:	0	0	0	:	1
0	0	1	0	:	0	0	0	:	2
0	0	1	1	:	0	0	0	:	3
0	1	0	0	:	0	0	0	:	4
0	1	0	1	:	0	0	0	:	5
0	1	1	0	:	0	0	0	:	6
0	1	1	0	:	0	0	0	:	7
1	0	0	0	:	0	0	0	:	8
1	0	0	1	:	0	0	0	:	9

Figure (4) Les sorties du (P.A)

Les sorties d'état sont disponibles sur les bornes SE, SF, SG durant le temps Dt_{11} . Pendant Dt_{11} les sorties numériques sont nulles. Le code d'état est donné figure(5).

SE	SF	SG	
1	X	0	OCCUPE (BUSY)
0	X	0	PRET (READY)
0	0	0	SIGNE POSITIF
0	1	0	SIGNE NEGATIF
X	X	1	ERREUR

Figure (5) Le code de la sortie d'état du (P.A)

4 L'entrée Point Décimal

Le processeur travaille en mode (point décimal) fixe à l'entrée et à la sortie.

Le signal point décimal (P.D) est impliqué par le temps de digit (D_t) où l'entrée KN est en logique haute.

Ce signal n'affecte pas les opérations d'addition et de soustraction, mais affecte la multiplication et la division. La figure(6) représente l'utilité de ce signal avec le temps de digit (D_{t_n}) correspondant à la position du point décimal

REGISTRE DE SORTIE

MSD									LSD		D_t
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	D_{10}
x	.	x	x	x	x	x	x	x	x		D_9
x	x	.	x	x	x	x	x	x	x		D_8
x	x	x	.	x	x	x	x	x	x		D_7
x	x	x	x	.	x	x	x	x	x		D_6
x	x	x	x	x	.	x	x	x	x		D_5
x	x	x	x	x	x	.	x	x	x		D_4
x	x	x	x	x	x	x	.	x	x		D_3
x	x	x	x	x	x	x	x	.	x		D_2
x	x	x	x	x	x	x	x	x	.	x	D_1

Figure (6) La position du point-virgule décimale (D_{t_n} quand $KN = V_{ss}$).

5 Circuits réalisés à partir du processeur

La figure 7 indique l'interface du P.A. avec les circuits (TTL) d'entrée et de sortie , et la mise en forme des signaux de commande , de données et de balayage.

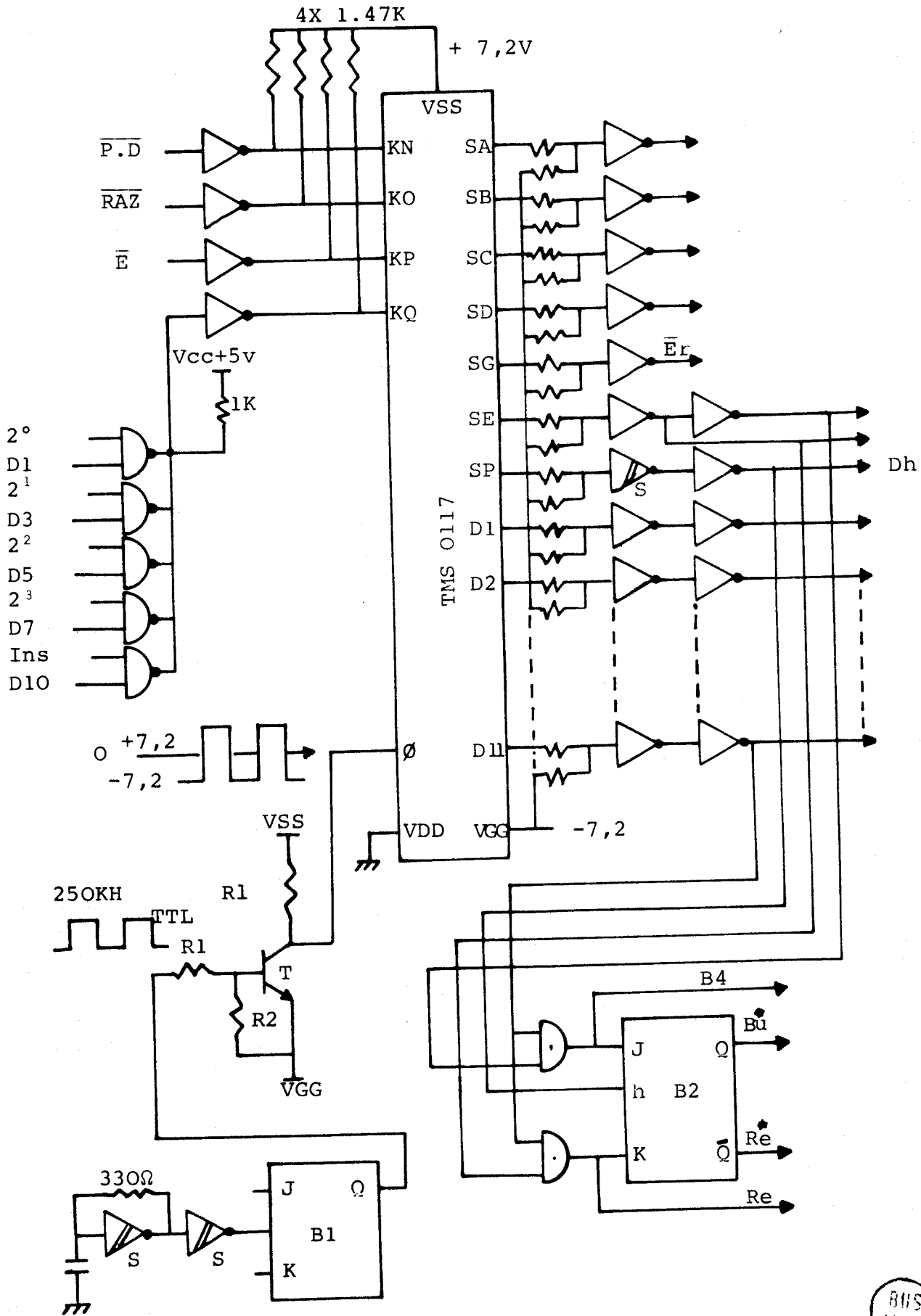
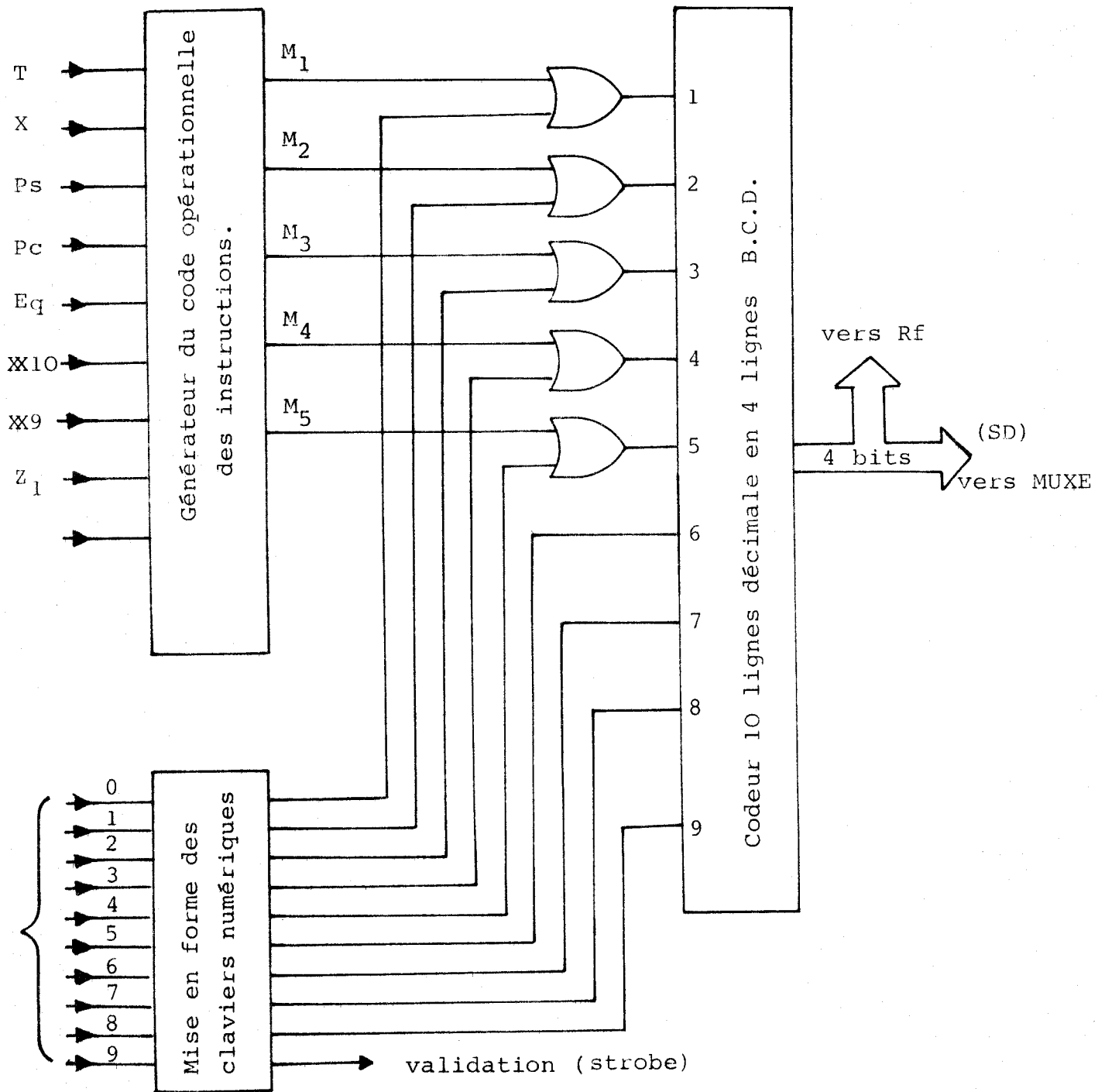


Figure 7



ANNEXE PRESENTATION CIRCUIT A4

Dans cette annexe, les diagrammes présentent le fonctionnement général de certains circuits utilisés dans la réalisation de la chaîne de pesage semi-automatique.



NOTE : Cn : clavier numérique
 SD : Données numériques ou instruction
 Aussi voir tables I et II

Figure 1 Codage des données (numériques ou instruction).

C.n	InS	(SD)			
		COMMANDE D'OPERATION			
		2^3	2^2	2^1	2^0
		A_4	A_3	A_2	A_1
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	0
5	0	0	1	0	1
6	0	0	1	1	0
7	0	0	1	1	1
8	0	1	0	0	0
9	0	1	0	0	1

Table I



COMMANDE D'OP.	TYPE D'OP.	InS A ₅	(SD)			
			COMMANDE D'OPERATION			
			2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
			A ₄	A ₃	A ₂	A ₁
M ₁	=	1	0	0	0	1
M ₂	x	1	0	0	1	0
M ₃	÷	1	0	0	1	1
M ₄	:Exchange	1	1	1	0	0
M ₅	-	1	0	1	1	0

Table II

NOTE : Cn : clavier numérique
 op : opération
 Nu : commande numérique.



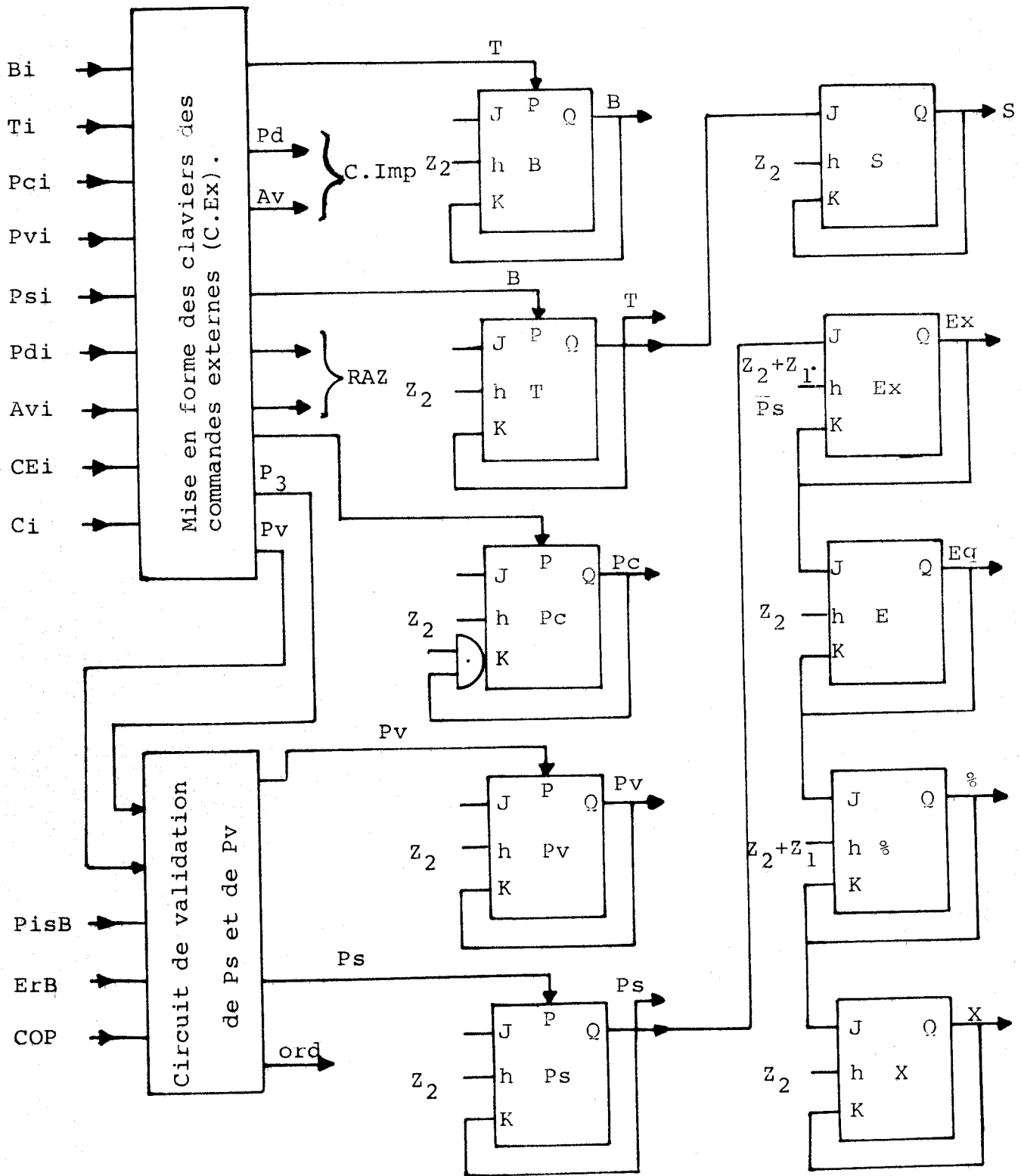


Figure 2 Génération des commandes des opérations.



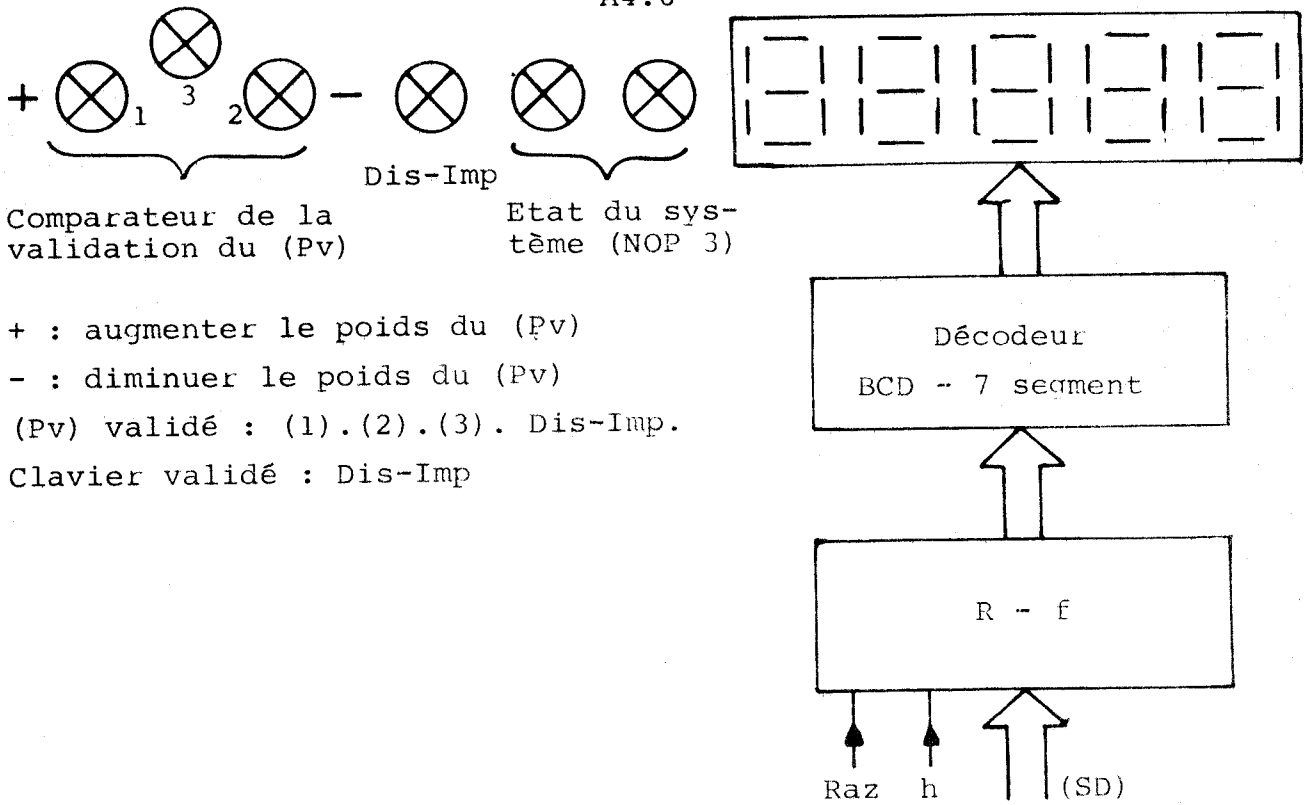


Figure 3 pupitre de visualisation.

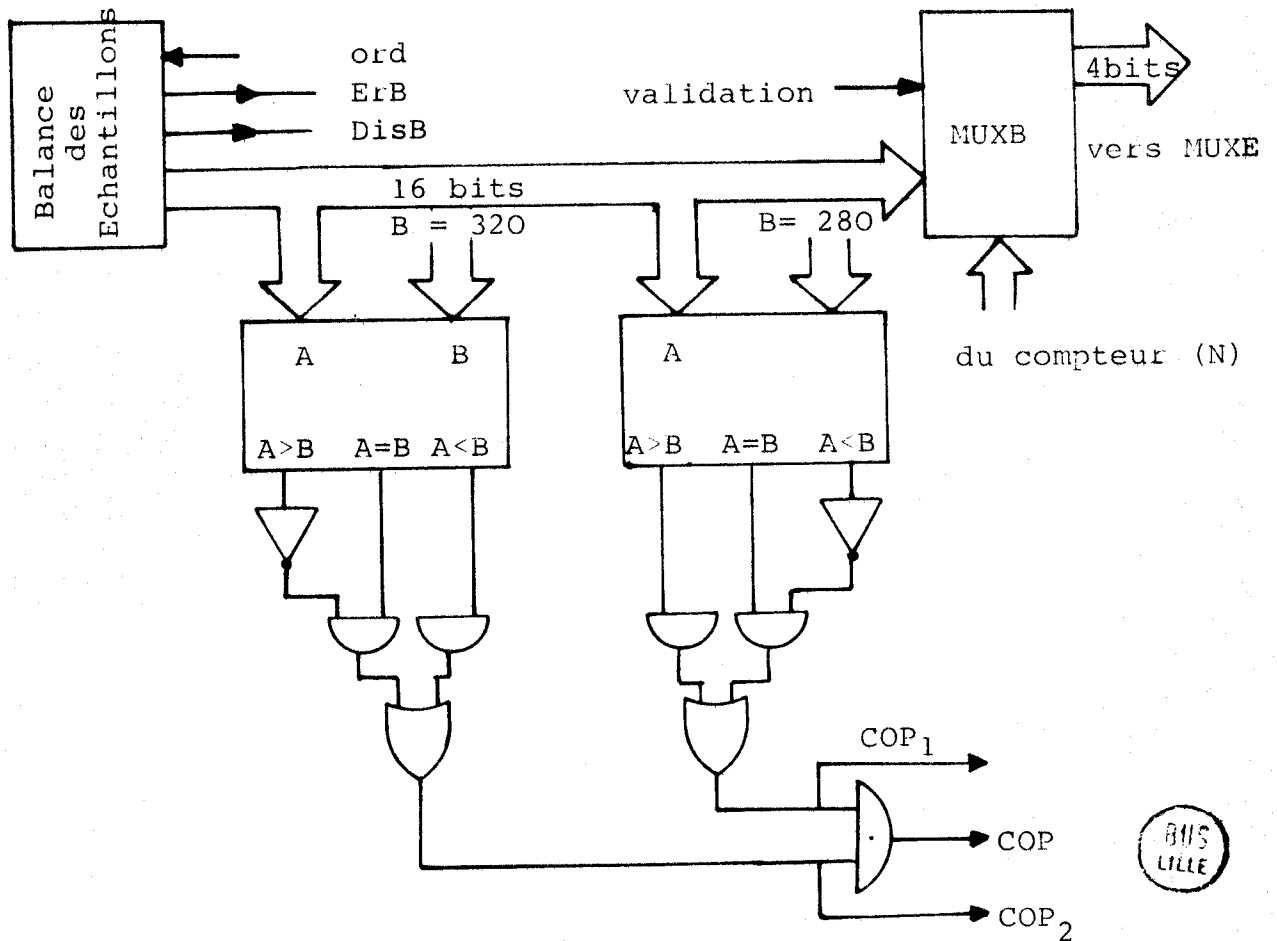
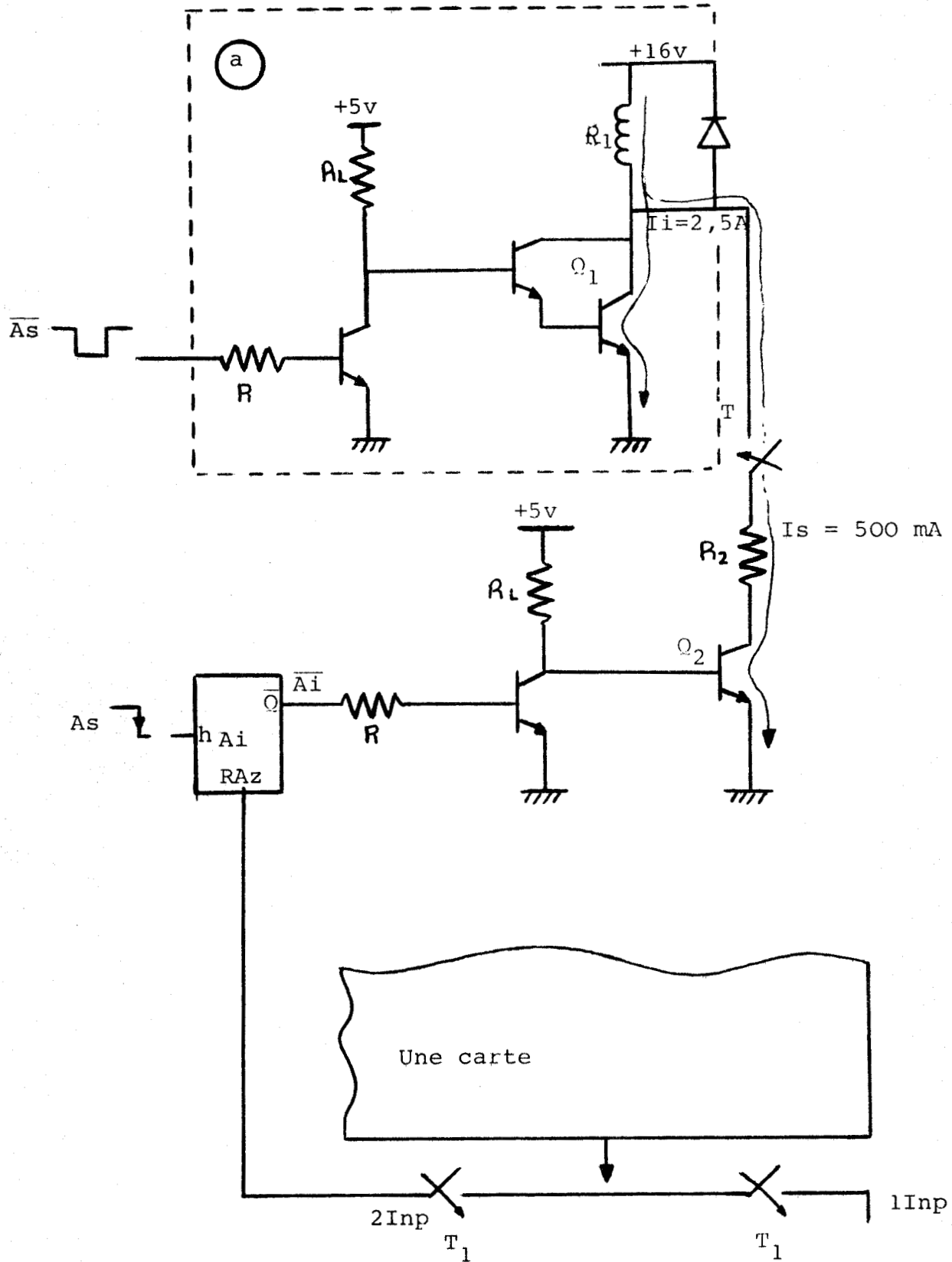


Figure 4 Interface de la balance (voir aussi figure 1 annexe (C.PA)).



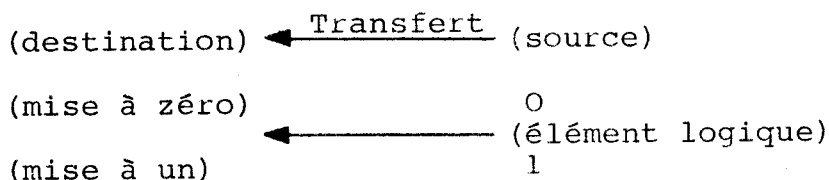
NOTE : le circuit (a) est l'équivalent aux amplificateurs (A_v) et (A_r)

Figure 6 Mécanisme d'introduction de carte

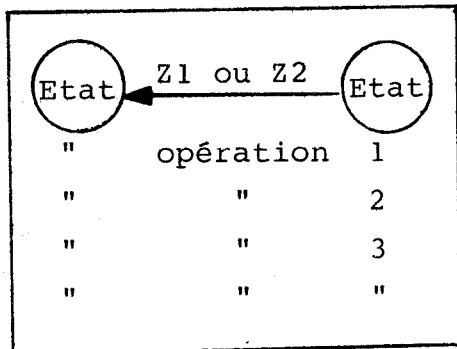
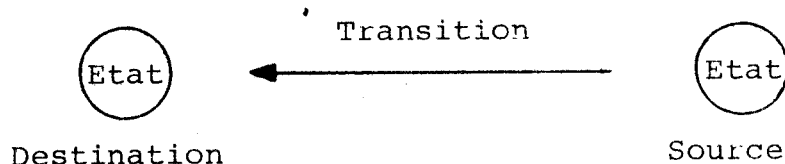
ANNEXE C-PA A4.1

Dans cette annexe nous présentons l'organigramme des opérations de l'unité de commande (C-PA) dans la figure (2). La figure (1) présente la validation des commandes (Pv et Ps).

Les symboles qui sont utilisés dans les figures (1 et 2) sont définis comme suit :



② , ③ et ④ sont les états de circuit séquentiel (C.S)



Les opérations sont exécutées en parallèle pendant la transition de l'état source à l'état de destination.

Les opérations dans les blocs qui suivent un bloc qui a une opération de transition sont exécutées pendant l'état de destination de transition.

Bu, Bu, Re, Re, D1 à D11, sont définis dans l'annexe du P.A

E* : une bascule : l'état actif de cette bascule indique la présence d'une interruption des claviers numériques.

XX (nombre) : L'état du compteur de caractères (N)

Op : les codes des opérations (Op) sont définis par la table (I).

COMMANDE	Ins	O	DEFINITION
TVXVEX	1	0 0 0 1	=
B	1	0 1 1 0	-
Ps	1	1 1 0 0	a/b → b/a
Eq	1	0 0 1 0	x
Pc	1	0 0 1 1	÷
R.A.Z	1	0 0 0 0	R _{cl} = 0

TABLE (I)

Il faut noter que les commandes (B, T, Pc, Ps ou Pv) provoquent une interruption (INT) quand le (C.PA) est en état (3), et le (P.A) en état prêt et ne fait aucune opération (3) NOP)

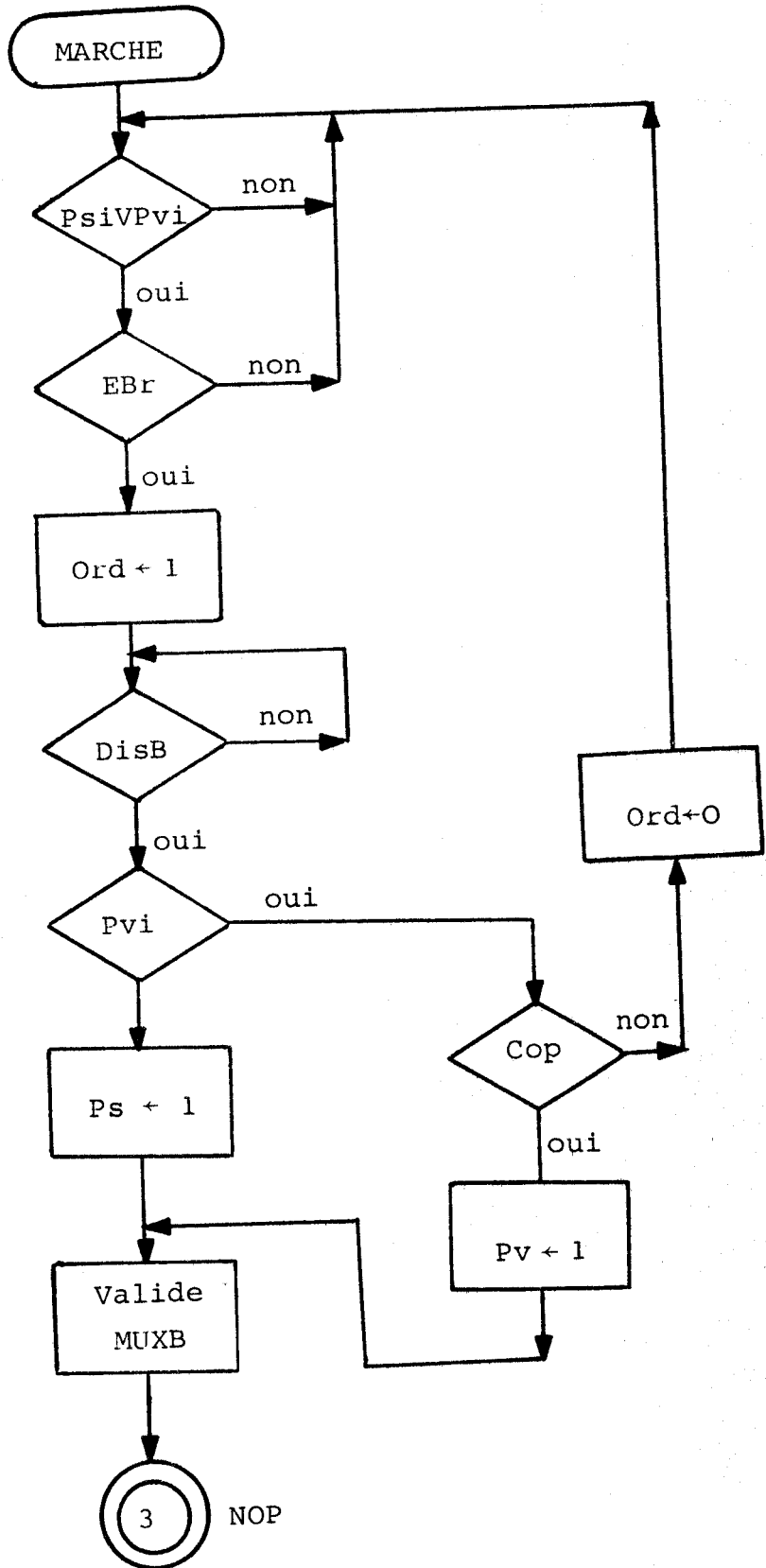
Les commandes %, S et X correspondent à :

$$(\%) = \frac{Ps}{Pv} \times 100 \text{ résultat}$$

$$(S) = B - T = Pvt \text{ résultat}$$

$$(X) = Pvt \times (\%) = Pst \text{ résultat.}$$

Les opérateurs "v" et "." sont les opérateurs logiques "OU" et "ET" respectivement.



Figure(1) La validation des commandes (Ps) ou (Pv)

BUS
LISE

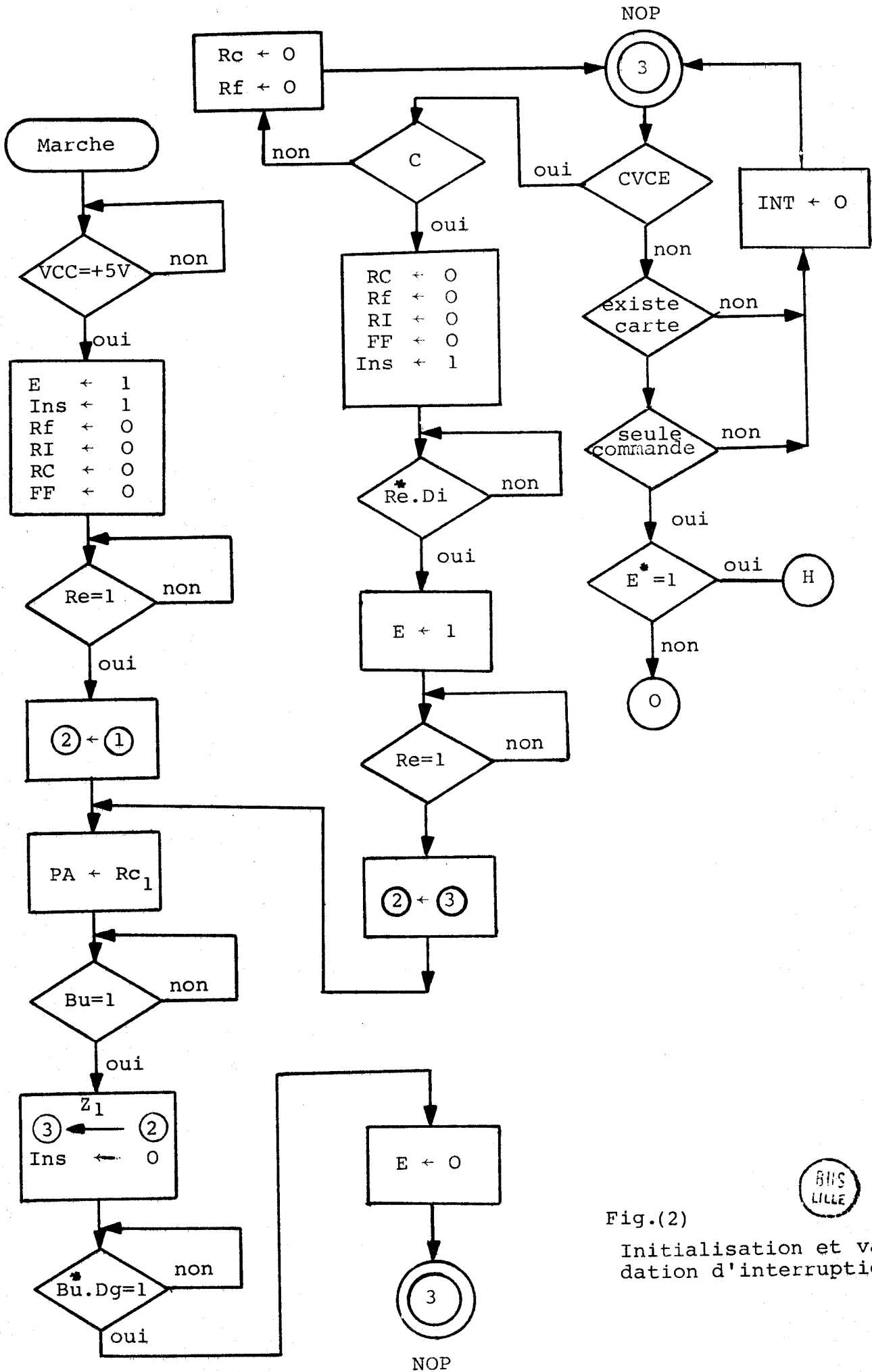
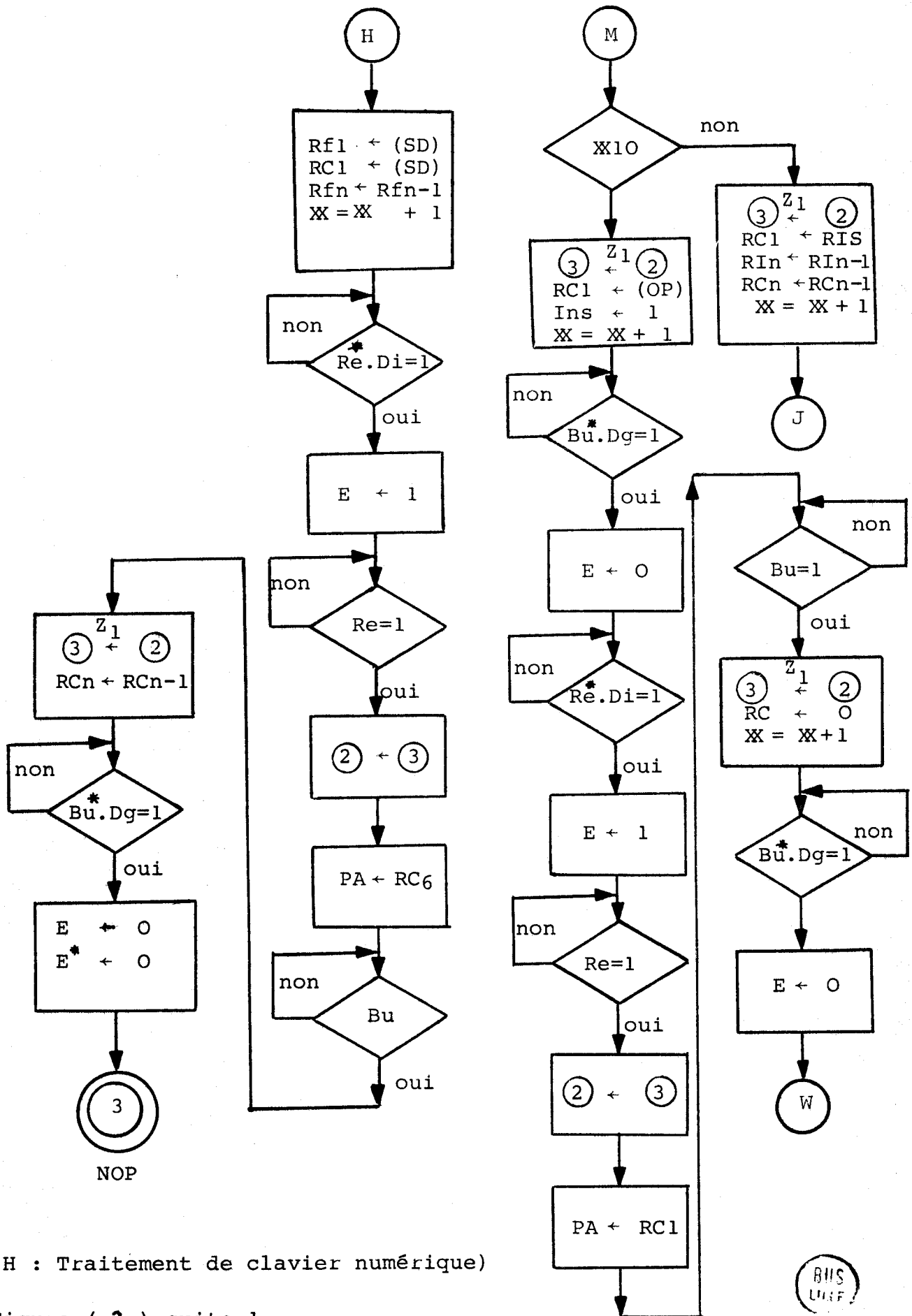


Fig.(2)

Initialisation et validation d'interruption (INT)





(H : Traitement de clavier numérique)

Figure (2) suite 1



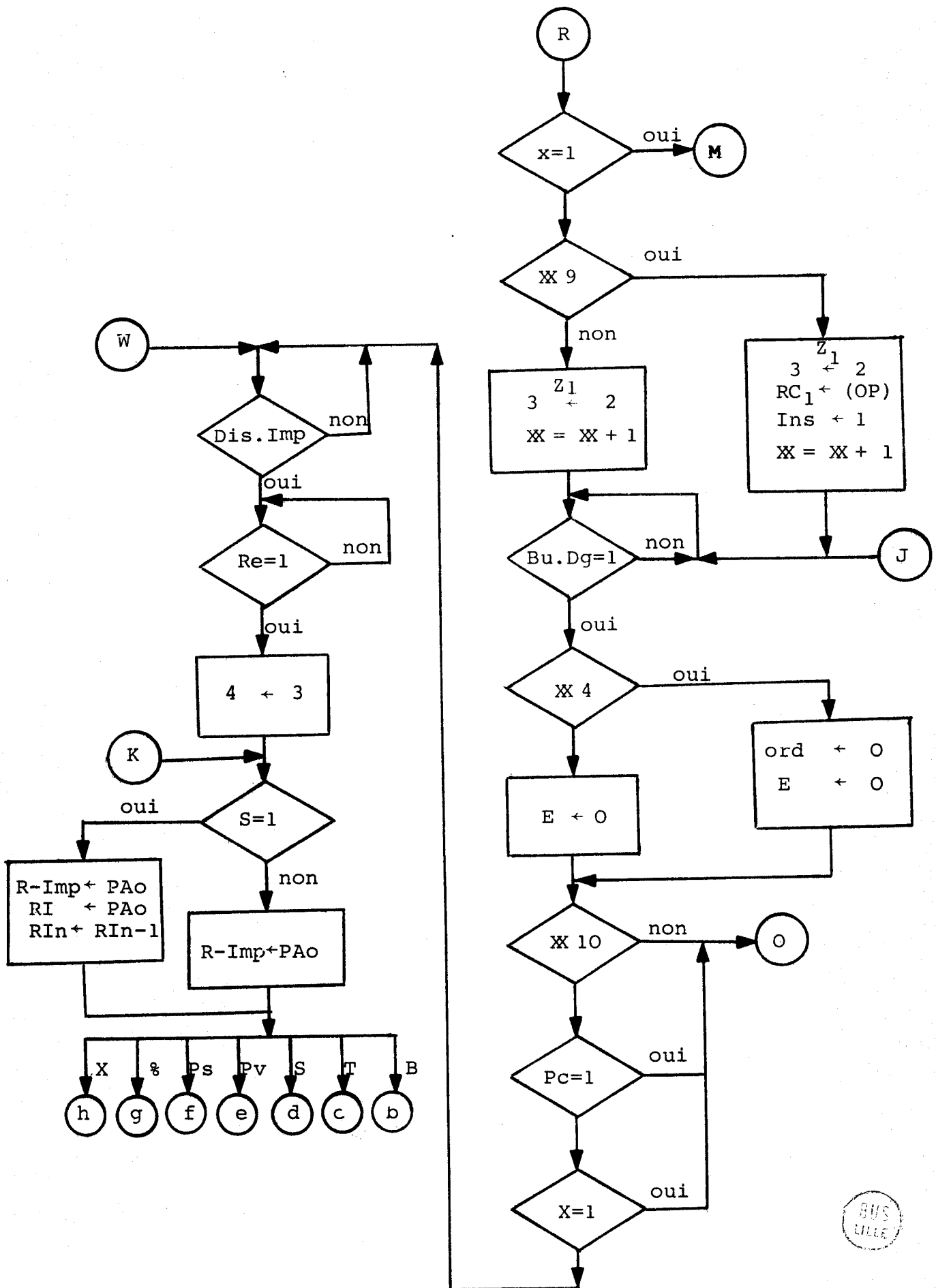


Figure (2) suite 2



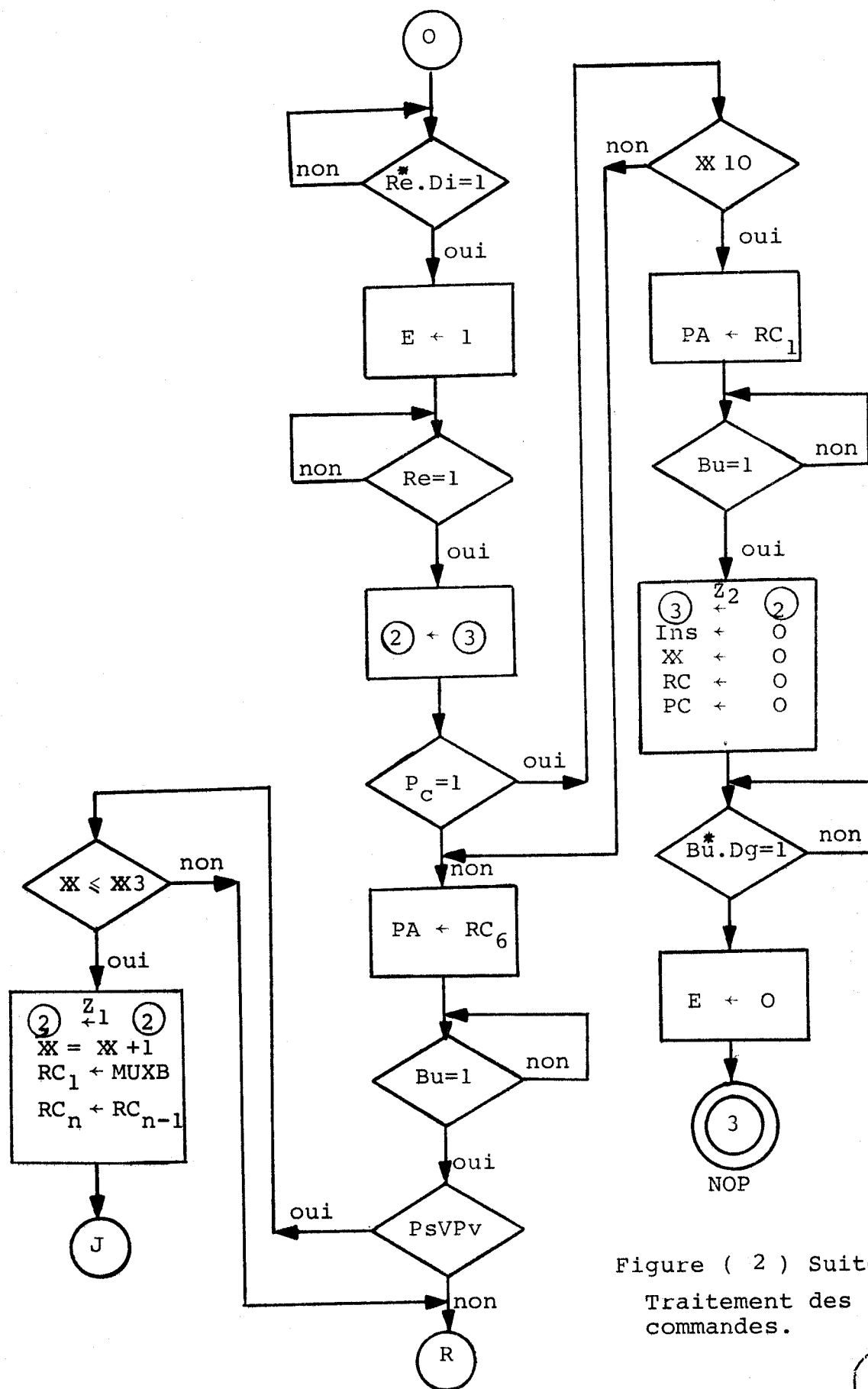


Figure (2) Suite 3
 Traitement des
 commandes.



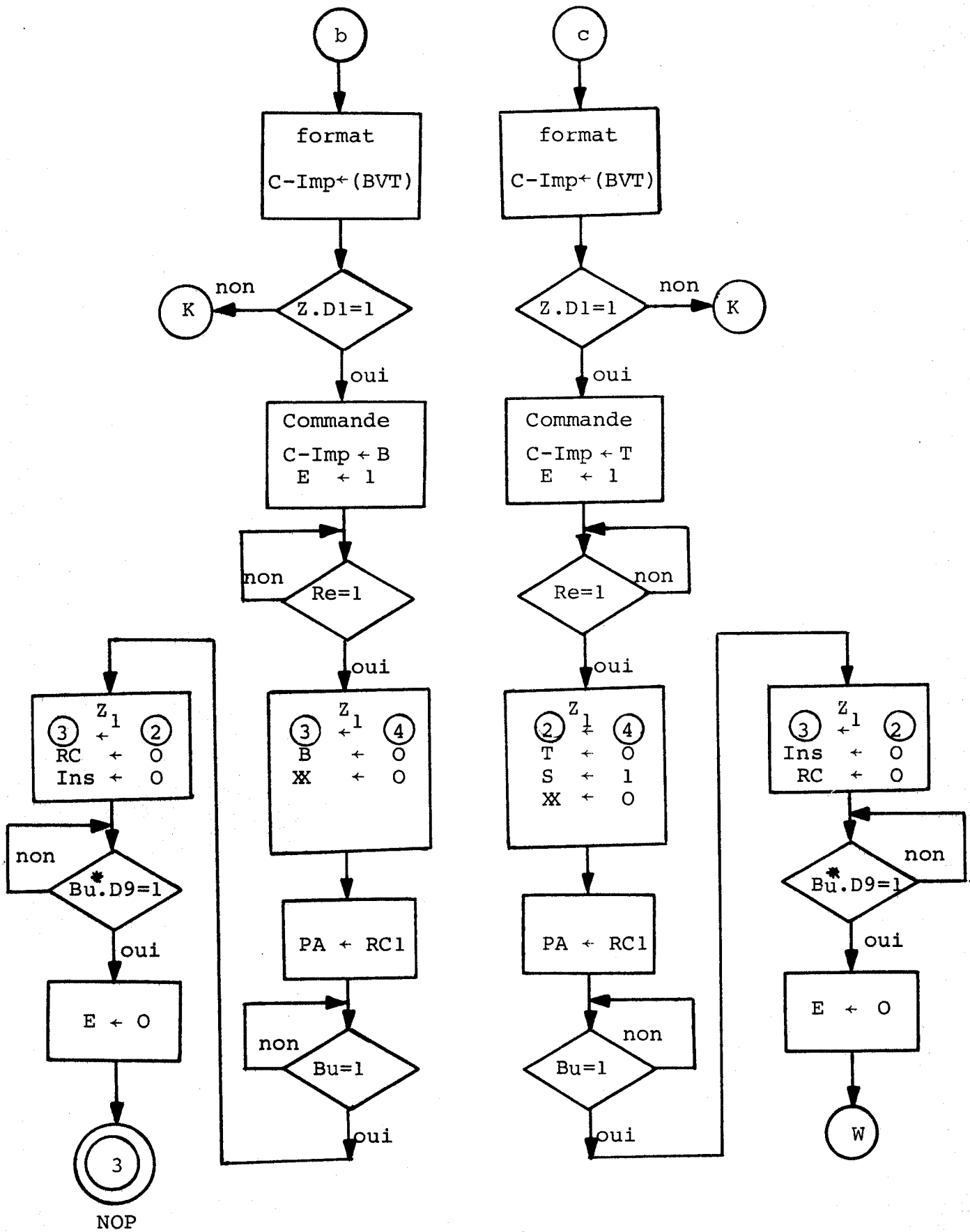


Figure (2) suite 4



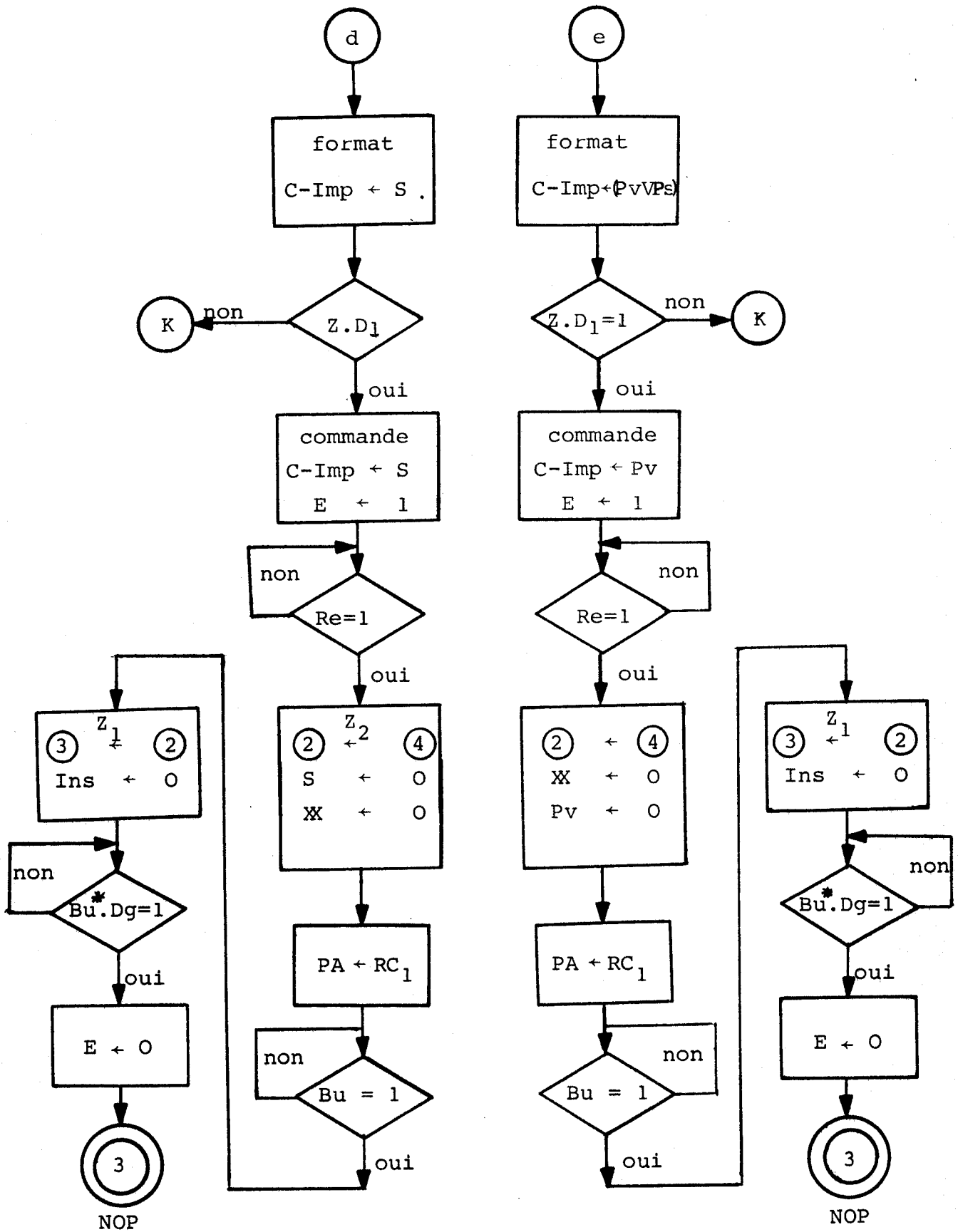


Figure (2) Suite 5



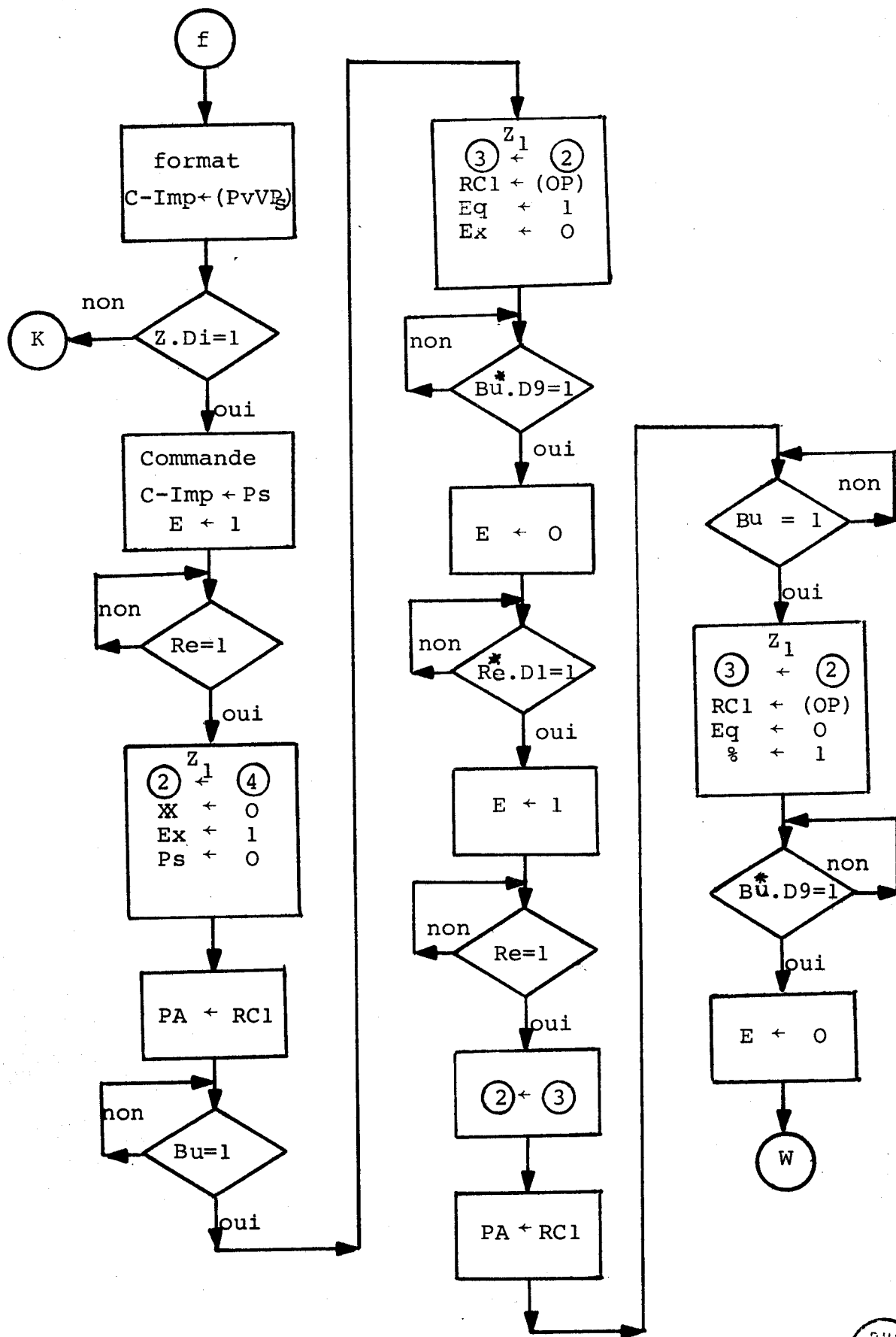


Figure (2) suite 6

BUS
LILLE

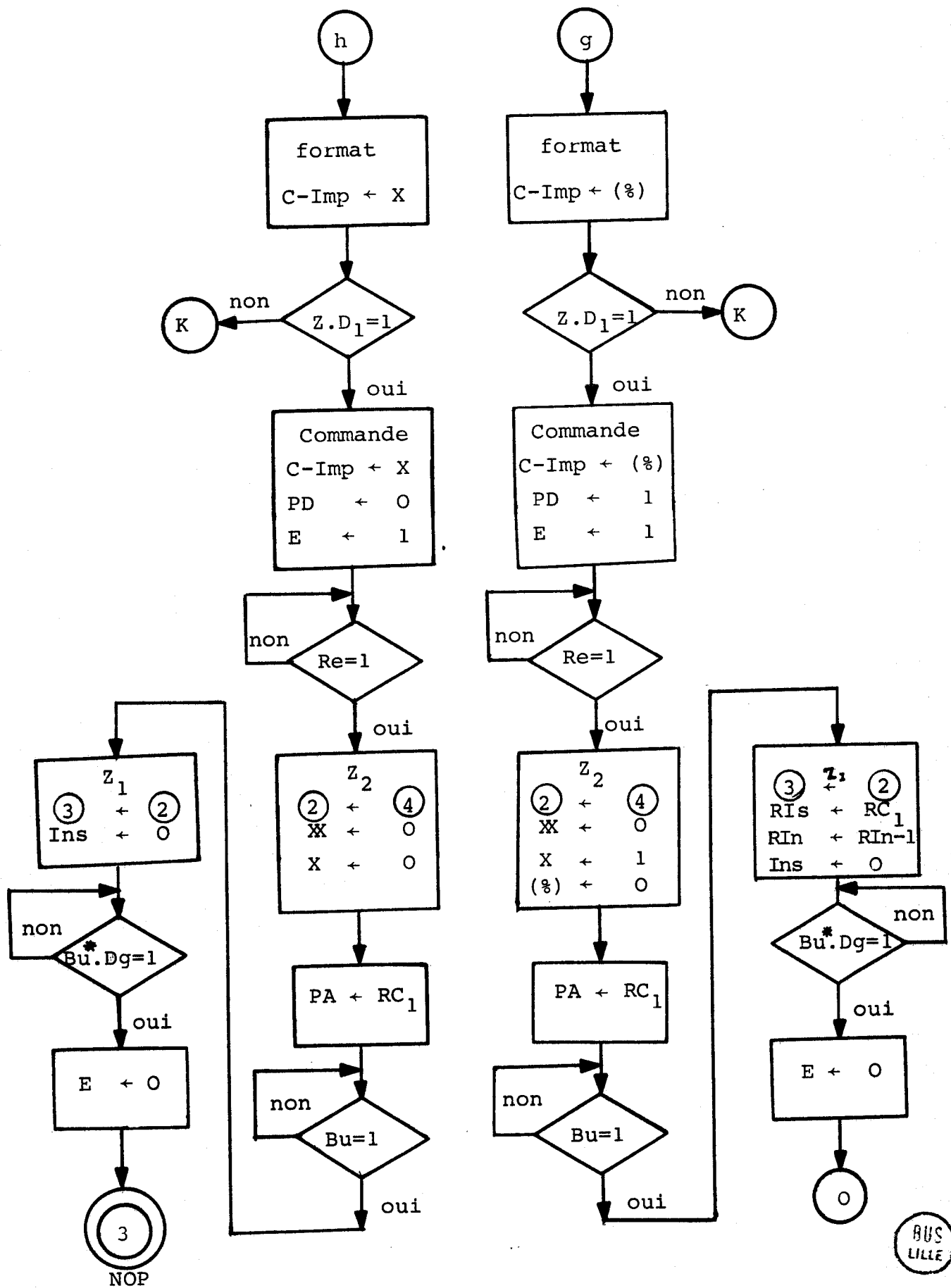


Figure (2) SUITE 7

ANNEXE C-Imp A 42

Dans cette annexe, la figure (1) présente l'organigramme du circuit de commande C-Imp.

La définition de ce symbole est la même que celle de l'annexe A 41.

La table I présente le temps nécessaire à l'imprimante pour exécuté chaque commande.

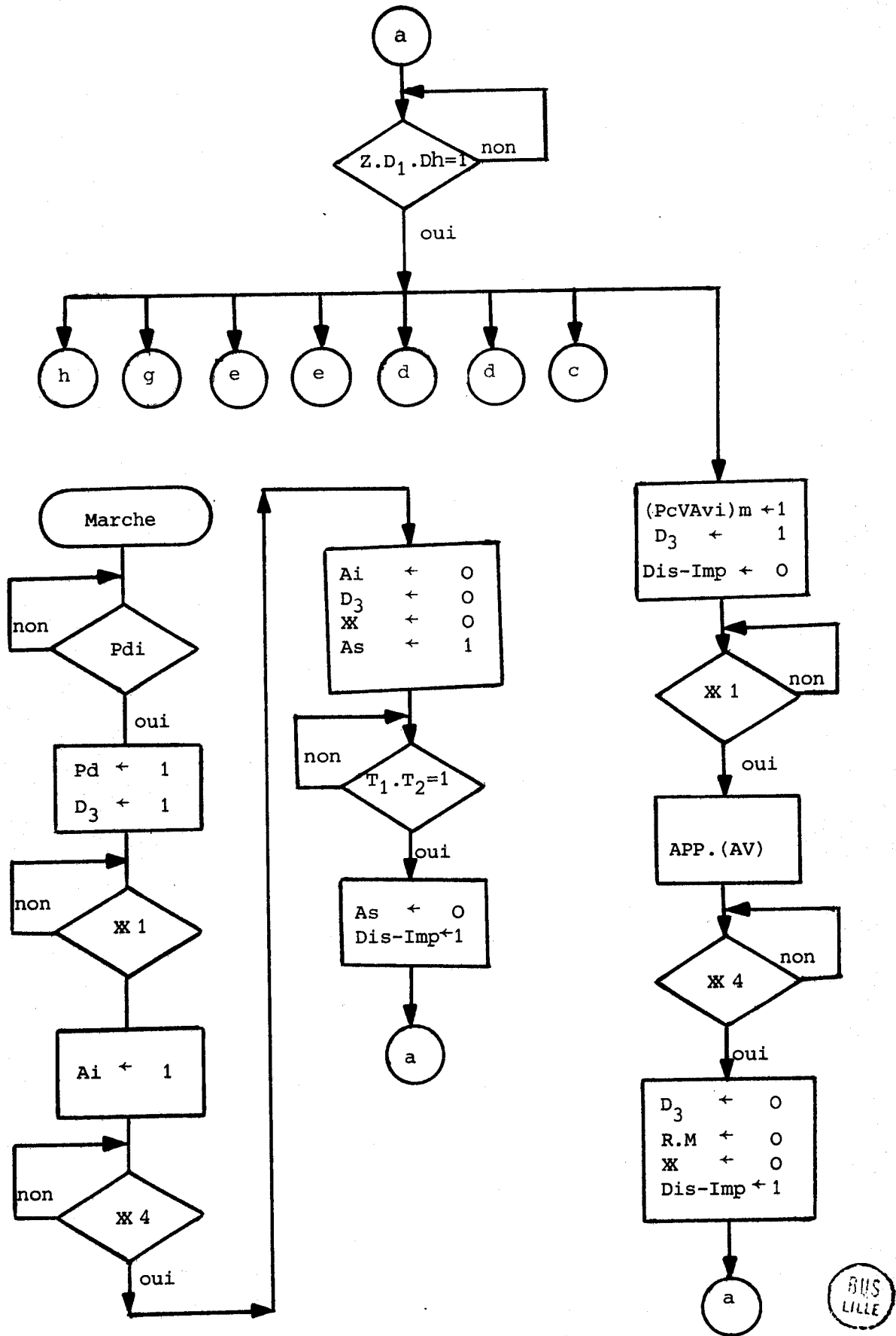


Figure 1 Les séquences des commandes du (C-Imp).

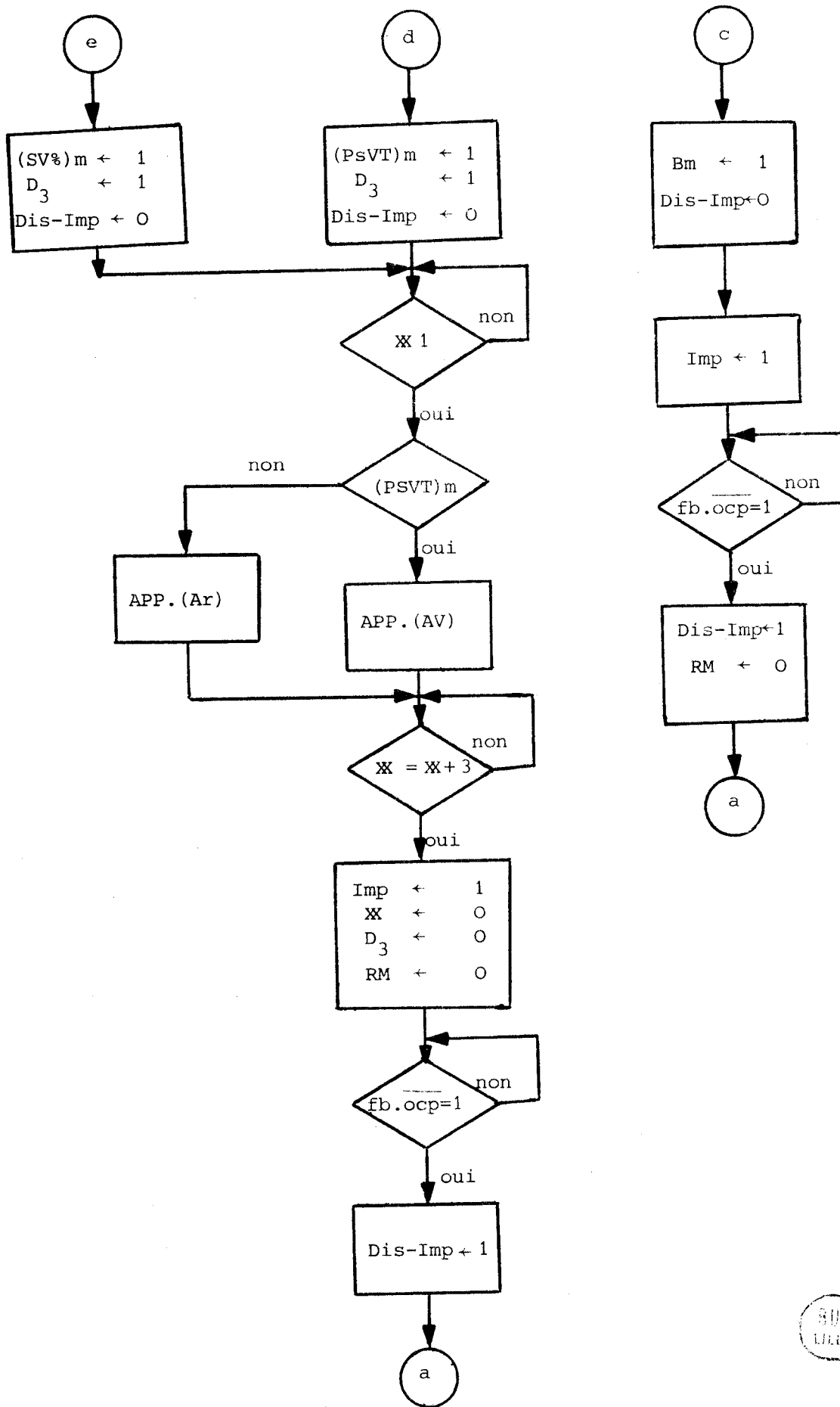


Figure 1 Suite

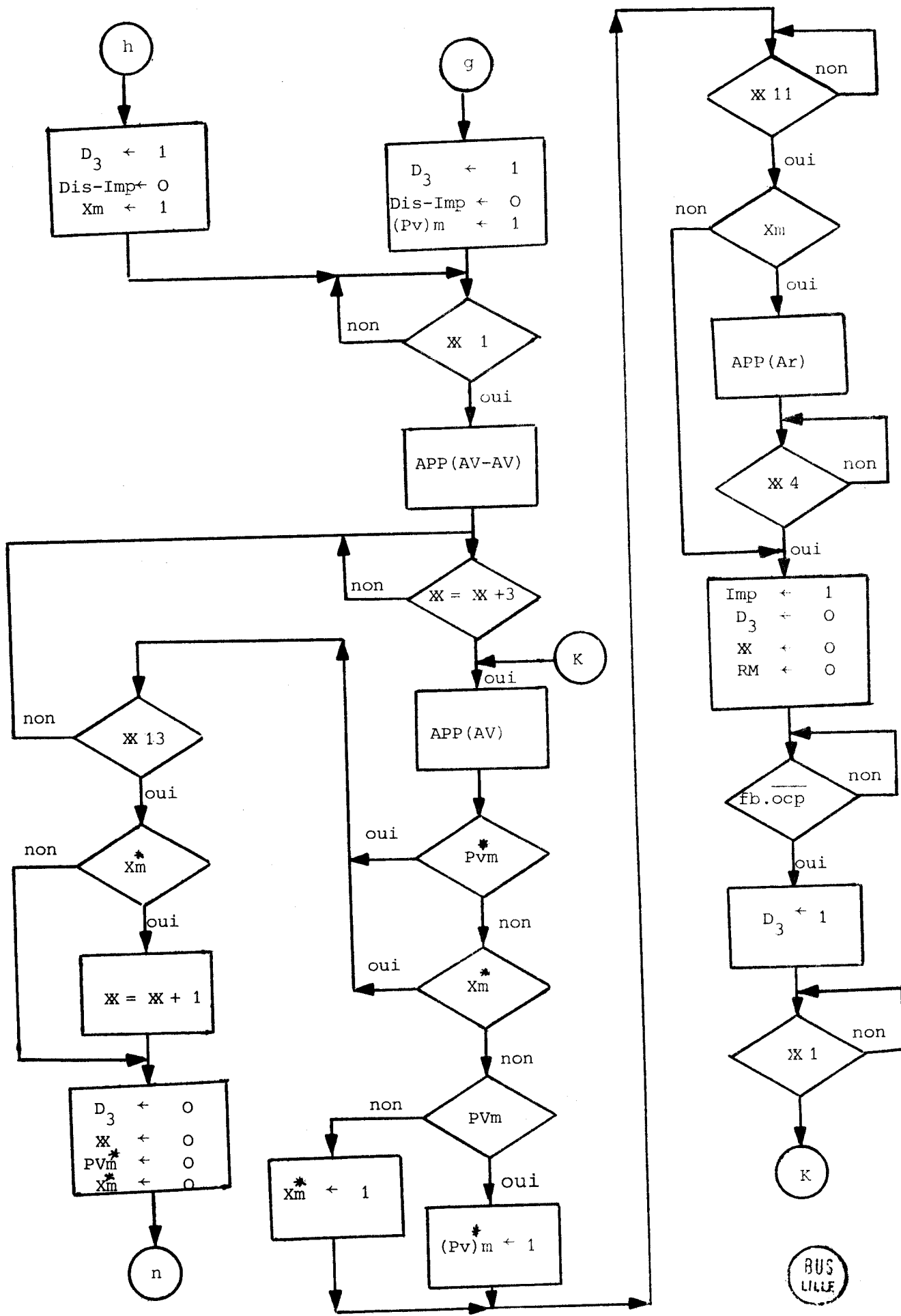


Figure 1 Suite

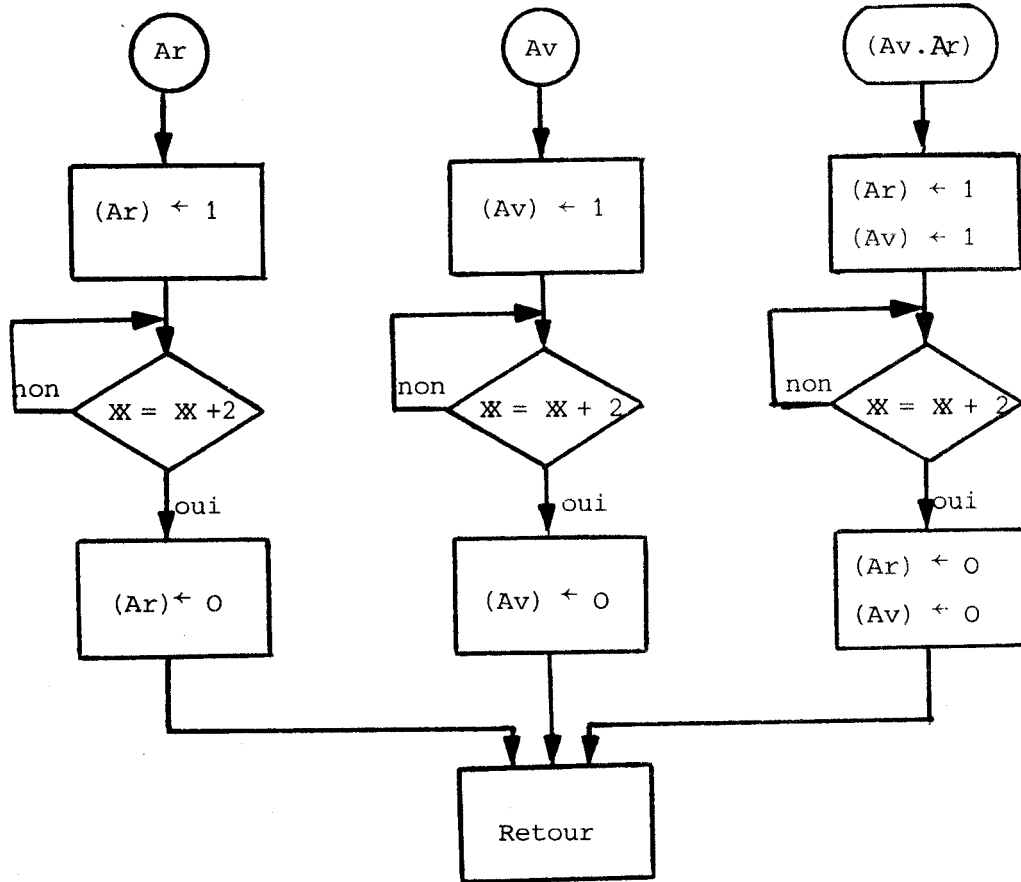


Figure 1 Suite.

	90msec	90msec	288msec	90msec	90msec	90msec	90msec	90msec	90msec	msec
	Av-Ar	Av	Ar	Imp	Av	Av	Av	Av	Av	Temps d'exécution
Pvm	1	1	0	1	1	1	1	1	1	828
Xm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	918
(S+%)m	0	0	1	1	0	0	0	0	0	378
(Ps+T) m	0	1	0	1	0	0	0	0	0	378
(Pc+Avi)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	90
Bm	0	0	0	1	0	0	0	0	0	288

Table (I) Temps d'exécution des opérations au niveau du (C-Imp)



ANNEXE SIMULATION A5

Dans le chapitre V nous avons définis les tâches nécessaires à traiter et l'organisation des tables.

Dans cette annexe la figure (1) présente l'organigramme général de ces tâches.

Les tables et les éléments de cet organigramme sont définis comme suit :

I - Table d'entrée TCI :

Les segments de cette table sont :

- 1) TCI(NC) : Nombre de camion et références
- 2) TCI(NF) : Nom du fournisseur
- 3) TCI(DT) : Date et temps d'arrivée du camion
- 4) TCI(B-Ec) : Les données numériques de la balance des échantillons
- 5) TCI(P-B) : Les données numériques du Pont-basculé.

II - Table de test $TM(m,n)$:

où $(m = 0, 2, 4, 6)$

$(n = 0, 1)$

$T(m,0)$: contient les informations d'identification. Si c'est le 2ème passage d'un camion son adresse est déjà mémorisée en $T(m,1)$

III - Table d'attente de traitement T :

Les segments de cette table sont :

$TNC(J,i)$ J : Fonction de nombre de panier
 $i = (0, 1, \dots, 8)$

$TNF(J,i)$

$TDT(J,h)$: où $h = (0, 1, 2, \dots, 6)$

$TB(J,j)$: où $j = (0, 1, 2)$

$TT(J,j)$

$T\ tp(J,j)$

$T\ Pv+tp(J,j)$

IV - Table de sortie RK

$RK(x)$: où (x) correspond à une des valeurs (NC, NF, DT, B, T, tp, Pv, Ps, Pvt, Pst, %)

V - NP : compteur : La valeur de ce compteur doit être affichée par le système.

VI - NPP : compteur : La valeur de ce compteur est utilisée pour calculer l'adresse d'un enregistrement. Elle est fonction du nombre de paniers.

VII - M(NPP) : Indicateur : Mémoriser le numéro de panier, lu de la carte perforée, pendant le cycle opérateur pour calculer l'adresse correspondant à un enregistrement.

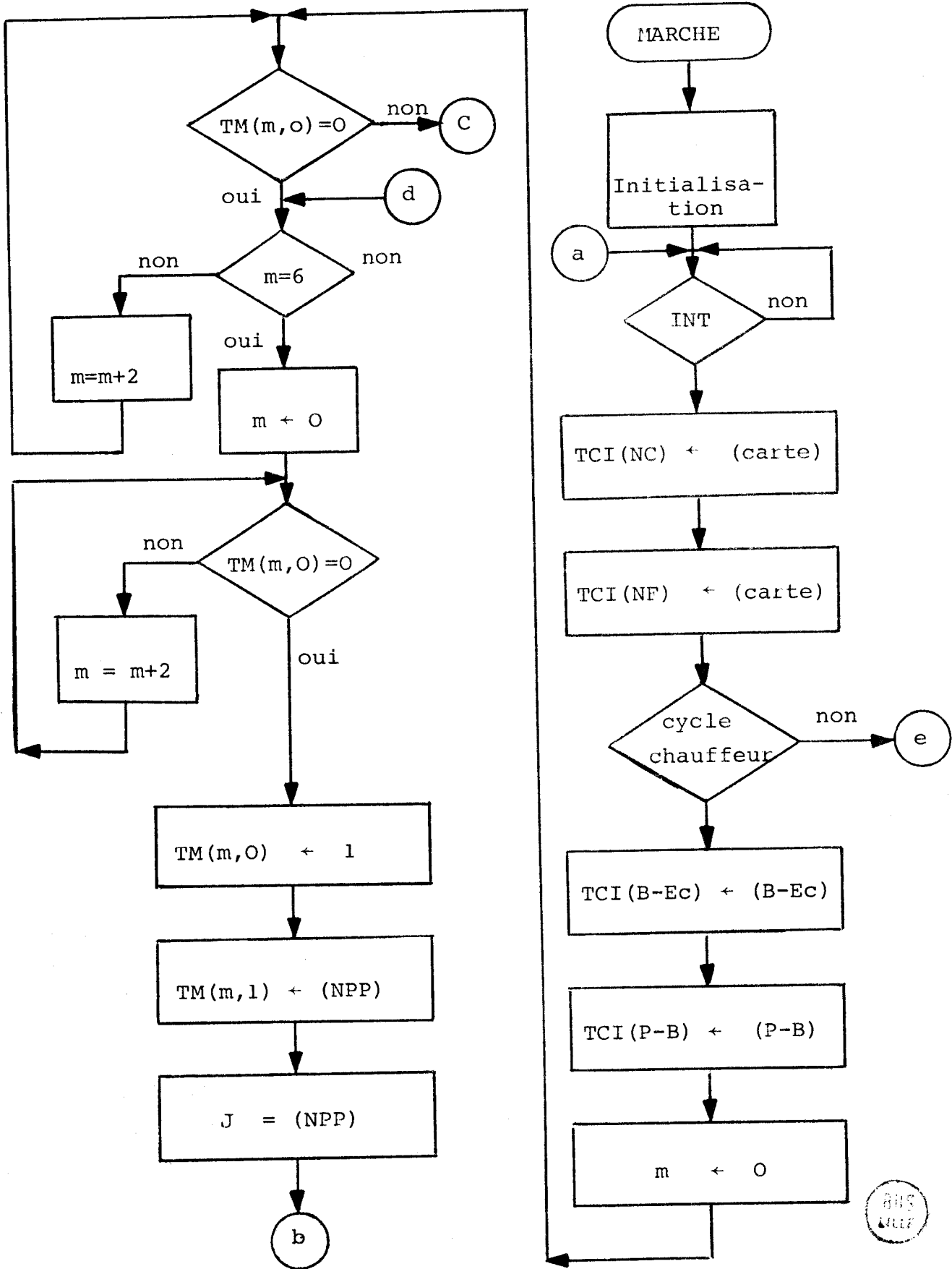


Figure (1) Organisation des tables et traitements

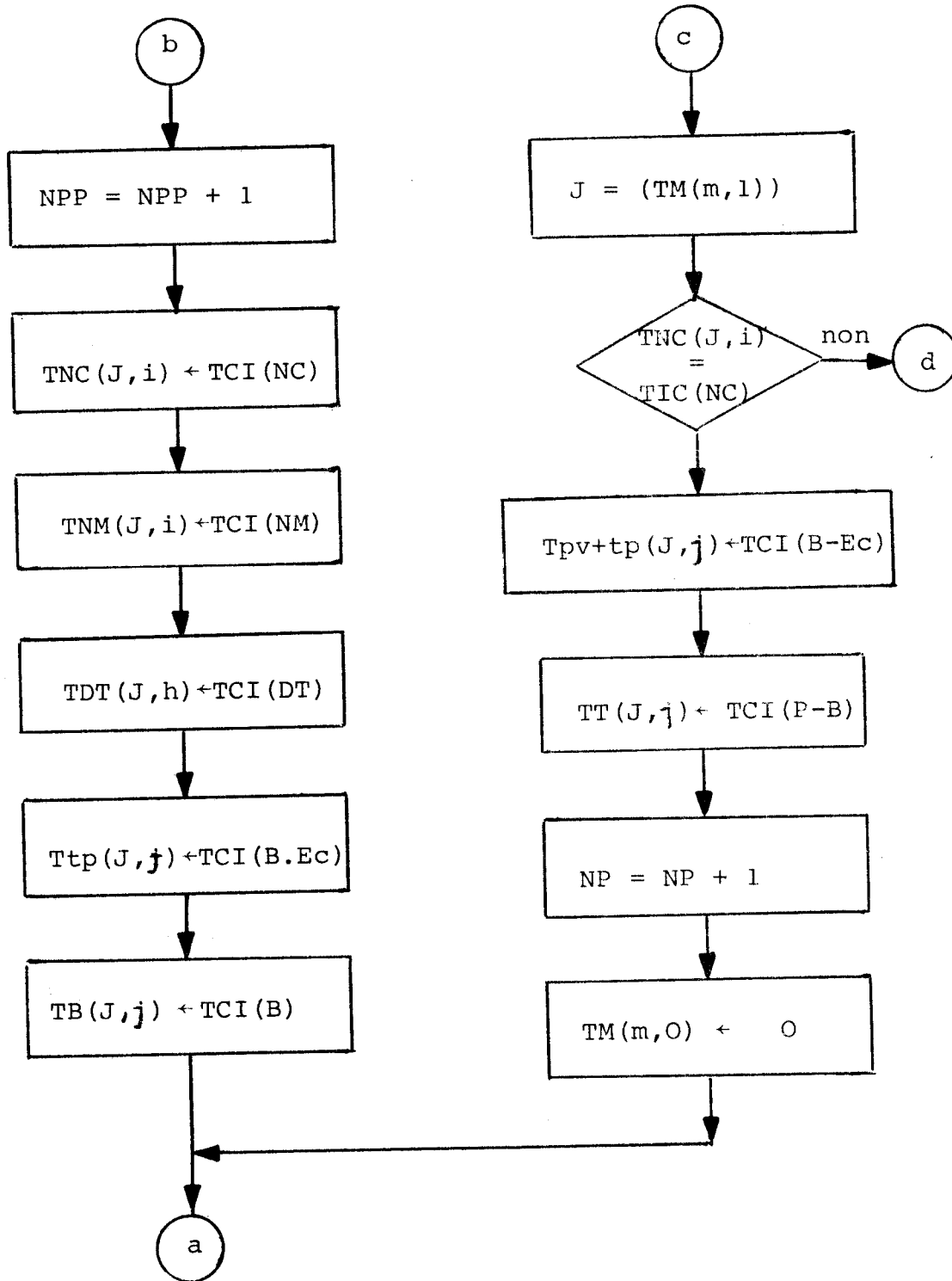


Figure (1) Suite 1

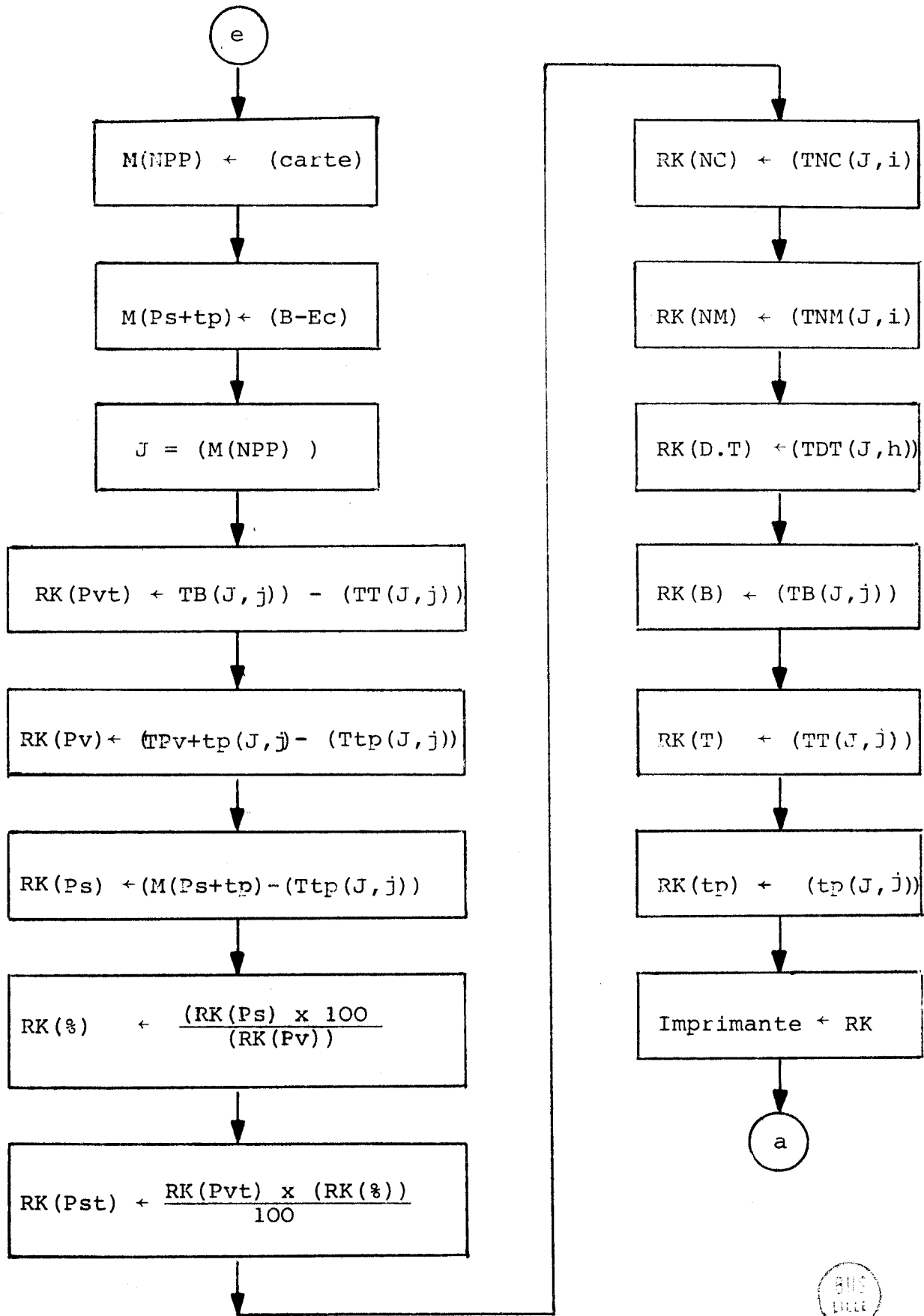


Figure (1) suite 2

ANNEXE A 6.1

LE MODULE INTERFACE ENTREE/SORTIE PROGRAMMABLE (PPI)

Le PPI (Programmable Périphéral Interface) est un module général d'(E/S) programmable. Le(PPI) a 24 bits E/S qui peut être programmé individuellement en deux groupes de 12 bits chacun et qui peuvent être utilisés en trois modes majeurs d'opérations voir figure (1).

- En mode (0), il y a deux portes de 8 bits chacune et deux portes de 4 bits chacune. Chaque porte peut être une entrée ou une sortie. Dans ce mode il y a 16 configurations E/S possibles.

- En mode (1) il y a deux groupes (Groupe A et groupe B) chaque groupe contient une porte de données (E/S) de 8 bits et une porte de contrôle de données, de 4 bits.

- En mode (2) la porte (A) de 8 bits est un bus bidirectionnel, 5 bits de la porte (C) sont des bits de contrôle.

La configuration du fonctionnement de chaque porte est programmé par le système logiciel du microprocesseur, sortie fonction (mot de contrôle).

Les entrées et les sorties de module dans la figure (1) sont :

- 1) D_7-D_0 : Bus de données (bidirectionnel).
- 2) Reset : remise à zéro (reset input).
- 3) \overline{RD} : commande de lecture.
- 4) \overline{WR} : commande d'écriture.
- 5) \overline{CS} : selection de module PPI (de bus d'adresse)
(chip select).
- 6) A_0-A_1 : adresse de port (de bus d'adresse).
- 7) PA_7-PA_0 : Porte A (8 bits).
- 8) PB_7-PB_0 : Porte B (8 bits).
- 9) PC_7-PC_0 : Porte C (8 bits).

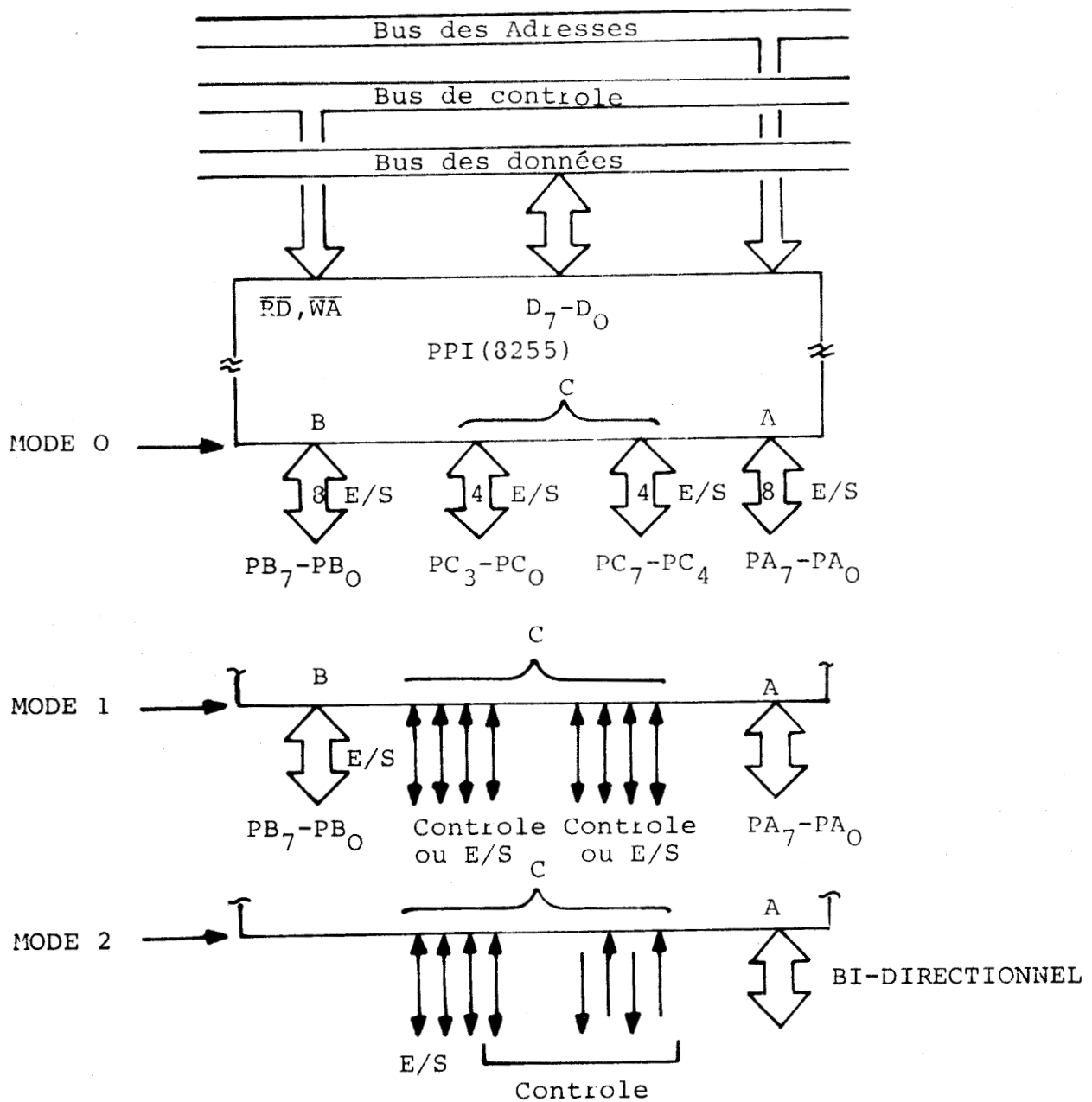


Figure (1) Interface Programmable d'E.S (PPI)



LES CARACTERISTIQUES GENERALES
D'UN MICRO-PROCESSEUR

I Introduction

Un microprocesseur est une unité centrale de traitement (central processing unit CPU) contenue dans un seul boîtier à haute intégration (LSI) (en général).

Un micro-ordinateur est composé d'un CPU plus des mémoires et des Entrée / Sortie (E/S). Les caractéristiques logicielles et matérielles du micro-ordinateur sont étroitement liées au microprocesseur.

II Architecture interne d'un microprocesseur

1) Les registres :

a) registres de travail : ces registres sont utilisés pour des opérations arithmétiques, des mémorisations temporaires et dans l'adressage etc...

b) registres spéciaux adressables comme le compteur de programme (PC), le pointeur de pile (stack pointer SP) (en cas de présence d'une pile à l'intérieur ou à l'extérieur du microprocesseur).

(a) et (b) sont adressables par le système logiciel.

c) registres spéciaux non adressables comme le registre d'instruction (IR) et le registre de données.

2) Unité arithmétique logique :

cette unité est utilisée pour exécuter les opérations arithmétiques et logiques : addition, soustraction, comparaison et opérations ET, OU etc...

3) Unité de contrôle :

Cette unité exécute la sous-routine des micro-instructions correspondants à une macroinstruction (instruction de programme) et organise le déroulement du programme et les signaux de service.

et les signaux de service.

III Architecture externe d'un microprocesseur

1) Bus d'adresse : ce bus est utilisé pour adresser les mémoires de programme (pendant le cycle de recherche d'instruction), les mémoires de données (pendant le cycle de lecture ou d'écriture de données), ou les portes Entrée /Sortie (pendant le cycle E/S). Ce bus est unidirectionnel (du microprocesseur vers l'extérieur).

2) Bus des données : ce bus est bidirectionnel. Les informations sont transmises par ce bus du microprocesseur vers les mémoires et les périphériques et vis versa . Pendant l'échange, les données dans ce bus sont définies par le bus de contrôle.

3) Bus de contrôle : ce bus indique l'état ou la fonction d'un cycle machine que le microprocesseur exécute. Ces bus peuvent être multiplexés ou séparés du bus des données pendant le premier état de chaque cycle machine.

4) Signaux des entrées et sorties de contrôle : les entrées sont utilisées pour dialoguer avec le microprocesseur comme Interruption "Hold" (cas d'accès direct à la mémoire) ou prêt (de périphérique ou de mémoire). Le microprocesseur indique par les signaux de sortie qu'il a pris en compte les signaux de contrôle externe.

IV Les cycles du processeur

L'activité d'un microprocesseur est reliée à une horloge externe. Un cycle d'instruction est le temps requis pour sélectionner (fetch) et exécuter une instruction.

Chaque cycle d'instruction consiste en un, deux, trois, quatre ou cinq cycles machine.

Chaque cycle machine consiste en trois, quatre ou cinq états.

Un état est l'unité de plus courte durée d'activité de traitement et peut être défini (en général) comme l'interval entre deux impulsions successives de l'horloge (\emptyset , en figure 2).

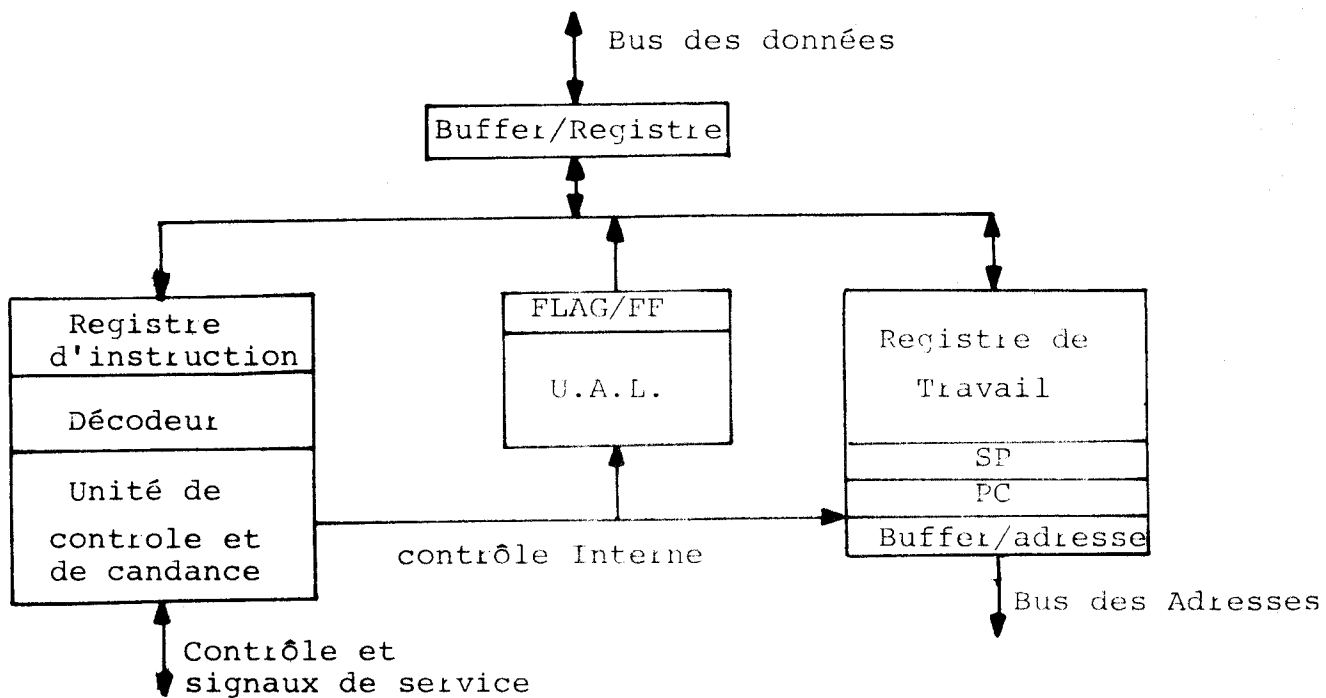
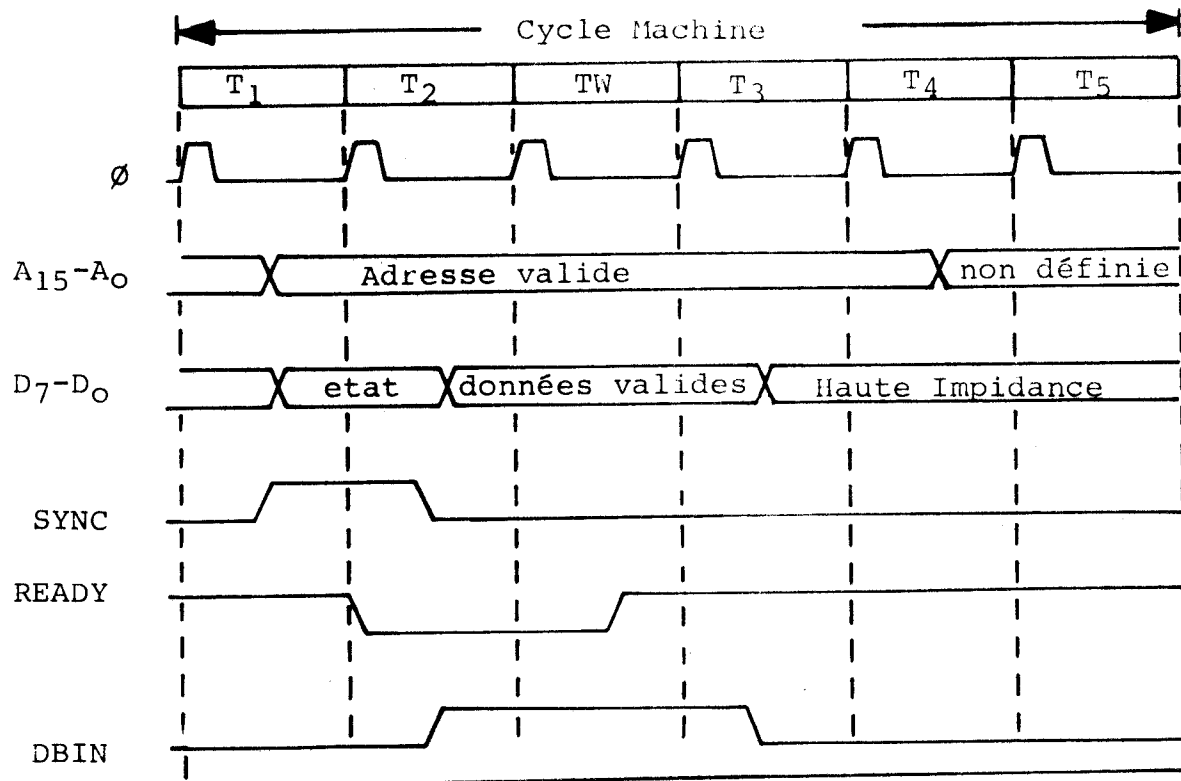


Figure (1) Schéma de structure interne d'un microprocesseur.



BUS LILLE

Figure (2) cycle machine et les états d'un microprocesseur.

Figure (2) indique un cycle machine d'un processeur. Les opérations pendant chaque état (T_1 à T_5) sont définies dans table (I). Les signaux sont :

\emptyset : Impulsion de l'horloge du processeur. Elle peut être associée avec une autre phase de l'horloge.

$A_{15} - A_0$: Bus des adresses.

$D_7 - D_0$: Bus des données. Dans ce cas nous considérons que le bus des données est utilisé par le processeur pour indiquer les états d'informations.

SYNC : signal qui identifie le premier état (T_1)

READY : commande d'entrée vers le processeur et qui provoque l'état TW.

DBIN : signal de sortie de contrôle du processeur vers la mémoire. Il est utilisé pendant la lecture ou l'écriture dans une mémoire.

Il faut noter que le premier cycle machine d'un cycle d'instruction est la sélection d'une instruction (fetch). Dans ce cas, le bus des données contient les instructions et le bus des adresses contient le contenu du compteur de programme.

En général, le cycle instruction peut consister en des cycles machine suivants :

- 1) Selection d'instruction (fetch).
- 2) Lecture de mémoire.
- 3) Ecriture de mémoire.
- 4) Entrée.
- 5) Sortie.
- 6) Interruption.
- 7) Lecture de pile.
- 8) Ecriture de pile.

ETAT	ACTIVITES CORRESPONDANTES
T ₁	L'adresse du mémoire ou des portes d'E/S est placée dans le bus d'adresse. L'état des informations est placé dans le bus des données.
T ₂	Le microprocesseur teste les entrées de contrôle externe.
TW OPTION	Si la commande READY est active, le processeur est en état d'attente (Wait).
T ₃	Un mot d'une instruction (cycle machine de selection (fetch) d'une instruction) ou un mot de donnée (cycle machine de lecture de mémoire) s'introduit dans le bus de donnée du processeur ; ou un mot de donnée (cycle machine d'écriture de mémoire, d'écriture dans la pile ou de sortie) sort du processeur vers le bus des données.
T ₄ , T ₅ OPTION	Sont valables s'ils sont nécessaires à l'exécution d'une instruction particulière, sinon, le microprocesseur ignore l'un ou les deux états (T ₄ , T ₅). T ₄ et T ₅ sont utilisés seulement pour un traitement interne.

TABLE I

BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRES I et II

- 1) A. FRANCE : "L'automatisation des installations d'incinération de déchets" . Philips Science et Industrie N°1 oct. 1974
- 2) Olivier ROESCH - Maurice DEJOIV : "Le pesage industriel" . Industries et Techniques N° 270. 31 Sept. 1974.
- 3) Manuel de la balance Sartorius 3700.
- 4) Manuel de la balance Sautes SM 1000.
- 5) Manuel de la balance Mettler PS 1200.
- 6) Spécifications for Card Printer CP-101 B. January 10. 1974.
- 7) Rapport de Stage : "Etude d'une chaîne de pesage IMA 3 Automatique".

CHAPITRE III

- 1) P. NASLIN : "Principes des calculatrices numériques automatiques". Dunod, Paris 1969.
- 2) MITCHEL - P. MARCUS : "Third Edition ; Switching Circuits for Engineers". Nex Delhi, Prentice Hall of India 1975. Page 106-108
- 3) Texas Instruments Integrated circuits Data Book. July 1971 et 1972
- 4) S.D. BEDROSSIAN, - T.J. CHUNG : "Itérative Digital Multiplier Based on Cellular Arrays of R.O.M.S." Electronics Letters 4 th september 1975, vol. 11. N°12.
- 5) David. J. LANCASTER : "Matrix Representation of the Multiplying Properties of binary rate multiplier". IEEE Trans IECI. Vol 23 N°1. February 1976 PP 70 - 75.
- 6) J. WEISBECKER : "A simplified microprocessor architecture". Computer (Marsh 1974).

- 7) Théodore - A. LALIOTIS : "Microprocesseur Resent and Future".
Computer (July 1974).
- 8) JAMES - D. SCHOFFLER : "Microprocesseur Architecture". IEEE.
Trans. on IECI, vol IECI 22, N°3. August 1975, PP. 256 - 272.
- 9) WARRENCLARK PRATT - FRANK MARKHAMBROWN : "Automated Design of
microprocessor - Based Controlls". IEEE, Trans. On IECI,
vol IECI 22, N°3, August 1975.
- 10) Texas Instruments, TMS 0117NC, 10 - Digit Decimal Arithmetic
Processor. February 1973 (Data Sheet).
- 11) B.N. MALINOVSKY - A.V. PALAGIN and V.A. TVANOV : "The architecture
and Structure of Modern Minicomputers Principal Design Problems"
Digital Processes (1976) PP. 3 - 25.
- 12) AGRAWAL D.P. : "Fast b.c.d. Multiplier". Electronics Lett. 10
(1974), 237 - 238.
- 13) AGRAVAL D.P. : "Fast b.c.d./binary/Substractor". Electronics
Lett. 10 (1974) 121 - 122.
- 14) P.W. BAKER : "High - Speed BCD Multiplier Using ROMS". Digital
Processes, 2 (1976), 81 - 93.
- 15) ALTERMAN L., ed., Microprocessors. Mc Graw Hill, 1975.
- 16) Ann. R. WARD, Bell Laboratories LSI Microprocessors and
Microcomputers : A Bibliography continued, computer,
January 1976.

CHAPITRE IV

- 1) S.S. HASSON : "Microprogramming principles and practices".
Englewood cliffs. NJ. Prentice - Hall, 1970.
- 2) Michael J. Flynn, Rohe F. Rosin : "Microprogramming : An
Introduction and viwpoint ". IEEE Trans. on comput., Vol C-20
N° 7, PP. 727 -731, July 1971.

- 3) Ashok. K. Agrawala, Tomhinson G. Racher : "Microprogramming Perspective and status". IEEE. Trans. on comput., vol e-23 N° 8, PP. 817 - 837, Aug. 1974.
- 4) HUGHT J. - BEUSCHER and W.N. TOY : "Check Schemer for integrated Microprogrammed control and data transfer circuitry". IEEE. Trans. on comput. vol. C-19, N° 12, PP 1153 - 1159, Dec.1970.
- 5) C.V. RAMAMOURTHY and L.A. HANG : "System modeling and testing procedures for microdiagnostics".
- 6) Kai Hwang : "Faut tolerant microprogrammed digital controller design". IEEE. Trans. on. IECI. vol, IECI-23, N° 3, PP 200-206, Aug 1976.
- 7) W.L. SCHILLER, T. AHRAHAM, R. FOX and A. VAN : "A microprogrammed intelligent graphics terminal" IEEE Trans. on Comput. Vol C.20 N° 7, July 1971.
- 8) M.E. WOODWARD and A. PUGH : "Synthesis of combinational logic - Sequence controllers". Electronics letters. Vol. 8, N° 1, PP. 17-19, 1972.
- 9) M.L. RAHMAN and M.E. WOODWARD : "Generalised model for programmable sequence controllers" Electronic letters, Vol.11, N°4, PP. 86-87, 1975.
- 10) J.M. TOULOTTE : "Dispositifs de commande en temps réel". DUNOD Université, Automatique, Informatique 1975.

CHAPITRE VI

- 1) Microcomputer system : Manuel d'utilisation du (8080 Intel)
- 2) RAYMOND A. GUDOWSKI and ODOJ. Struger : "The microprocessor in programmable logic/Computing controllers for the industrial environnement". IEEE trans on IECI, IECI-22, N°3 Aug. 1975. pp 318-326.

- 3) R. LEWANDOWSKI : "Préparation : The key to success with microprocessors". Electronics/March 20, 1975.
- 4) B.A. BELL and P.L. TAYLOR "A microprocessor computational data processing applications. IEEE trans. on IECI, IECI-22, N°3 Aug. 1975 PP. 329-333.
- 5) G.F. Reyling "Single-chip microprocessor employs minicomputer word length" Electronics/ December 26, 1974.
- 6) G.A. Kidall "High-level language simplifies microprocessor programming" Electronics/June 26, 1974
- 7) A.C.L. CHIANG and R. Mc CASKILL " Two new approaches simplify testing of microprocessor" Electronics/January 22, 1976.
- 8) Edition spéciale sur le microprocesseur. Electronics/April 15. 1976.

