



**HAL**  
open science

## Mise en place d'un calculateur industriel et du logiciel associé pour la conduite d'expériences dans le cadre des recherches effectuées au Centre Technique du Papier

Robert Grobet

### ► To cite this version:

Robert Grobet. Mise en place d'un calculateur industriel et du logiciel associé pour la conduite d'expériences dans le cadre des recherches effectuées au Centre Technique du Papier. Génie logiciel [cs.SE]. 1977. dumas-00326599

**HAL Id: dumas-00326599**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00326599v1>**

Submitted on 3 Oct 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS  
PARIS  
CENTRE REGIONAL ASSOCIE  
de  
GRENOBLE

---

# MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir  
LE DIPLOME D'INGENIEUR C.N.A.M.  
en  
INFORMATIQUE

par  
Robert GROBET

---

**MISE EN PLACE D'UN CALCULATEUR  
INDUSTRIEL ET DU LOGICIEL ASSOCIE  
POUR LA CONDUITE D'EXPERIENCES DANS LE  
CADRE DES RECHERCHES EFFECTUEES AU  
CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER**

---

Soutenu le 17 MARS 1977

## JURY

Président : L. BOLLIET

Membres : D. CLAUZEL  
C. DELOBEL  
B. LEBEAU  
D. NANNAN



CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

PARIS

CENTRE REGIONAL ASSOCIE

DE

GRENOBLE

M E M O I R E

présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR C.N.A.M.

en

I N F O R M A T I Q U E

par

Robert GROBET

---

*Mise en place d'un calculateur industriel et du  
logiciel associé pour la conduite d'expériences dans le cadre des  
recherches effectuées au CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER.*

---



AVANT - PROPOS

Ce travail a été effectué au CENTRE TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DES PAPIERS, CARTONS & CELLULOSES. Que Monsieur COGNARD son Directeur Général, Monsieur TUREL son Secrétaire Général, Monsieur RAMAZ Chef du Département "Systèmes et Technologie" et Monsieur LEBEAU responsable du service "Mathématiques Appliquées" veuillent bien accepter nos remerciements pour les possibilités qui nous ont été ainsi offertes.

Nous exprimons notre reconnaissance,

à Monsieur BOLLIET, Professeur à l'Institut Universitaire de Technologie de Grenoble, qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le Jury de ce mémoire et qui a toujours montré la plus grande bienveillance pour notre travail,

à Monsieur CLAUZEL, Ingénieur à la Société S.E.M.S.

à Monsieur DELOBEL, Professeur à l'Université Scientifique et Médicale de Grenoble

à Monsieur LEBEAU, Responsable du service "Mathématiques Appliquées" au Centre Technique du Papier de Grenoble,

à Monsieur NAMIAN, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris

qui ont accepté de faire partie du JURY.

Nous remercions, également, toutes les personnes qui, au Centre Technique du Papier, ont contribué au bon déroulement de ce travail et à la réalisation matérielle de cet ouvrage.

I/ INTRODUCTION

II/ GENERALITES

Le Centre Technique du Papier, son organisation, les caractéristiques de la recherche dans cet organisme.

III/ LA NAISSANCE DU PROJET C.A.S.T.O.R.

- 3.1 Les manipulations, les chercheurs
- 3.2 Les développements informatiques avant le projet C.A.S.T.O.R.
- 3.3 Les objectifs à atteindre
- 3.4 Le choix d'un constructeur de calculateur

IV/ LES ELEMENTS APPORTES PAR LES CONSTRUCTEURS

4.1 Le Matériel

- 4.1.1. Le calculateur
- 4.1.2. Les organes périphériques de type classique
- 4.1.3. Les organes périphériques de type industriel

4.2 Le Logiciel

V/ LES ELEMENTS REALISES AU CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER

(le système S.A.S.)

- 5.1 Architecture générale du logiciel pour C.A.S.T.O.R
- 5.2 Architecture générale du logiciel de S.A.S.
  - 5.2.1 Les principes, les contraintes
  - 5.2.2 La logique d'enchaînement des tâches du système S.A.S.
- 5.3 Présentation des différentes fonctions du système S.A.S.
- 5.4 La fonction de communication
  - 5.4.1 Le matériel de communication
  - 5.4.2 La stratégie
  - 5.4.3 Le logiciel
    - 5.4.3.1 Les tâches d'accès aux moniteurs de dialogue
    - 5.4.3.2 Les moniteurs de dialogue
    - 5.4.3.3 Le langage du dialogue de S.A.S.
    - 5.4.3.4 Les différentes cartes du système
    - 5.4.3.5 Les tâches de communication
- 5.5 Généralités sur les fonctions d'acquisition, de traitement et de commande
  - 5.5.1 Définitions
  - 5.5.2 Principes
- 5.6 La fonction d'acquisition
  - 5.6.1 Le matériel d'acquisition
  - 5.6.2 La stratégie
  - 5.6.3 Le logiciel

## 5.7 La fonction de traitement

### 5.7.1 La stratégie

### 5.7.2 Les différents traitements de mesure

#### 5.7.2.1 Le traitement nul

#### 5.7.2.2 Le traitement de mise à l'échelle

#### 5.7.2.3 Le traitement de linéarisation

#### 5.7.2.4 Le traitement des seuils

#### 5.7.2.5 Le traitement de filtrage

### 5.7.3 Les différents traitements de régulation

#### 5.7.3.1 Le traitement asservissement

#### 5.7.3.2 Le traitement P.I.D.

### 5.7.4 Les différents traitements d'aide au dépouillement

#### 5.7.4.1 Le logiciel d'identification par intercorrélation

#### 5.7.4.2 Le logiciel du calcul de la moyenne et de l'écart type

## 5.8 La fonction de commande

### 5.8.1 Le matériel de commande

### 5.8.2 La stratégie

### 5.8.3 Le logiciel

## 5.9 Les sauvegardes du système

## 5.10 Le démarrage, le redémarrage, l'arrêt du système

VII / EVALUATION DES RESULTATS

VIII / CONCLUSIONS

ANNEXE 1

Le calculateur T I600 - Caractéristiques détaillées

ANNEXE 2

Exemples de fonctionnement du moniteur de dialogue

ANNEXE 3

Extrait du guide de l'opérateur

I/ INTRODUCTION

Le 17 Septembre 1973, le Centre Technique du Papier reçoit un ordinateur T I600 de la Télémécanique Electrique.

L'ensemble du ordinateur, de ses périphériques, de ses programmes et des services qu'il est destiné à rendre, constitue un système appelé C.A.S.T.O.R.

CALCULATEUR DESTINE A L'AUTOMATISATION, LA SCRUTATION DES MESURES ET LE TRAITEMENT DU SIGNAL POUR LES OPERATIONS DE RECHERCHE.

Ce système doit apporter une aide aux chercheurs du C.T.P. sur le site de leurs expérimentations. Il doit contribuer à une meilleure maîtrise et à une exploitation plus rationnelle des travaux de recherche.

Devant ce fait, on peut se poser quelques questions :

- Comment est née l'idée du projet C.A.S.T.O.R ?
- Avec quels moyens et par quelle stratégie avons-nous réalisé cet outil ?
- Quels sont les résultats obtenus et quel est l'avenir de cette réalisation?
- Nous allons essayer de donner une réponse à ces questions.

## II/ GENERALITES

Afin de répondre à la première question que nous nous sommes posée : Comment est née l'idée du projet C.A.S.T.O.R. ? Il convient de préciser ce qu'est l'entreprise dans laquelle ce projet a pris naissance, quelle est son organisation, sa fonction.

### LE CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER

- L'histoire du Centre Technique des Papiers Cartons et Celluloses (C.T.P.) commence à sa fondation en 1957 sous la forme juridique d'une association. En 1962, par de nouveaux statuts, il devient Centre Technique Industriel (loi de Juillet 1948). L'année 1964 voit son installation dans des bâtiments neufs situés sur le domaine universitaire de Grenoble.

- A l'heure actuelle, cette entreprise emploie 200 personnes comprenant :

60 ingénieurs et diplômés d'universités

75 techniciens

65 employés

- La mission principale de cet organisme est la recherche appliquée en vue de promouvoir les progrès techniques dans le domaine des matières premières, des équipements, de participer à l'amélioration des procédés de fabrication et de la qualité des produits papetiers.

L'ORGANISATION INTERNE DU CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER

Responsable devant un Conseil d'Administration, le Directeur Général supervise :

- 4 départements
- 2 services
- I Laboratoire d'analyse et d'essais
- I Conseiller scientifique

Les différents départements sont subdivisés en services qui sont eux-mêmes composés d'équipes.

Par exemple, le service Mathématiques Appliquées fait partie du département Système et Technologie. Ce service est composé de trois équipes :

- Automatique et Etudes de systèmes
- Informatique générale
- Informatique industrielle

LES CARACTERISTIQUES DE LA RECHERCHE AU CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER

- La vocation des Centres Techniques est de favoriser le passage des découvertes scientifiques du domaine recherche fondamentale au domaine industriel.

Ainsi, au Centre Technique du Papier, il n'y a pratiquement pas de recherche fondamentale mais surtout de la recherche appliquée.

Cette forme de recherche nécessite dans le domaine papetier, la construction de modèles réduits de machines industrielles, de prototypes, de montages expérimentaux.

Pour bien comprendre la naissance de ce projet, examinons ce qui caractérise les manipulations conduites par les chercheurs du C.T.P..

### III/ LA NAISSANCE DU PROJET C.A.S.T.O.R.

#### 3.I Les manipulations, les chercheurs

Comme nous l'avons vu précédemment, la recherche appliquée, en milieu papetier, conduit à des manipulations plus ou moins complexes sur des prototypes ou des montages expérimentaux.

Pour illustrer ce propos, nous allons décrire deux manipulations. L'une sera simple, l'autre complexe.

##### - Exemple de manipulation simple

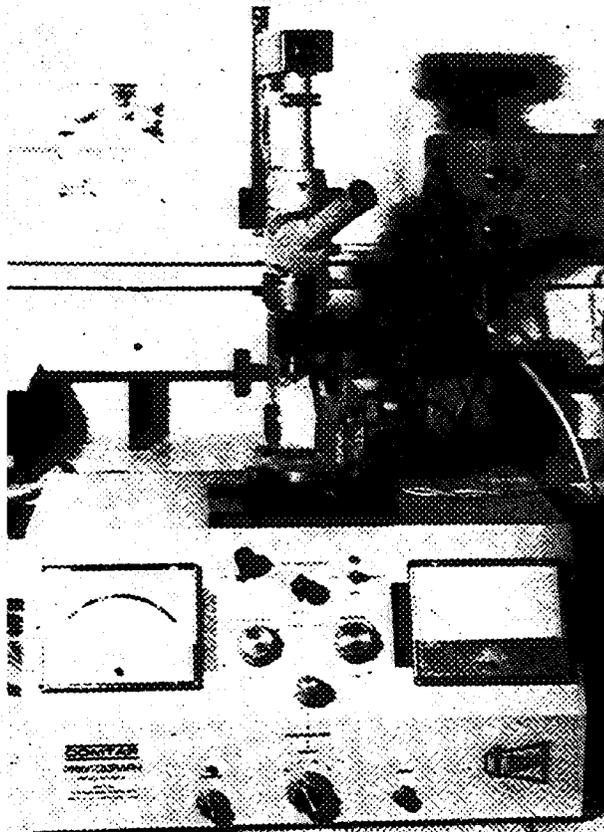
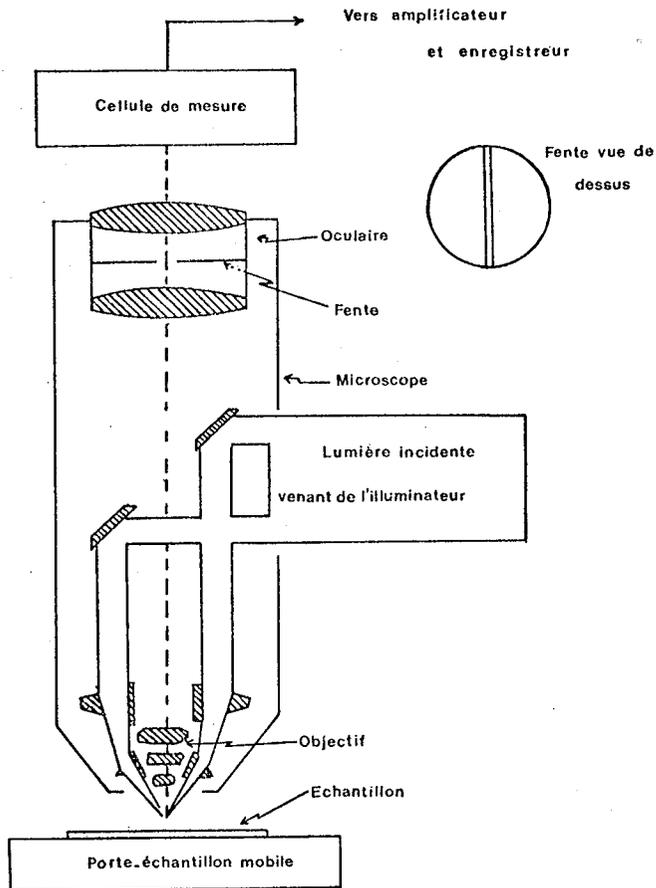
##### Analyse de l'uniformité d'impression

Cette méthode d'analyse des impressions sur papier utilise un microphotomètre PRINTOGRAPH dont le porte-échantillon possède un mécanisme d'entraînement à vitesse constante. La mesure analogique du microphotomètre est transformée en un signal numérique par un analyseur, elle est ensuite envoyée à un perforateur de ruban. Après transcodage du ruban sur bande magnétique, le dépouillement des résultats est effectué sur ordinateur.

Les résultats ainsi obtenus permettent une étude détaillée de l'imprimabilité des papiers.

Cette manipulation est simple, car elle ne comporte qu'une seule mesure. A l'inverse, l'enregistrement et l'exploitation de cette mesure sont lourds. Notons qu'il s'écoule au moins un jour entre l'analyse et l'obtention du résultat.

Fig. 1



- Exemple de manipulation complexe

Circuit de régulation de tête expérimentale  
(C.I.R.C.E.)

- Sur une machine industrielle, les circuits de tête de machine (arrivée de la pâte à papier sur la toile sans fin) sont très importants pour la qualité du produit fini.
- En 1972, il a été décidé de construire au C.T.P. un circuit pilote permettant d'étudier l'automatisation de la caisse de tête d'une machine à papier.
- Le circuit (cf. schéma en hors texte) s'ordonne autour de la caisse et d'un épaisseur T (concentrateur de pâte)

I. La partie de gauche constitue le circuit de tête industriel avec :

- collecteur d'eaux sous toiles (bac C)
- fosse à eaux blanches (cuvier C7)
- pompe de mélange (PI)
- épurateur (F)
- divers recyclages

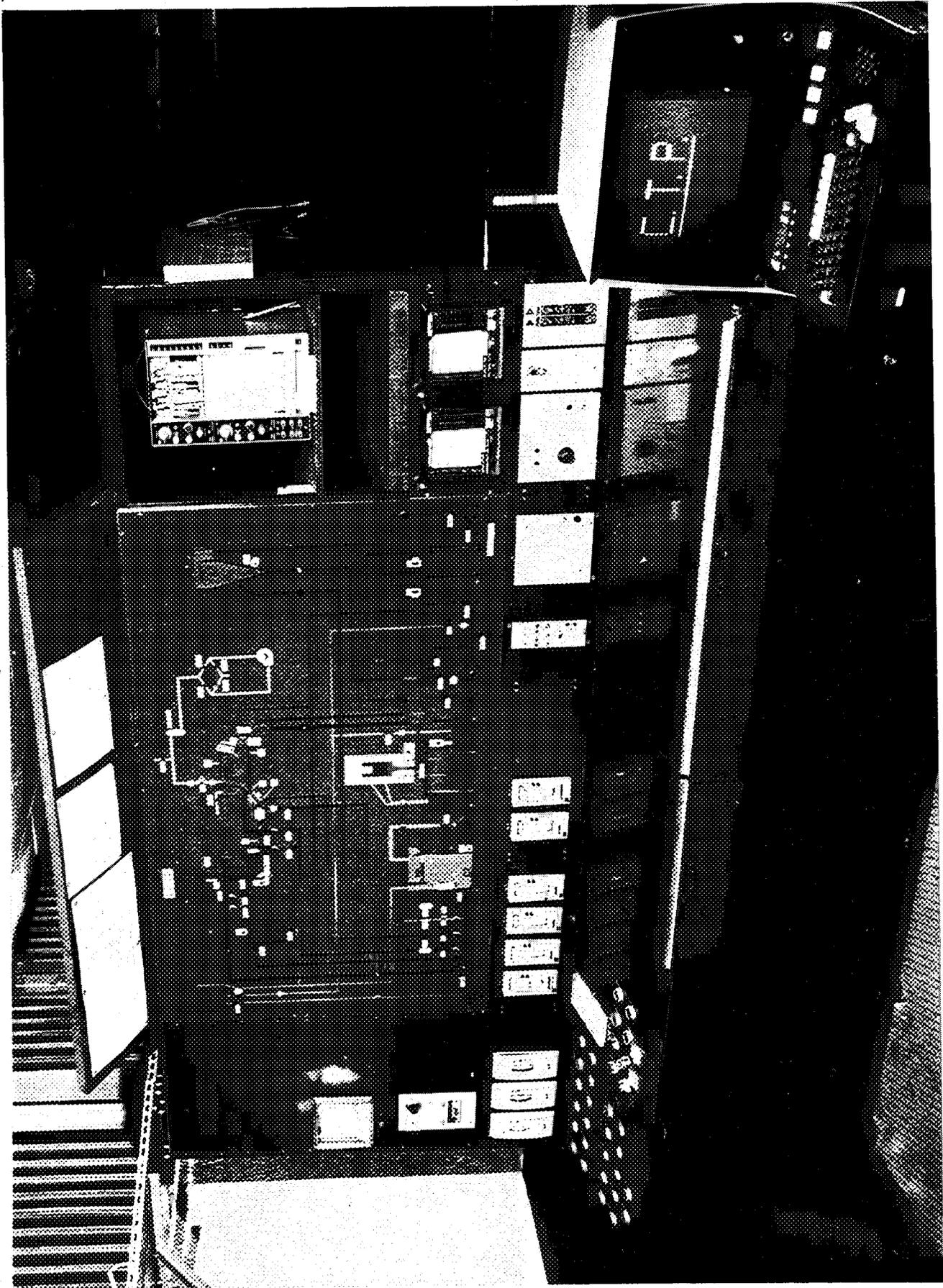
2. La partie de droite constitue un circuit "lent" de stockage - dilution dont la fonction doit être de fournir au circuit de tête proprement dit un débit stable de pâte à concentration aussi constante que possible.

On y trouve :

- le collecteur de pâte épaissie (bac B)
- une première dilution avant pompage (vanne VM 8)

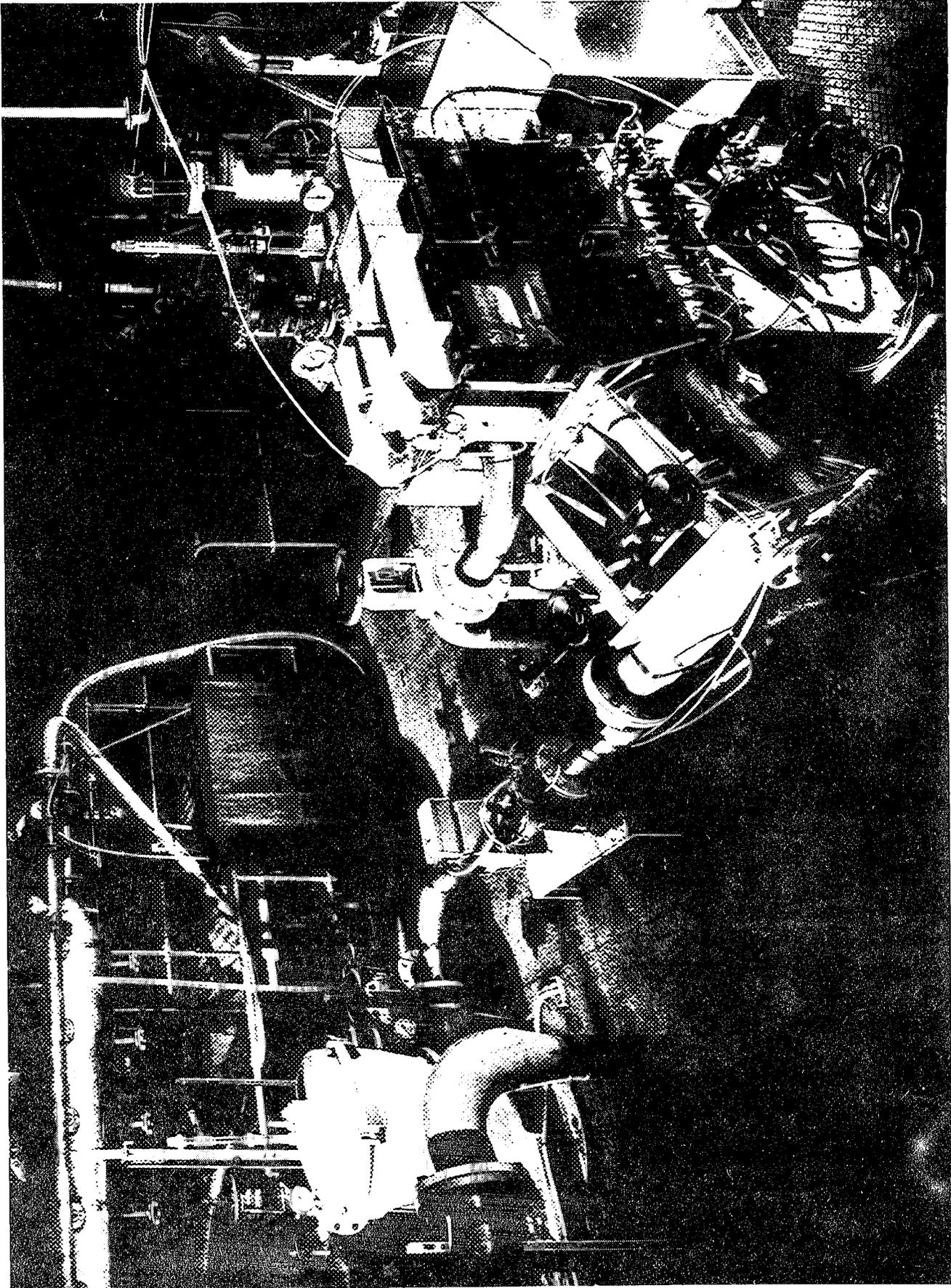
.../...

- un stockage à deux cuiviers (C3 et C4)
  - une régulation de consistance avec un transmetteur (TC), un régulateur pneumatique (non figuré) et une vanne automatique (VA 6)
  - un château de pâte (bac A) et sa régulation de niveau par capteur à membrane (CP 2), un régulateur pneumatique (non figuré) et une vanne de recyclage automatique (VA 7)
- La caisse est équipée d'un circuit de coussin d'air avec pompe (P2) et se déverse dans un collecteur (bac G) à partir duquel l'épaississeur est alimenté par gravité. Le niveau dans G est contrôlé par une vanne télécommandée (VME 22)



C.I.R.C.E. : LE SYNOPTIQUE





C.I.R.C.E. : LA CAISSE DE TÊTE

Après avoir situé au moyen de ces deux exemples le type des manipulations effectuées au C.T.P., interressons nous à la personnalité du chercheur.

. Au C.T.P., le chercheur est, en règle générale, un physicien, un chimiste, ou un papetier. Il n'est ni informaticien, ni automaticien, ni mathématicien. Cependant, il désire bénéficier des outils apportés par ces disciplines pour mieux gérer ses manipulations. En effet, que la manipulation soit simple ou complexe, le chercheur a besoin de :

- Mesurer, traiter, stocker des variables ou des paramètres
- Surveiller l'évolution de variables et être prévenu de certains phénomènes
- Agir sur sa manipulation
- Dépouiller, interpréter des résultats

. Si les besoins des chercheurs expliquent la naissance du projet C.A.S.T.O.R., il est un autre phénomène qui a fortement contribué à cette idée. Cette deuxième composante est le passé informatique et automatique de l'entreprise que nous allons décrire maintenant.

### 3.2 Les développements informatiques avant le projet C.A.S.T.O.R.

Avant le projet C.A.S.T.O.R., il existait déjà un calculateur industriel au C.T.P.. Celui-ci était utilisé par le service Mathématiques Appliquées pour ses propres besoins de recherche en automatisme industriel. Sur ce calculateur (MAT OI de la Télémécanique Electrique) livré en Décembre 1968, ont été mis au point les différents algorithmes de régulation du grammage et de l'humidité, d'optimisation de la production de la machine à papier pilote du C.T.P.. Cette recherche a notamment permis l'essor de ces techniques dans le milieu papetier.

.../...

.../...

L'idée du projet C.A.S.T.O.R. est née du fait de la présence de manipulation nécessitant des besoins informatique d'une part, et de la réalisation du projet automatisation de la machine à papier d'autre part.

Il faut noter que le MAT OI, dont la programmation était laborieuse et le dialogue homme-machine peu développé, est resté une "affaire" de spécialistes. Il a cependant montré aux non-initiés l'intérêt de l'informatique industrielle.

### 3.3 Les Objectifs à atteindre

Les utilisateurs potentiels du système disposent sur leur manipulation d'un équipement d'instrumentation analogique qui leur offre un certain nombre de possibilités :

- visualisation de grandeurs et enregistrement en continu
- surveillance de seuils, d'alarmes, d'évènements
- asservissement :
- régulation P.I.D.
- etc...

Il est donc indispensable, en premier lieu, que le système leur offre les mêmes services, avec un avantage supplémentaire : sur une expérimentation quelconque, toutes ces fonctions sont exécutables et pilotables à partir d'un organe central, le poste opérateur de manipulation (P.O.M.). Ce pourra être un visuel à écran cathodique, à imprimante ou un pupitre très simplifié, suivant les besoins.

Mais la puissance de l'outil doit permettre à C.A.S.T.O.R d'offrir beaucoup plus aux chercheurs. A savoir :

- Le calcul en temps réel de grandeurs inaccessibles directement à la mesure, leur surveillance et leur enregistrement au même titre que n'importe quelle mesure.

.../...

.../...

- Le stockage des données et des résultats sous une forme adaptée aux traitements qu'ils devront subir par la suite (disques, cartes, bandes perforées).

- L'édition de journaux périodiques en temps réel ou de tableaux de données ou de résultats sous une forme propre à la "consommation immédiate" ou à l'archivage.

- Des méthodes de régulation plus élaborées et plus adaptées à tel problème particulier que le simple régulateur P.I.D.

- Une aide au dépouillement se traduisant à la fois par un gain de temps, grâce à la mécanisation d'opérations jusqu'ici réalisées à la main et par un gain d'efficacité, grâce à l'application des méthodes statistiques ou mathématiques de traitement du signal.

De plus, ce système doit être :

- à grande interactivité utilisateurs-système
- multi-usagers
- souple
- évolutif
- sûr

Enfin, il doit permettre d'effectuer simultanément des travaux en temps réel pour les manipulations et des travaux en temps différé pour l'équipe C.A.S.T.O.R. et, éventuellement, d'autres équipes.

Ces objectifs étant définis, nous avons participé à la définition du cahier des charges et donc, en définitive, au choix du constructeur le mieux "armé" pour résoudre nos problèmes.

### 3.4 Le choix d'un constructeur de calculateurs

Ce choix s'est opéré en fonction de trois classes de critères :

- Critères relatifs au matériel

- . coût imposé
- . constructeur français
- . maintenance efficace

- Critères relatifs au logiciel

- . logiciel de base complet et éprouvé
- . existence si possible d'un logiciel d'application
- . suivi du logiciel

- Critères d'ordre généraux

- . constructeur facile à contacter, ayant une expérience du temps réel industriel et assurant la pérennité de ses produits.

En ce qui concerne le calculateur et ses principaux périphériques, notre choix s'est porté sur un T I600 de la Télémécanique Electrique.

Notons qu'aucun constructeur ne nous a proposé un logiciel d'application permettant de satisfaire nos besoins, ainsi une tâche importante nous attendait : écrire un système d'application multi-usagers à l'aide du logiciel de base du constructeur.

Nous allons maintenant essayer de répondre à la deuxième question que nous nous sommes posée : avec quels moyens et par quelle stratégie avons nous réalisé cet outil.?

Nous allons distinguer deux types de moyens :

- Le premier type est constitué des éléments que nous ont apporté les constructeurs du calculateur et des périphériques.

- Ces moyens n'étant pas suffisants pour atteindre nos objectifs, nous avons réalisé au Centre Technique du Papier les éléments permettant de combler cet écart.

#### IV/ LES ELEMENTS APPORTES PAR LES CONSTRUCTEURS

Les constructeurs nous ont apporté deux éléments essentiels. D'une part, le matériel composé d'un ordinateur et de ses périphériques, d'autre part, les logiciels d'exploitation de la machine en temps réel et en production de programme.

##### 4.I Le matériel

Nous ne donnerons ici qu'une description générale du matériel, pour plus de détails, il est nécessaire de se reporter à l'annexe n° I (Le ordinateur T I600 - Caractéristiques détaillées).

##### 4.I.I Le Calculateur

Le ordinateur est un T I600 de la Télémécanique Electrique. Ses caractéristiques principales sont les suivantes :

- . mémoire à tores de ferrite de 32 k mots de 16 bits
- . unité arithmétique et logique microprogrammée
- . 8 niveaux d'interruption
- . flottant câblé
- . un canal microprogrammé
- . un scheduler microprogrammé
- . un système de protection et de translation dynamique des programmes (D.R.P.S.)
- . 32 registres rapides
- . adressage direct, indirect, indirect post-indexé, immédiat, relatif au pointeur d'instruction
- . un pupitre opérateur



LE T I600 du C.T.P.

#### 4.I.2 Les organes périphériques de type classique

Autour du T I600, nous trouvons un certain nombre de périphériques dits de type classique, car nous les retrouvons sur un très grand nombre d'installation à vocation temps réel ou non. Citons-les pour mémoire :

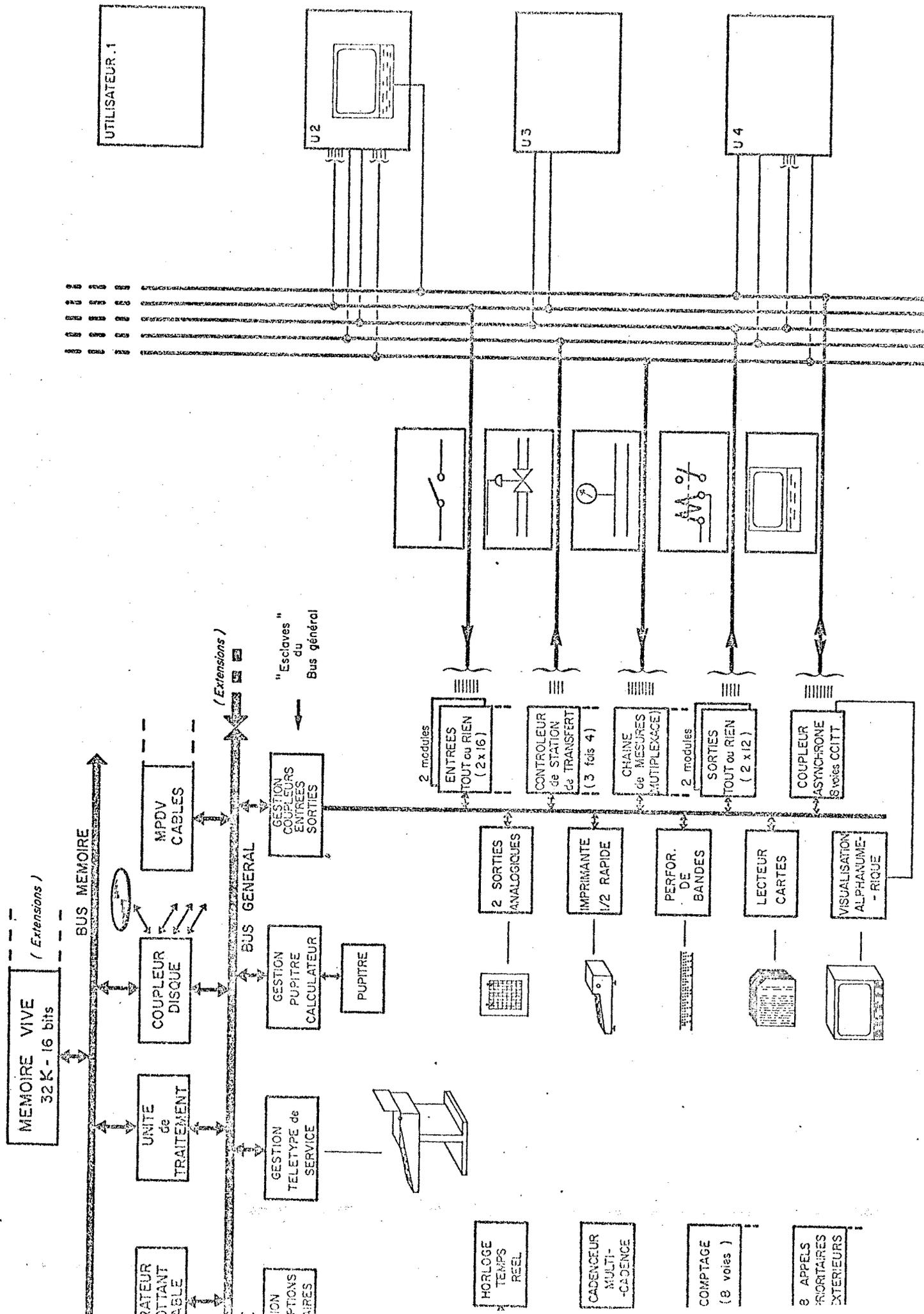
- un disque magnétique de 5 Méga-Octets dont 2,5 Méga-Octets sur cartouche amovible.
- un téléimprimeur de service à 110 bauds
- un lecteur de carte à 400 cartes/minutes
- un perforateur de bandes
- une imprimante semi-rapide à une ligne par seconde
- un visuel à écran cathodique

#### 4.I.3 Les organes périphériques de type industriel

Ce sont des matériels que l'on retrouve surtout sur les installations temps réel industriel. Dans notre cas, ce sont principalement :

- des convertisseurs numériques analogiques
- une chaîne de mesure analogique
- des entrées comptages
- une horloge temps réel
- des entrées et sorties tout ou rien ou numériques
- des sorties analogiques multiplexées
- un coupleur asynchrone multiplexé 8 voies pour les visuels de manipulation

# SCHEMA DE LA STRUCTURE MATERIEL

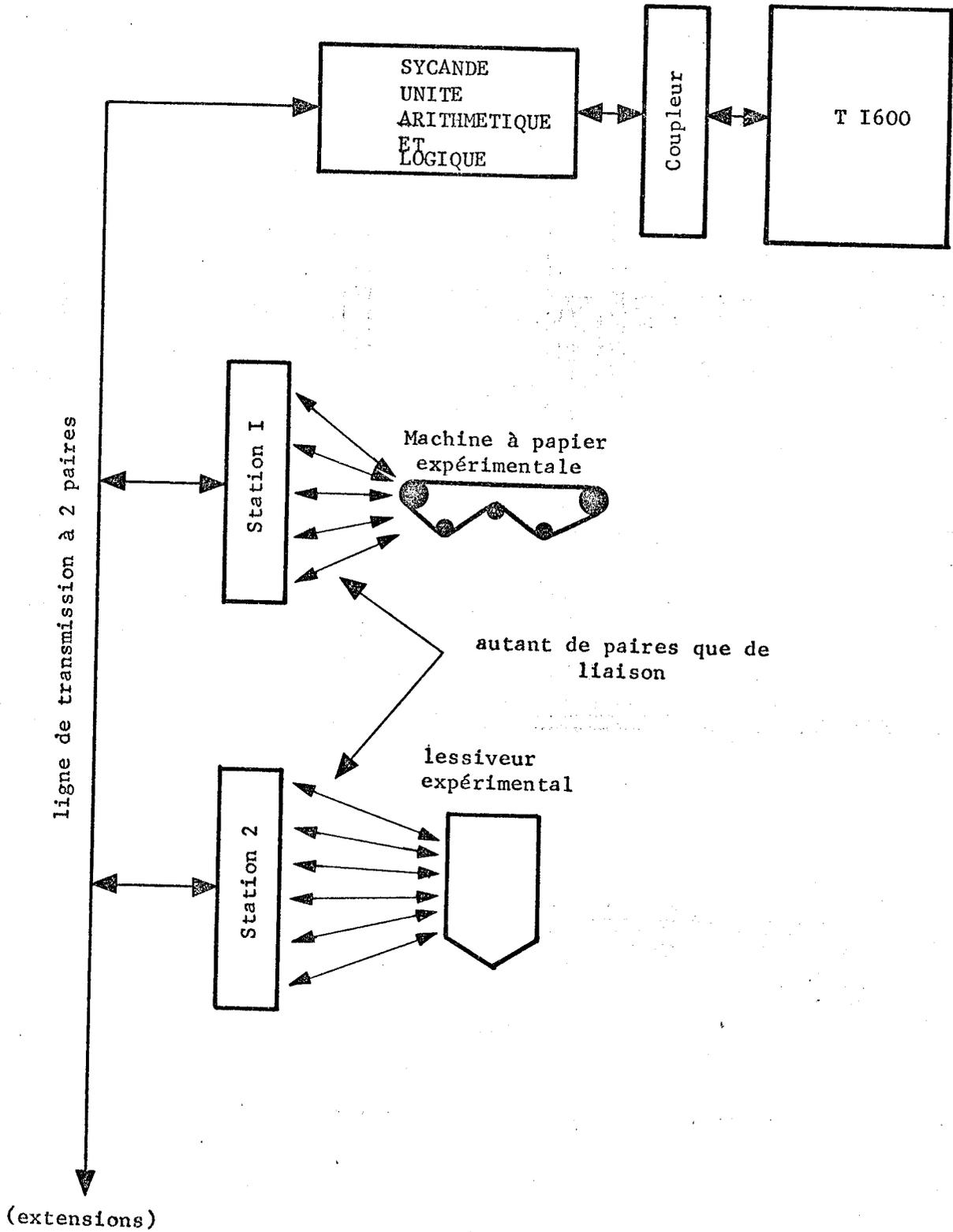


Dans ce paragraphe sur les organes périphériques de type industriel, il convient de faire une place particulière au périphérique appelé SYCANDE (système de commande et d'acquisition numérique décentralisé ALSTHOM).

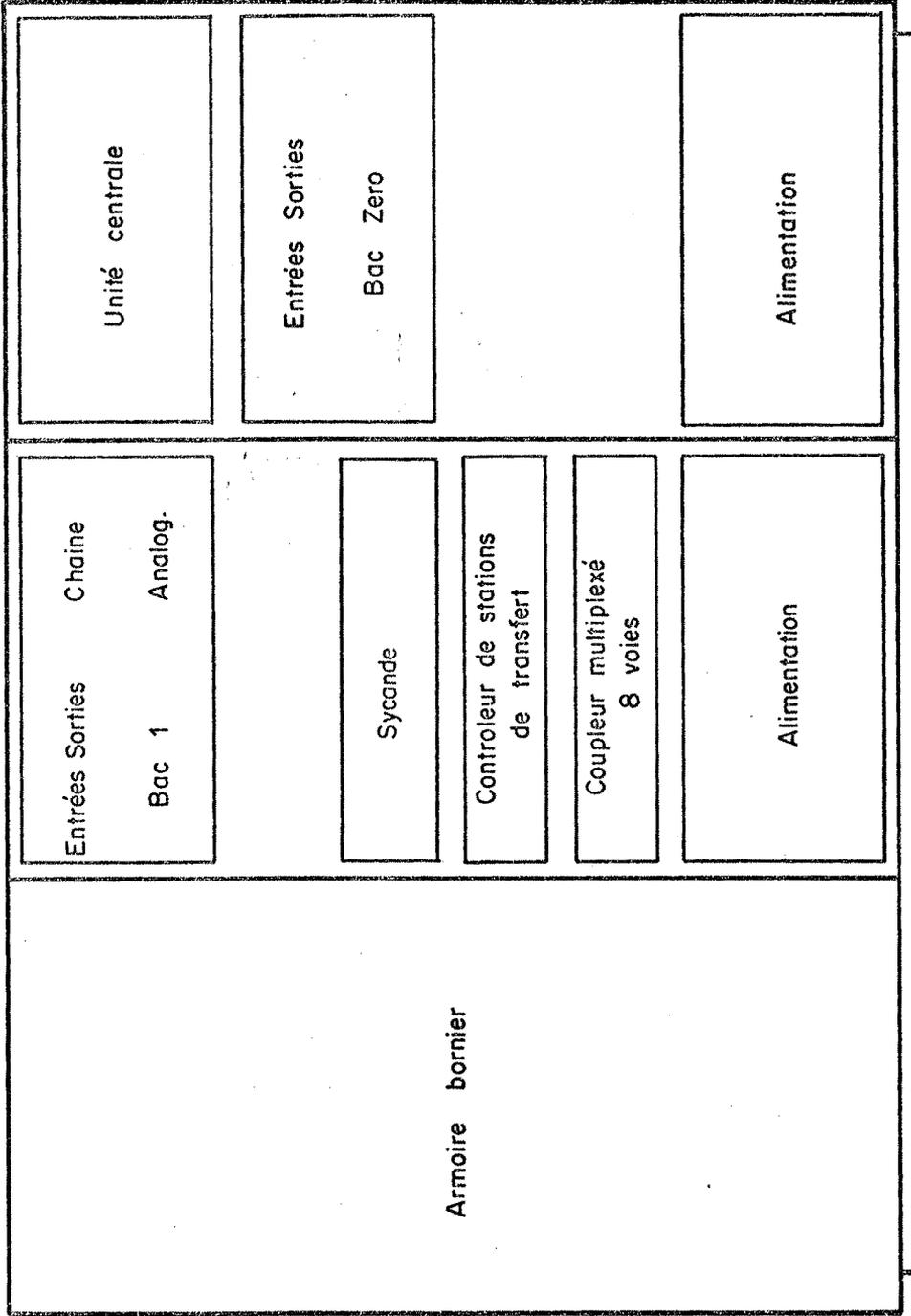
Ce dispositif possède sa propre unité arithmétique et logique qui assure un dialogue avec le calculateur d'une part et un certain nombre de stations disposées sur des manipulations d'autre part. Ces différents éléments (unité arithmétique et logique, station I, Station 2 etc...) sont raccordés à une ligne de transmission numérique série à grande vitesse. Les différentes stations peuvent être équipées de façon à assurer tout ou une partie des fonctions des périphériques industriels.

Notons que ce système permet une économie conséquente de câblage entre les manipulations et le calculateur, ainsi qu'une grande souplesse et sécurité d'utilisation.

SYCANDE  
ARCHITECTURE  
GENERALE



# IMPLANTATION



## 4.2 Le Logiciel

Le Logiciel livré par le constructeur est constitué :

- d'un système d'exploitation des programmes du logiciel de base (BOS/D)
- d'un ensemble de programmes et utilitaires du logiciel de base
- d'un moniteur temps réel (RTES/D)

### Le système BOS/D

C'est un système d'exploitation en monoprogammation des programmes du logiciel de base.

Parmi ces programmes nous trouvons :

- l'assembleur ASM
- le PL I600
- le fortran temps réel
- l'éditeur de lien EDILE
- l'éditeur de texte EDITEX
- l'aide à la programmation AID
- le macroprocesseur MACP

Ce système nous permet de produire et d'exploiter des programmes en monoprogammation.

### Les programmes et utilitaires du logiciel de base

#### . L'Assembleur ASM

Il travaille sur le langage d'assemblage du même nom. Il est surtout utilisé lorsque l'on doit minimiser le temps d'exécution et l'occupation mémoire des programmes.

### Le PL I600

Le langage PL I600 permet des instructions évoluées telles que les boucles, les branchements sur conditions complexes, les instructions de calcul arithmétiques, les instructions d'entrées-sorties puissantes. La programmation en langage PL I600 est plus facile que la programmation en langage d'assemblage. Elle offre une plus grande indépendance vis à vis du calculateur.

### Le Fortran temps réel

Le fortran temps réel offre une indépendance presque totale par rapport à la machine. Mais les programmes générés sont en général moins optimisés du point de vue temps d'exécution et encombrement mémoire que ceux écrits en assembleur.

### Les utilitaires

Le constructeur nous a livré un ensemble complet d'utilitaires nous permettant de charger les programmes en mémoire, d'exploiter le disque etc...

### Le moniteur temps réel (RTES/D)

C'est un moniteur disque conçu pour l'exploitation d'un logiciel d'application écrit par l'utilisateur, sous forme de tâches de priorités différentes.

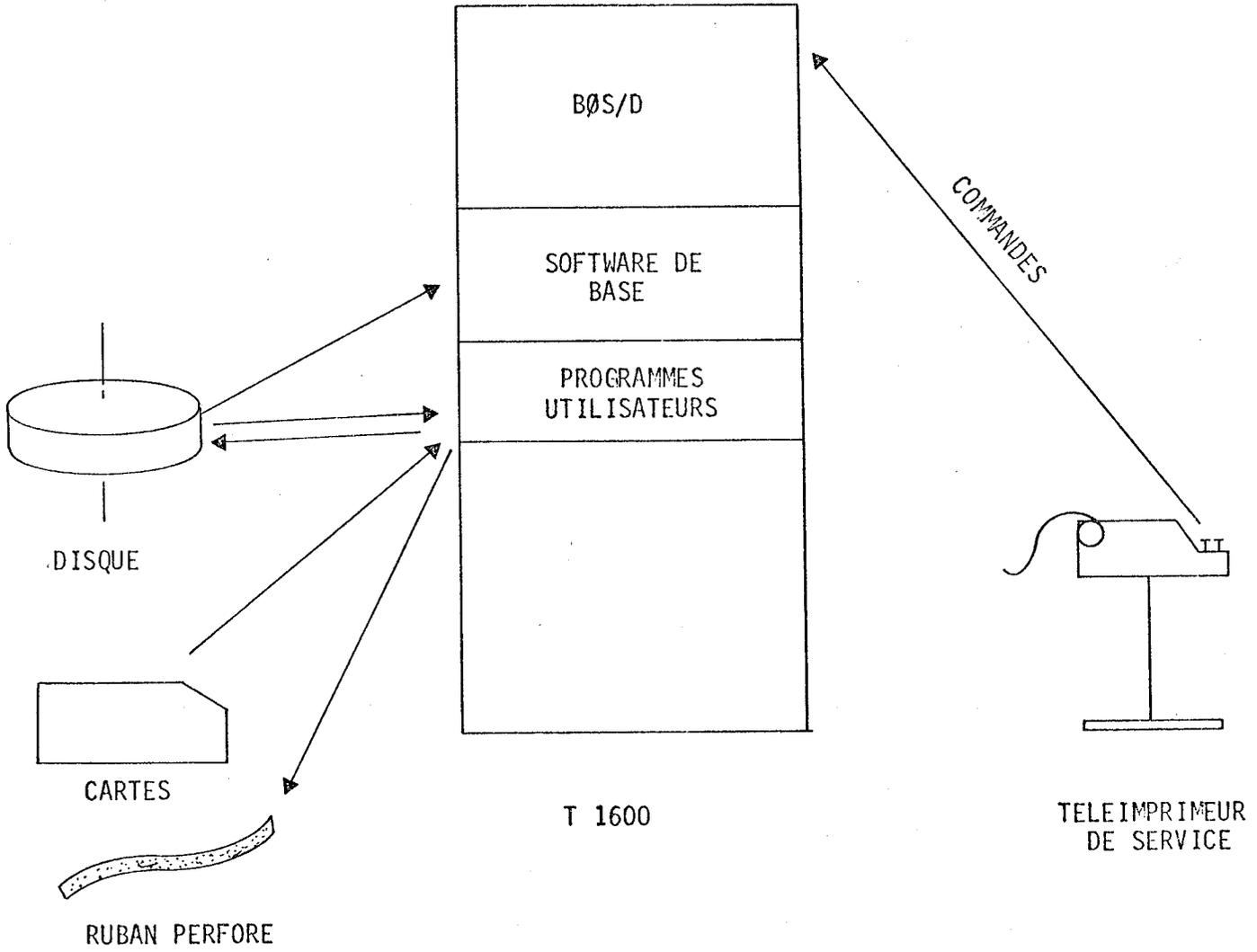
Il assure :

- . la multiprogrammation dans un contexte temps réel

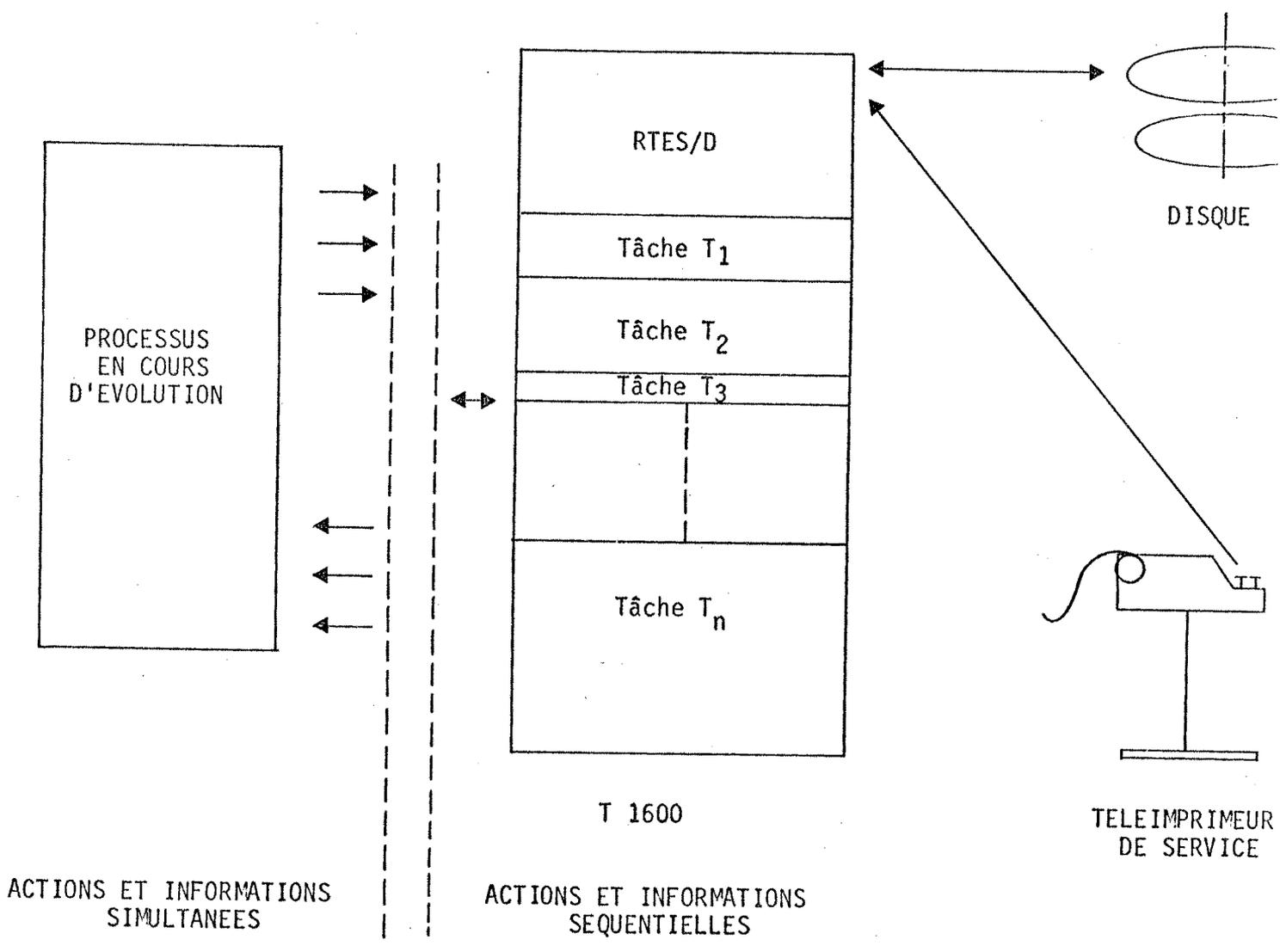
- . le traitement des interruptions
- . la gestion des entrées-sorties
- . la gestion de la console opérateur
- . le contrôle et l'activation des tâches de priorités différentes
- . le traitement d'une horloge temps réel

Après avoir examiné les éléments matériels et logiciels qui constituent les moyens apportés par les constructeurs, nous allons aborder la description des éléments réalisés au Centre Technique du Papier, ce qui constitue la partie originale de notre travail.

BOS/D



R.T.E.S./D



V/ LES ELEMENTS REALISES AU CENTRE TECHNIQUE DU PAPIER

(le système S.A.S.)

Nous n'aborderons pas dans ce document le problème des éléments matériels complémentaires réalisés au C.T.P., afin de nous intéresser plus longuement au logiciel d'application que nous avons développé.

L'analyse des objectifs à atteindre (§ 3.3) d'une part, les éléments apportés par les constructeurs d'autre part (chapitre IV) nous ont conduit à produire un logiciel d'application baptisé S.A.S..

Système d'Aide aux expérimentations Scientifiques

S.A.S. sera créé grâce au système de production de programme BOS/D et fonctionnera sous le moniteur temps réel RTES/D. De ce choix découle une architecture générale au niveau de C.A.S.T.O.R. que nous allons étudier maintenant.

5.I Architecture générale du logiciel pour C.A.S.T.O.R

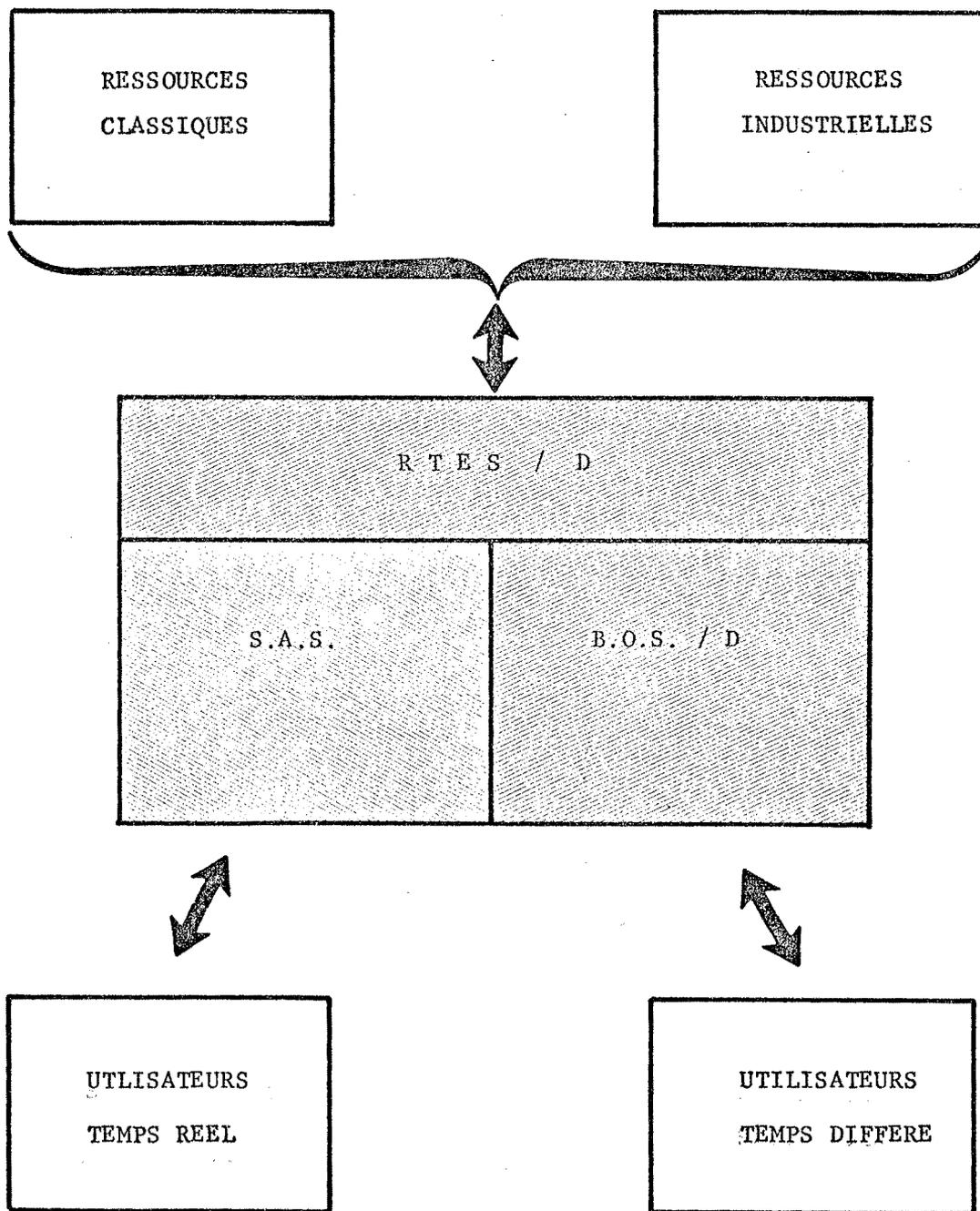
Examinons les principes qui ont présidé à la définition de cette architecture.

Les principes que nous avons adoptés sont nés à l'examen de la contrainte suivante :

- Pour développer et améliorer S.A.S., nous avons besoin du système BOS/D. D'autre part, pour rendre un service efficace aux chercheurs du C.T.P., C.A.S.T.O.R. doit être disponible pendant tout le temps de travail.

Devant ces deux impératifs, nous avons utilisé une possibilité offerte par le constructeur : faire fonctionner BOS/D en travail de fond du moniteur RTES/D. Ainsi, le système de production de programme se trouve considéré comme la tâche de plus basse priorité fonctionnant sous le moniteur temps réel. Le système d'application S.A.S. que nous allons examiner maintenant est composé d'un ensemble de tâches de priorités supérieures à celles de BOS/D.

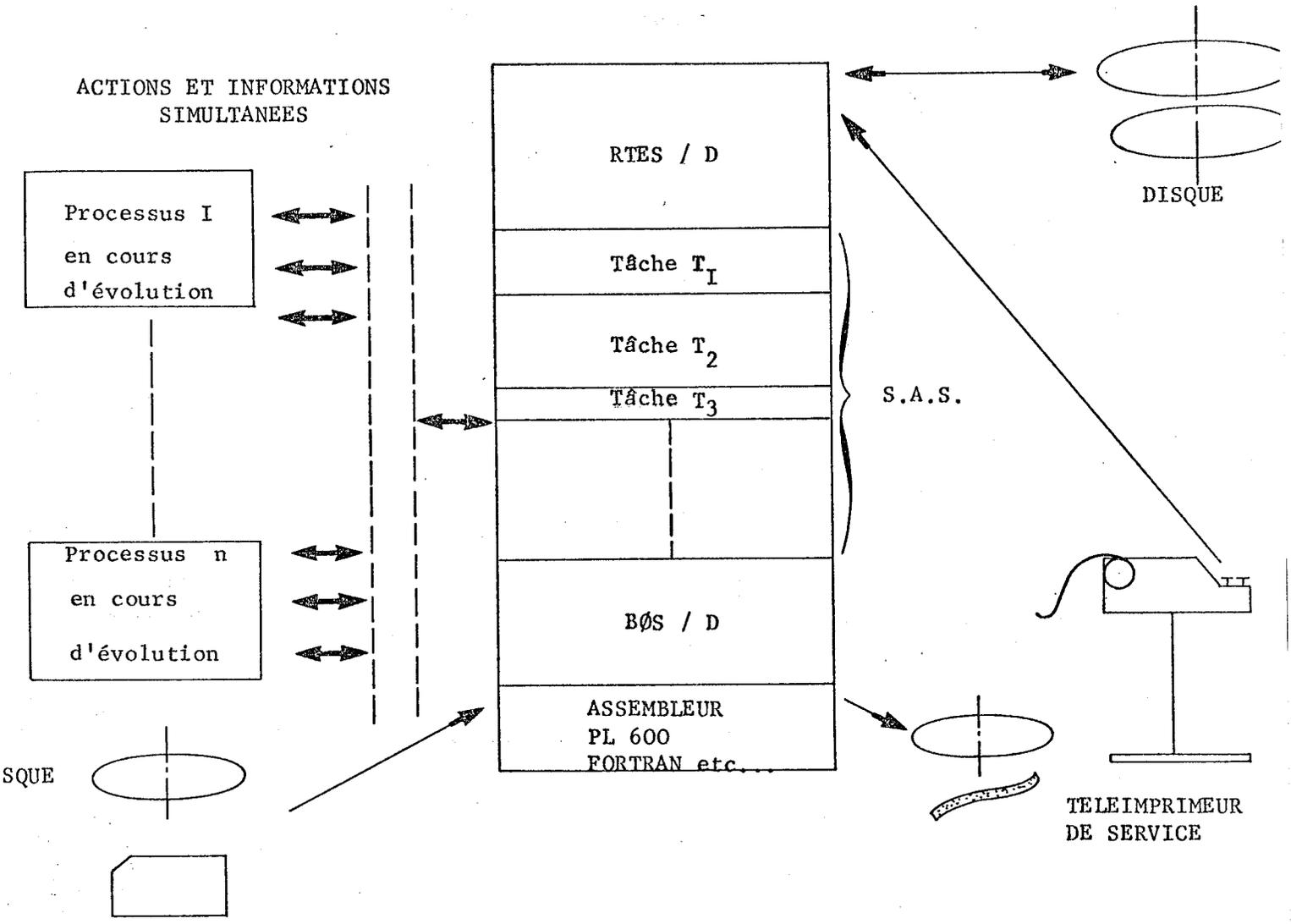
LES SYSTEMES DU T I600 POUR C.A.S.T.O.R.



Logiciel Télémécanique 

Logiciel C.T.P. 

BOS / D SOUS RTES/D



## 5.2 Architecture générale du logiciel de S.A.S.

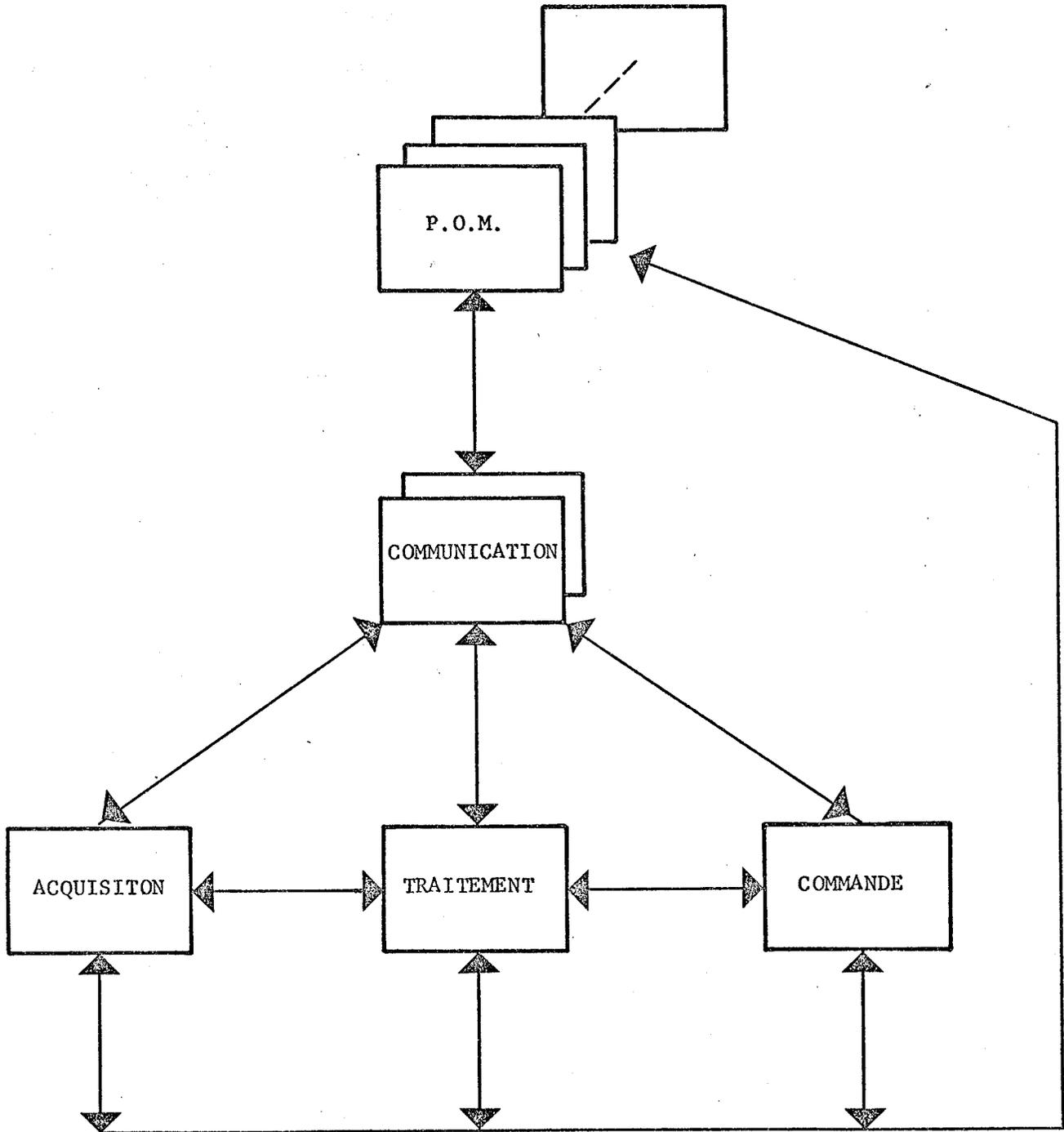
Cette architecture est conditionnée par un certain nombre de contraintes et de principes que nous allons aborder.

### 5.2.I Les contraintes et les principes

S.A.S. doit être (§ 3.3) à grande interactivité utilisateurs système et de plus multi-usagers. Ceci nous a conduit à retenir le principe d'un dialogue permanent et élaboré entre les utilisateurs et le système.

Ainsi, les chercheurs du C.T.P., sur le site de leurs expérimentations, grâce à un ensemble de matériels baptisé P.O.M. (poste opérateur de manipulation) dont l'élément essentiel est un visuel, font appel à S.A.S. qui leur attribue un logiciel de communication (ou moniteurs de dialogue), afin qu'ils mettent en oeuvre des fonctions d'acquisition, de traitement et de commande que nous allons décrire par la suite.

ARCHITECTURE GENERALE DU LOGICIEL DE S.A.S.



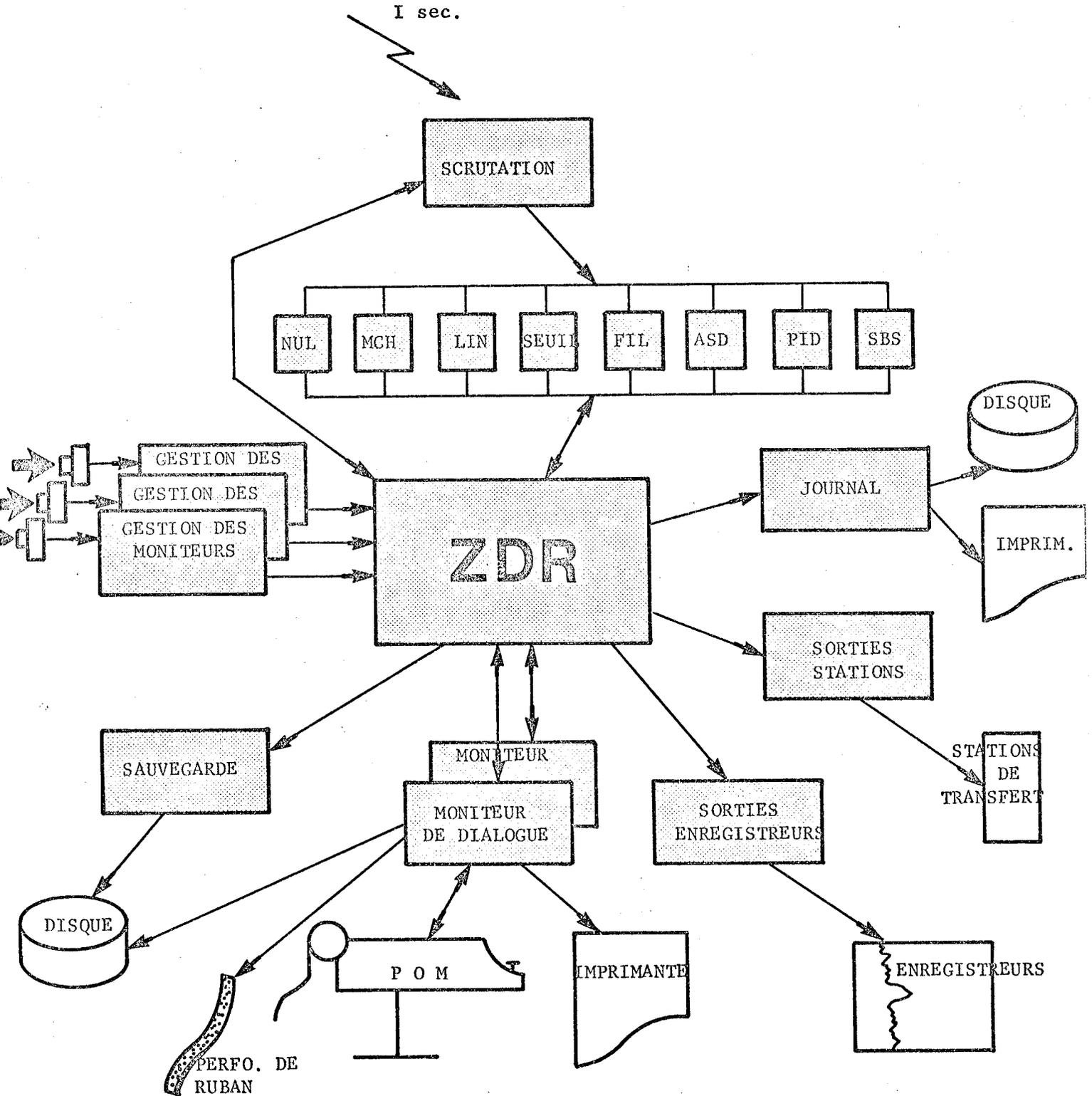
Le second principe retenu pour la construction de S.A.S. est la modularité du logiciel. Ceci nous a permis de constituer le système module par module, éventuellement de remplacer un module par un autre plus performant sans remettre en cause un ensemble trop important. De plus, ce principe a permis aux chercheurs d'utiliser le système en cours d'élaboration. Ceci se traduit au niveau de l'architecture générale de S.A.S. par la réalisation de 19 tâches pour quatre fonctions.

La fiabilité du logiciel constitue le troisième principe retenu. A cet égard, nous avons choisi une possibilité offerte par RTES/D : les tâches sont écrites en mode esclave, le mode maître étant réservé uniquement au moniteur RTES/D et au système BOS/D.

Suivant ce principe, les tâches ne peuvent communiquer entre elles que par une zone de mémoire gérée par le système appelée la Z.D.R. (zone des données résidentes). Ainsi, le moniteur RTES/D, grâce à la présence du dispositif de protection et de translation dynamique des programmes, surveille de façon permanente le champ d'application d'une tâche. Ce choix permet donc une protection du moniteur RTES/D, du système BOS/D et des tâches entre elles.

Lorsqu'une tâche dépasse son champ d'application, le système la suspend et envoie un message à l'opérateur de la salle de contrôle.

LA ZONE DES DONNEES RESIDANTES



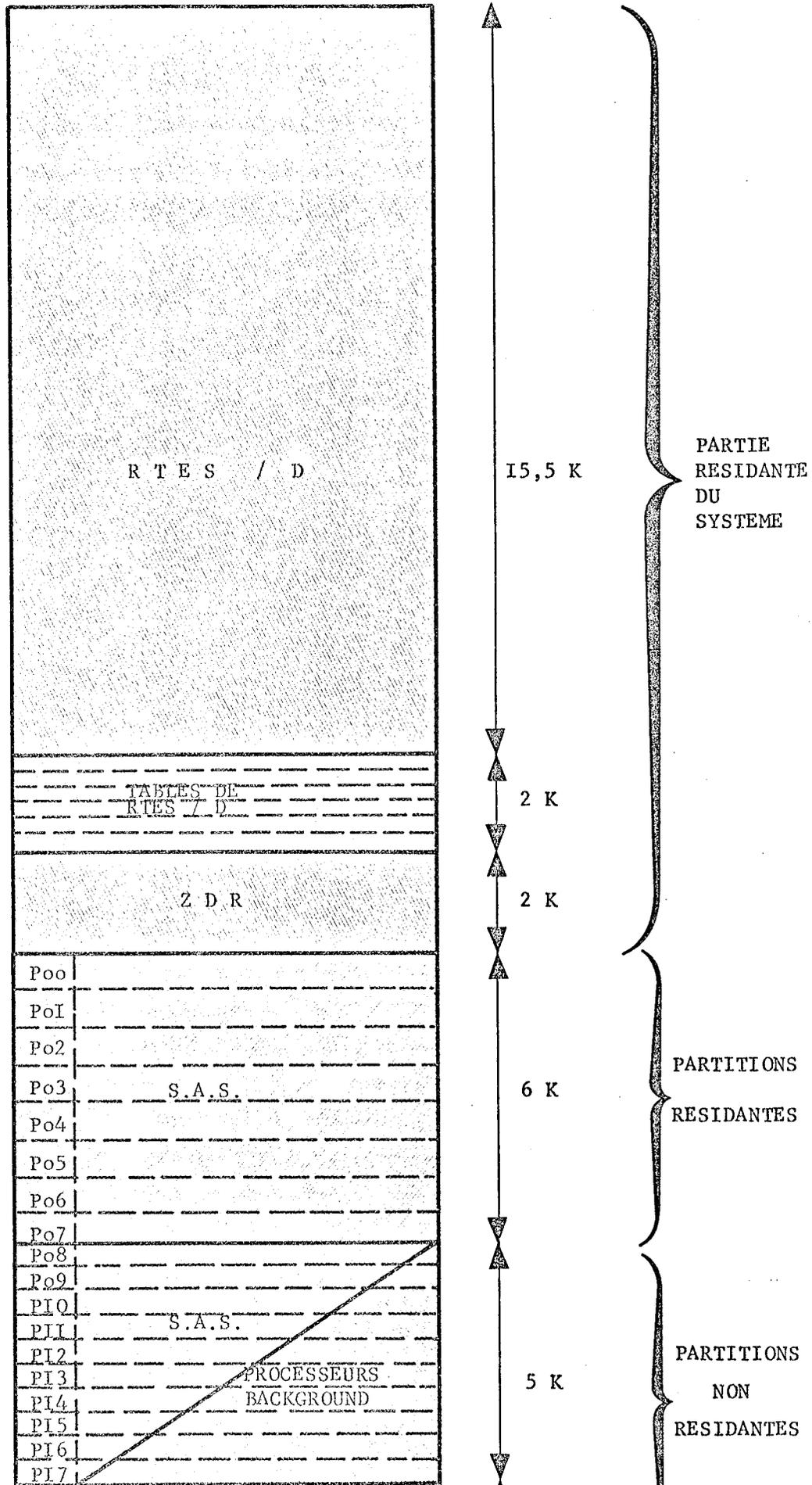
Un certain nombre de contraintes ont influé sur l'architecture générale de S.A.S..

Une première contrainte est la place mémoire disponible. RTES/D et BOS/D sont résidants en mémoire centrale et occupent respectivement 19,5 k mots et 1,5 k mots soit 21 k mots. D'autre part, les programmes et les utilitaires du logiciel de base nécessitent une place de 5 k mots. Il reste donc  $32 \text{ k} - (21 \text{ k} + 5 \text{ k})$  soit 6 k mots pour S.A.S.. Or, l'ensemble des tâches du système d'application représente une taille de 28 k mots. Pour résoudre ce problème, nous utilisons les possibilités de segmentation et de recouvrement des tâches offertes par le moniteur temps réel.

Ainsi, certaines tâches qui se prêtent à cette technique (problème de la contrainte temporelle) seront segmentées. Il s'agit principalement des deux tâches assurant le dialogue avec les postes opérateurs de manipulation. Non segmentées, leur taille est de  $2 \times 10 \text{ k}$ . Après cette opération, elle est de  $2 \times 1,5 \text{ k}$ , soit un gain de place de  $2 \times 10 \text{ k} - 2 \times 1,5 \text{ k} = 17 \text{ k}$  mots. Le système S.A.S. ne représente plus que  $28 \text{ k} - 17 \text{ k}$  mots soit 11 k mots. Pour un module de dialogue, nous avons alors une racine et 62 branches.

L'autre technique employée est celle du recouvrement. Plusieurs tâches résidantes sur disque occupent tour à tour le même emplacement mémoire (partition). Ainsi, une dizaine de tâches de S.A.S. utilisent la mémoire centrale en concurrence avec les programmes et les utilitaires de BOS/D.

CONFIGURATION MEMOIRE DU T I600 POUR S.A.S.



Donc le système S.A.S. ne représente plus que II k mots - 5 k mots, soit 6 k mots de mémoire centrale dont il bénéficie seul et 5 k mots de mémoire centrale qu'il utilise en concurrence avec les processeurs de BOS/D.

Notons que ces techniques de segmentation et de recouvrement ne sont applicables que pour des tâches dont le temps de réponse (temps de chargement disque à mémoire centrale plus temps d'exécution) n'est pas trop critique.

Le temps de réponse d'une tâche représente la deuxième contrainte ayant influé sur l'architecture de S.A.S.. Les tâches du système d'application peuvent se classer en deux groupes suivant le critère temps de réponse. Le premier groupe est constitué par des tâches à activation périodique dont la période est inférieure à la seconde. Elles résident obligatoirement en mémoire centrale car le temps de chargement disque à mémoire (400 millisecondes) serait trop pénalisant dans certains cas ou conduisant à des impossibilités dans d'autre cas.

L'autre groupe est constitué soit par des tâches a périodiques comme les dialogues, soit par des tâches dont la période d'activation est supérieure à la seconde. Celles-ci peuvent résider sur disque sans trop de dommages pour le temps de réponse.

#### 5.2.2 La logique d'enchaînement des tâches du système S.A.S.

Avant d'examiner dans le détail le contenu des différentes fonctions de S.A.S., il nous paraît souhaitable de décrire d'une façon générale la structure en tâches de celles-ci.

Lorsque S.A.S. ne reçoit aucune sollicitation (interruption) ses tâches sont à l'état de "sommeil". Elles peuvent être "réveillées" soit :

- par un appel externe (bouton poussoir d'un poste opérateur de manipulation)
- par l'horloge temps réel
- par une autre tâche
- par commande de l'opérateur de la salle de contrôle

- Réveil de S.A.S. par appel externe

L'utilisateur appuie sur le bouton poussoir de son P.O.M. lorsqu'il désire avoir accès à la fonction de communication. L'interruption ainsi générée active une première tâche (H,004) qui reconnaît l'emplacement de la manipulation par le numéro de l'appel. Elle active alors la tâche (S,0I5) qui a pour rôle d'envoyer sur le P.O.M. le message :

MOT DE PASSE

- ->

Cette dernière lance à son tour une tâche propre à la manipulation dont le rôle est de lire le mot de passe. Dans ce cas, il y a une tâche par utilisateur, afin d'éviter des temps d'attente trop longs lors de la frappe du mot de passe (un utilisateur peut attendre plusieurs minutes avant de donner sa réponse). Ces tâches de lecture du mot de passe (S,0I7 ; S,0I8 ; S,02I ; S,024 ) activent une tâche de contrôle du mot de passe et de gestion des moniteurs de dialogue (S,0I6). Une des deux tâches de dialogue est alors activée. (S,027 ; S,028). Notons, dès à présent, qu'il n'y a pas autant de moniteurs de dialogue que d'utilisateurs potentiels. Dans le cas où il n'y a plus de tâche de dialogue disponible, l'utilisateur devra attendre et refaire une nouvelle demande.

- Réveil de S.A.S. par l'horloge temps réel

Les autres tâches de S.A.S. sont synchronisées sur l'horloge temps réel à différentes périodes.

- Toutes les secondes, sont réveillées

- le journal de bord des manipulations (S,026)
- les tâches de sortie sur :
  - les enregistreurs analogiques (S,014)
  - les afficheurs numériques (S,025)
- les tâches de transfert d'information
  - disque à imprimante (S,029)
  - disque à perforateur de ruban papier (S,030)

L'ensemble des 14 tâches citées précédemment constitue la fonction de communication.

- La tâche de scrutation des mesures (S,012) qui active éventuellement la tâche (S,013) de traitement des mesures et des régulations. Cet ensemble constitue la fonction d'acquisition et la fonction de traitement.

- Toutes les 150 millisecondes, est réveillée :

- la tâche de sortie sur les stations de transfert (S,011) (fonction de commande)

- Toutes les 10 minutes, est réveillée :

- la tâche de sauvegarde de l'état du système sur disque (S,010)

Les tâches de S.A.S.

## Les tâches de S.A.S.

### Communication

- H,004 : Récupération des appels externes
- S,015 : Demande du mot de passe
- S,017 ; S,018 ; S,021 ; S,024 : Lecture du mot de passe
- S,016 : Contrôle de la validité du mot de passe et gestion des moniteurs de dialogue
- S,027 ; S,028 : Moniteurs de dialogue
- S,026 : Journal d'essai
- S,014 : Sortie sur les enregistreurs analogiques
- S,025 : Sortie sur les afficheurs numériques
- S,029 : Transfert des fichiers disque sur imprimante
- S,030 : Transfert des fichiers disque sur perforateur de ruban papier

### Acquisition

- S,012 : Gestion de la chaîne de mesure

### Traitement

- S,013 : Traitement des mesures et des régulations

### Commande

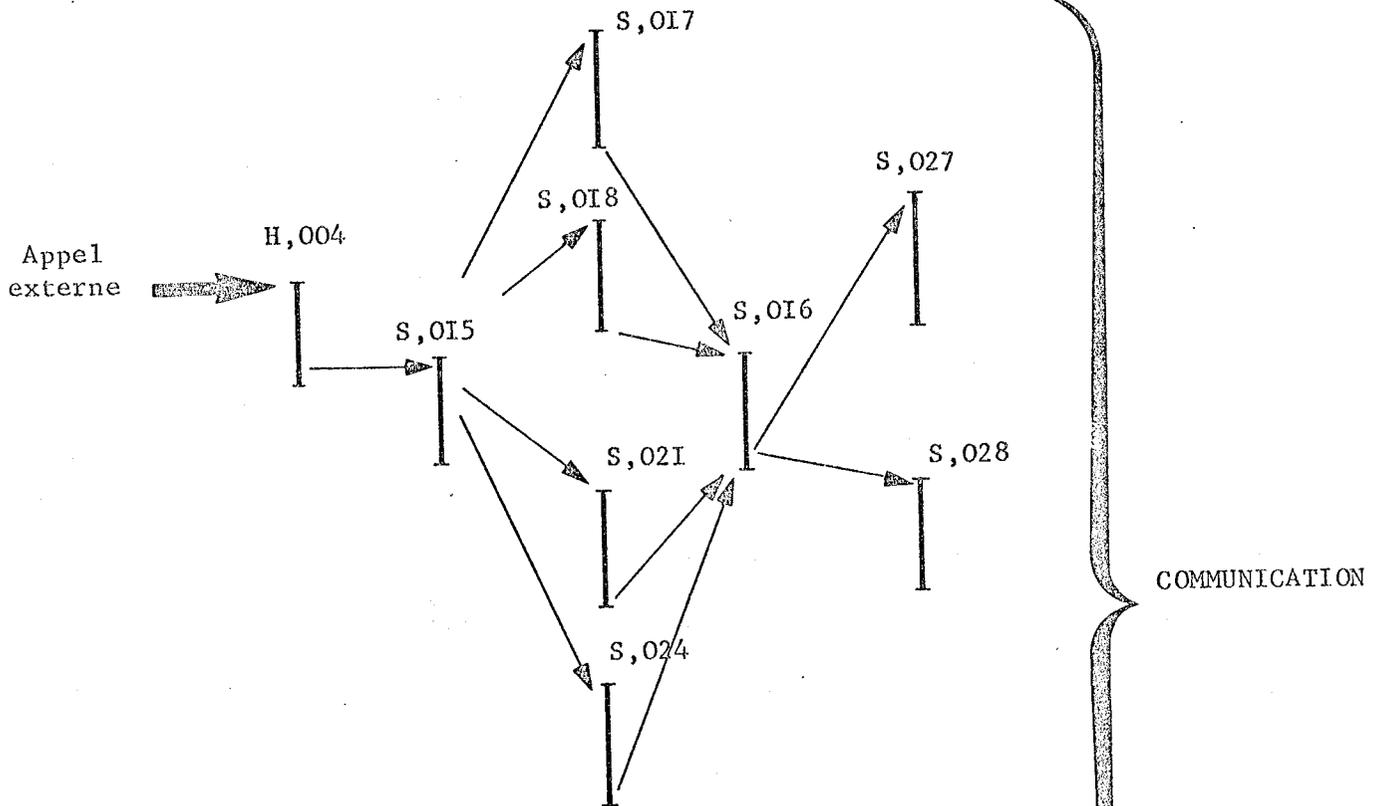
- S,011 : Gestion du contrôleur de station de transfert

### Sauvegarde

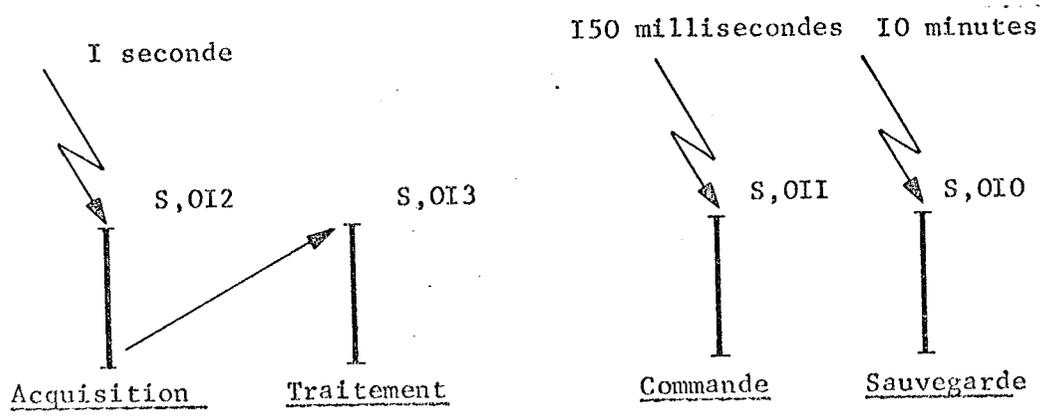
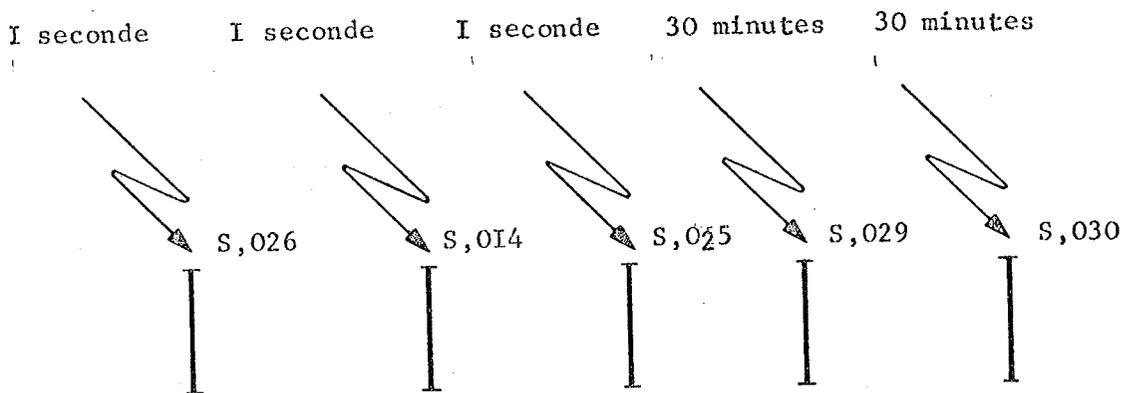
- S,010 : Sauvegarde de la zone des données résidentes sur disques

L'ENCHAÎNEMENT DES TÂCHES DE

S.A.S.



COMMUNICATION



### 5.3 Présentation des différentes fonctions du système S.A.S.

Les fonctions réalisées par le système d'application peuvent être représentées sous la forme d'une double circulation d'informations passant par le calculateur.

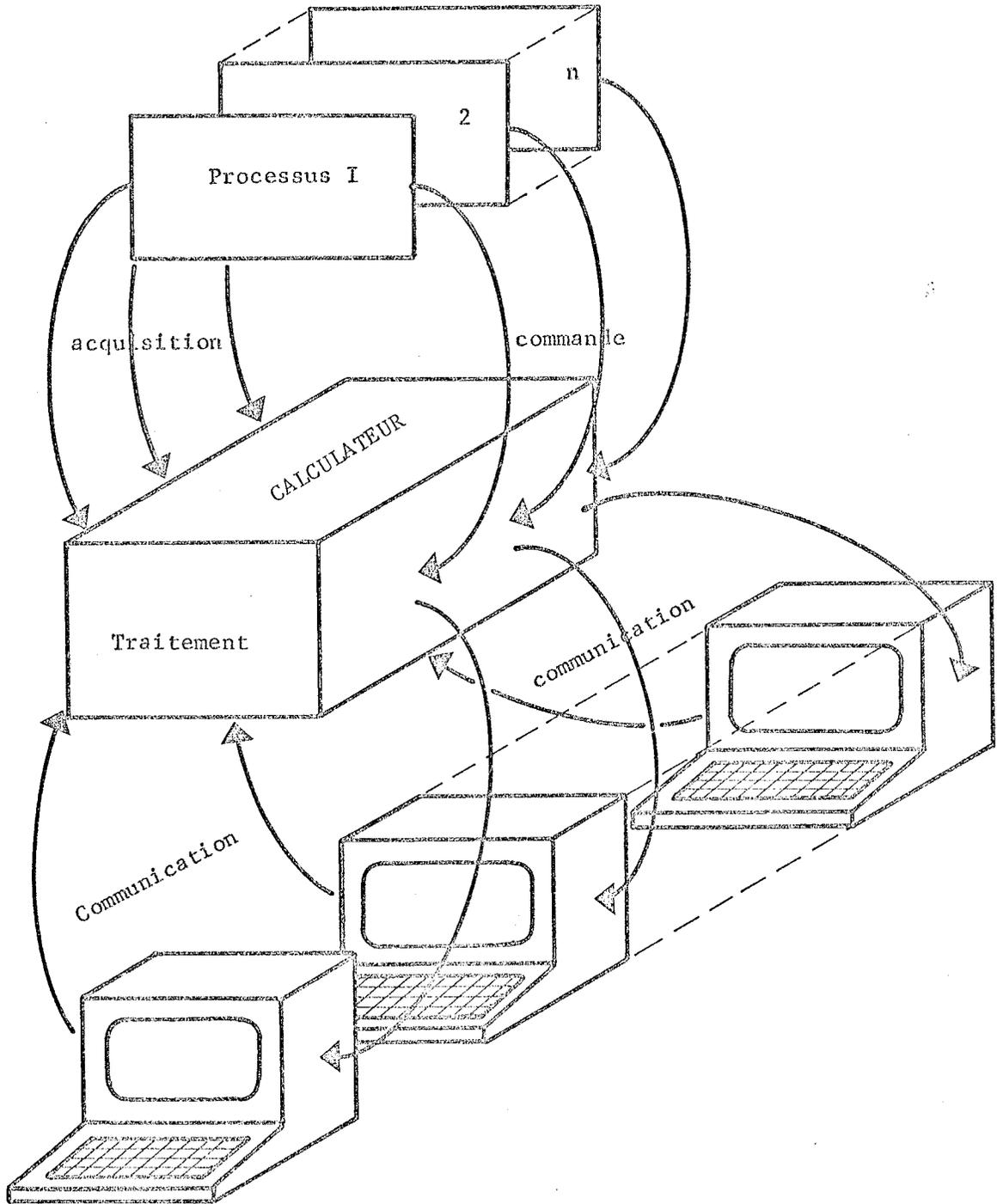
Le premier circuit a pour origine le clavier de l'utilisateur d'un poste opérateur de manipulation. Les informations émises par celui-ci sont transmises au calculateur. Des informations de même type sont émises par le calculateur en direction de l'écran; sur cette boucle circulent essentiellement des caractères. La fonction de COMMUNICATION gère ce circuit.

Le deuxième circuit est celui des informations analogiques. D'une part, le calculateur va effectuer des mesures au niveau de la manipulation, grâce à la fonction d'ACQUISITION que nous avons élaborée. D'autre part, il envoie des grandeurs (ou actions) à destination de la manipulation par la fonction de COMMANDE.

Enfin, grâce à la fonction de TRAITEMENT, le calculateur exploite en temps réel les données acquises.

Notons qu'il existe autant de double circuits que de manipulations raccordées à C.A.S.T.O.R et que ceux-ci doivent fonctionner en simultanéité.

LES FONCTIONS



## 5.4 La fonction de communication

C'est la fonction qui permet de mettre en relation l'utilisateur (non informaticien) et le système informatique. Cette fonction doit être particulièrement bien étudiée car c'est par elle que l'utilisateur "affrontera" et jugera pour une bonne part la qualité du système informatique.

### 5.4.1 Le matériel de communication

La communication s'effectue au moyen du Poste Opérateur de Manipulation. Dans la plupart des cas, celui-ci est composé d'un visuel à écran ou papier et clavier alphanumérique. Il est relié au calculateur par l'intermédiaire d'un multiplexeur pouvant supporter huit dispositifs de ce type. Ce visuel est complété par un bouton poussoir qui permet de générer une interruption au niveau du calculateur. Sur certaines manipulations, des dispositifs d'affichage numérique permettent de compléter cette panoplie.

### 5.4.2 La stratégie

Pour les premiers systèmes temps réel, cette fonction de communication était réduite à son minimum. Ainsi lorsqu'un système temps réel était en fonction, l'utilisateur se trouvait dans l'impossibilité de changer les paramètres du système. Il fallait pour cela arrêter le calculateur.

Il est apparu que cette fonction devenait essentielle surtout à partir du moment où plusieurs utilisateurs se partagent les ressources. En effet, il paraît impensable de stopper la marche du système pour un utilisateur.

Cette fonction de communication donne une grande souplesse au système, mais elle coûte cher en place mémoire. Il faut surveiller de très près la programmation de cette fonction (taille des messages)

D'autre part, l'utilisateur doit avoir l'impression d'être le seul interlocuteur de la machine et ignorer les autres utilisateurs. Il faut, enfin, que le dialogue se fasse d'une façon aisée.

Pour réaliser cette fonction, nous avons mis en place un "moniteur de dialogue" très modulaire, afin qu'il puisse être évolutif.

#### 5.4.3 Le logiciel

Comme nous l'avons vu précédemment, l'ensemble du logiciel de communication est composé de 14 tâches que l'on peut classer en 3 groupes :

- les tâches d'accès aux moniteurs de dialogue
- les moniteurs de dialogue
- les tâches de communication

##### 5.4.3.I Les tâches d'accès aux moniteurs de dialogue

Elles ont un double rôle :

- le filtrage des demandes et la gestion des accès aux moniteurs de dialogue.

Pour avoir accès au dialogue, l'utilisateur, après avoir appuyé sur le bouton poussoir disposé sur son visuel, voit apparaître le message :

Il doit alors frapper une lettre qui identifie sa manipulation. Un contrôle effectué sur le mot de passe peut donner lieu aux messages suivants :

. MOT DE PASSE INCORRECT

qui signifie que le caractère frappé n'appartient pas à la liste des mots de passe autorisés,

. AUCUN MONITEUR DE LIBRE

qui indique que les deux moniteurs de dialogue sont déjà occupés par d'autres utilisateurs,

. UTILISATEUR DEJA CONNECTE SUR LA VOIE "N"

qui signale que le mot de passe est déjà utilisé sur un autre poste opérateur de manipulation,

. PERIPHERIQUE DEJA OCCUPE PAR UN AUTRE UTILISATEUR

qui prévient que ce poste opérateur de manipulation n'a pas été libéré par l'utilisateur précédent (le mot de passe "VIDE" libère le P.O.M.).

. MONITEUR DE DIALOGUE

- ->

qui rend compte du fait que le mot de passe a été accepté et qu'un moniteur est alloué.

Cette technique permet de protéger les utilisateurs, les uns par rapport aux autres, tout en partageant les ressources du système.

#### 5.4.3.2 Les moniteurs de dialogue

Ils doivent permettre à l'utilisateur de demander un certain nombre de services au système S.A.S., à savoir :

- . la scrutation de ses voies de mesure selon deux cadences possibles (I ou IO secondes)
- . le traitement éventuellement chaîné de ses mesures par des algorithmes :
  - . de mise à l'échelle
  - . de linéarisation
  - . de filtrage
  - . d'asservissement
  - . de PID
  - . etc...
- . l'élaboration de grandeurs de commande
- . l'édition par un journal d'essais périodique de différents paramètres caractérisant son application
- . la réservation d'un espace disque
- . le stockage du journal d'essais sur disque en vue de son exploitation ultérieure
- . l'utilisation à distance de certains périphériques de la salle de contrôle (disque, imprimante, perforateur rapide de ruban),

. L'utilisation sur le site de la manipulation,  
d'enregistreurs.

Tous les paramètres relatifs à ces différentes  
demandes sont regroupés dans la zone des données résidentes en en-  
sembles cohérents appelés CARTES.

Ainsi, l'utilisateur pourra visualiser ses cartes, les  
modifier, les annuler. A l'heure actuelle, il existe :

- des cartes de voies : qui regroupent tous les para-  
mètres caractérisant une voie de mesure

- des cartes asservissement banalisé : qui contien-  
nent tous les paramètres relatifs aux traitements d'asservissement.

- des cartes journal : pour regrouper les paramètres  
des journaux de bord

- des cartes enregistreurs banalisés : pour le  
pilotage d'enregistreurs analogiques et enfin,

- des cartes d'identification par séquence binaire  
pseudo-aléatoire : pour regrouper les paramètres  
relatifs à ce traitement.

Nous trouvons dans l'annexe 2 des exemples de visuali-  
sation et de modification de ces différents types de cartes.

Ce dialogue doit être assuré pour 8 utilisateurs poten-  
tiels. Dans ce cas, nous avons choisi de traiter la réentrance en  
dupliquant la tâche de dialogue en deux exemplaires et en gérant  
l'accès à ceux-ci. Cette solution nous a semblé plus simple et plus  
rapide à mettre en oeuvre dans un premier temps.

Avant d'examiner le contenu des différentes cartes  
qui composent la Z.D.R., nous allons décrire le langage utilisé dans  
le dialogue.

#### 5.4.3.3. Le langage du dialogue de S.A.S.

Il convient tout d'abord de définir deux termes que nous emploierons par la suite :

- environnement : Partie du moniteur de dialogue qui a une fonction bien particulière et indépendante du reste.

- requête : C'est une chaîne de trois caractères alphanumériques. La frappe de cette chaîne sur le clavier du poste opérateur de manipulation permet :

. soit de passer d'un environnement dans un autre

. soit, au sein d'un environnement donné, d'exécuter une fonction spécifique.

Ce langage est hiérarchisé. On retrouve dans sa structure plusieurs niveaux. Au niveau I, il n'y a que l'environnement moniteur de dialogue qui a pour objet l'envoi du message moniteur de dialogue sur le visuel, le passage possible aux environnements de niveau 2 par les requêtes.

IST : environnement modification de la position d'un actionneur.

MSG : environnement des messages inter P.O.M.

CSI : environnement modification des consignes.

EDI : environnement du journal de bord

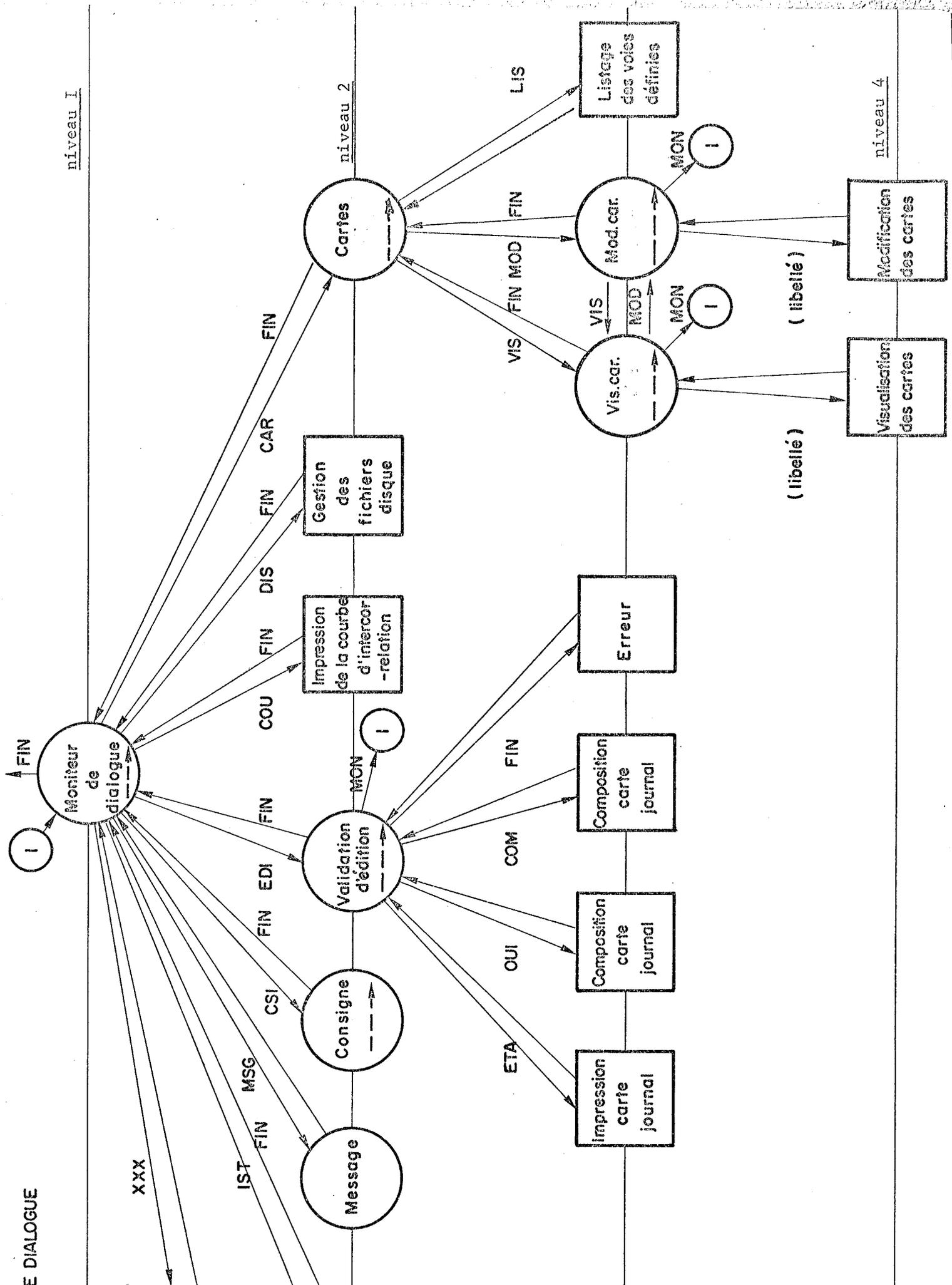
COU : environnement d'impression de la courbe d'intercorrélation (cf § 5.7.4.I. Le logiciel d'identification par intercorrélation).

DIS : environnement de gestion des fichiers disque.

CAR : environnement des cartes.

A partir de ce niveau 2, nous pouvons passer au niveau 3 par d'autres requêtes et ainsi de suite. Par exemple, étant dans l'environnement des cartes, on peut demander, soit la visualisation d'une carte (VIS), soit la modification d'un ou plusieurs de ses paramètres (MOD). On remonte dans cette hiérarchie en frappant la requête FIN. Celle-ci nous fait remonter d'un niveau. Mais lorsque l'on veut remonter directement au niveau I, sans franchir tous les niveaux intermédiaires, il faut taper la requête MON.

Notons enfin, qu'il existe des liaisons à même niveau. Par exemple, lorsqu'on vient de modifier un ou plusieurs paramètres d'une carte (on est alors dans l'environnement des modifications de cartes, niveau 3), il n'est pas nécessaire de remonter au niveau 2 (dans l'environnement des cartes) pour demander sa visualisation (environnement de visualisation des cartes niveau 3). Dans ce cas, une liaison à même niveau paraissait souhaitable, car après la modification des paramètres d'une carte, l'utilisateur éprouve souvent le besoin de la visualiser pour contrôler les modifications qu'il vient d'effectuer.



#### 5.4.3.5 Les tâches de communication

Ces tâches viennent compléter le dialogue. Elles ont pour rôle principal, l'information de l'utilisateur sur l'état de sa manipulation au moyen d'un journal d'essai, de sortie de valeurs sur des enregistreurs analogiques ou des afficheurs numériques et le transfert des fichiers disques sur imprimante ou sur perforateur de ruban papier.

##### Le journal d'essai (ou journal de bord)

Le journal permet à l'utilisateur d'un Poste Opérateur de Manipulation de visualiser sur sa console ou d'enregistrer sur disque magnétique, de façon cadencée, un journal de bord regroupant les paramètres qu'il a désignés.

Cette tâche étant activée toutes les secondes est résidente en mémoire centrale. Elle examine en Z.D.R. les cartes journal des différents utilisateurs. Suivant l'état des paramètres contenus dans ces cartes (modifiables par dialogue), elle édite sur le Poste Opérateur de Manipulation un journal de bord qui a les caractéristiques suivantes :

- Edition ou non d'un titre comprenant la date et l'heure
- Edition ou non du libellé des paramètres que l'on va sortir
- Edition par ligne de 9 paramètres au maximum choisis par l'utilisateur, à une cadence pouvant varier de 1 à 256 secondes
- Copie simultanée ou non de ce journal sur disque en salle de contrôle pour utilisation ultérieure

La difficulté principale rencontrée lors de l'élaboration de cette tâche réside dans le fait qu'il

EXEMPLE D'EDITION D'UN JOURNAL

MOT DE PASSE.

-->

A  
MONITEUR DE DIALOGUE.

-->

EDI  
VALIDATION D'EDITION.

-->

OUI  
CAD(1;255 SEC.)=19\*0

TIT=OUI

DIS=NON

VALIDATION D'EDITION.

-->

FIN  
MONITEUR DE DIALOGUE.

-->

FIN  
FIN DE MONITEUR.

JOURNAL D'ESSAI.

DATE: 05/04/76

HEURE: 11/42/40

HEURE	A02.MEF	A05.MEF	A03.MEF	A07.MEF	A01.MEF
+114340	+100.1	+11.58	+13.63	+23.15	+9.089
+114350	+100.8	+11.58	+13.67	+23.47	+9.053
+114400	+99.38	+11.63	+13.71	+23.35	+9.120
+114410	+100.4	+11.57	+13.67	+23.43	+9.043
+114420	+100.3	+11.54	+13.68	+23.18	+9.017
+114430	+99.95	+11.57	+13.67	+23.23	+9.058
+114440	+100.4	+11.57	+13.65	+23.39	+9.074
+114450	+99.90	+11.57	+13.65	+23.52	+9.002
+114500	+99.08	+11.60	+13.67	+23.66	+9.079
+114510	+99.78	+11.47	+13.68	+23.28	+9.063
+114520	+100.9	+11.49	+13.63	+23.50	+9.043
+114530	+100.4	+11.53	+13.68	+23.47	+9.084
+114540	+97.30	+11.63	+13.65	+23.42	+9.089
+114550	+99.70	+11.57	+13.62	+23.45	+9.048
+114600	+99.13	+11.60	+13.71	+23.18	+9.099
HEURE	A02.MEF	A05.MEF	A03.MEF	A07.MEF	A01.MEF
+114620	+100.4	+11.50	+13.62	+23.32	+9.048
+114630	+101.2	+11.63	+13.58	+23.39	+8.997
+114640	+99.65	+11.63	+13.67	+23.27	+9.048
+114650	+100.9	+11.53	+13.60	+23.67	+9.099
+114700	+101.0	+11.55	+13.64	+23.62	+9.058
+114710	+99.55	+11.63	+13.65	+23.32	+9.053
+114720	+101.3	+11.60	+13.70	+23.64	+9.063
+114730	+100.2	+11.62	+13.65	+23.87	+9.017
+114740	+99.25	+11.60	+13.58	+23.36	+9.104
+114750	+100.3	+11.56	+13.75	+23.44	+8.987
+114800	+101.0	+11.60	+13.73	+23.95	+9.048
+114810	+100.4	+11.57	+13.69	+23.71	+8.966
+114820	+99.98	+11.53	+13.70	+23.82	+9.089
+114830	+99.23	+11.50	+13.72	+23.32	+9.022
+114840	+100.9	+11.54	+13.69	+23.19	+9.033
HEURE	A02.MEF	A05.MEF	A03.MEF	A07.MEF	A01.MEF
+114900	+100.6	+11.52	+13.63	+23.25	+9.063
+114910	+99.65	+11.57	+13.68	+23.22	+9.002
+114920	+100.5	+11.58	+13.74	+23.70	+9.063
+114930	+99.65	+11.58	+13.67	+23.72	+9.048
+114940	+100.5	+11.58	+13.74	+23.51	+9.070

peut y avoir une impossibilité d'honorer la demande de l'utilisateur étant donné la cadence de fonctionnement du visuel. En effet, pour certains visuels fonctionnant à 2400 ou 4800 bauds, il n'y a pas de problèmes. Par contre, certaines manipulations sont équipées de matériels fonctionnant à 300 voir à 110 bauds. A cette dernière cadence, on peut sortir 10 caractères par seconde.

Si la demande est de 9 paramètres (de 9 caractères chacun) par seconde, on voit qu'il existe un problème. Une solution pour traiter ce problème serait de stocker en mémoire les performances des différents matériels de visualisation et de prévenir l'utilisateur qui fait une demande au-delà des possibilités du matériel. Notre souci d'économiser la place mémoire nous a conduit à une autre solution.

Lorsque la tâche doit écrire une ligne de journal, elle commence par "tuer" l'échange précédent. Ainsi on a une ligne incomplète mais le journal de bord continue de s'éditer. La tâche sortira le nombre de paramètres correspondant aux performances du matériel.

- Les sorties sur les enregistreurs analogiques

Il existe deux cartes enregistreurs analogiques qui permettent de sortir, sur deux pistes d'enregistreurs, deux paramètres quelconques.

- Les sorties sur les afficheurs numériques

Les afficheurs numériques sont des dispositifs munis de voyants lumineux et de roues codeuses. A l'aide de ces dernières, l'utilisateur affiche le numéro de voie de mesure dont il veut suivre l'évolution. Toutes les secondes, une tâche va lire la position des roues codeuses et affiche la mesure correspondante.

- Les transferts des fichiers disques

Lorsqu'un utilisateur a créé des fichiers de paramètres sur disque, il peut avoir besoin soit de les examiner (transfert imprimante) soit de les transporter sur un autre ordinateur pour exploitation (transfert à perforateur de ruban papier). Les deux tâches qui effectuent ces transferts sont activées toutes les 30 minutes. Elles balayent des tables dans lesquelles sont rangées les demandes de transfert.

5.5 Généralités sur les fonctions d'acquisition, de traitement et de commande

Avant de décrire ces traitements, il est nécessaire de définir un certain nombre de termes et de principes.

5.5.I Définitions

Mesure physique : Grandeur objet de la scrutation, exprimée en unités physiques.

Signal transmis : Grandeur analogique électrique transmise au ordinateur, exprimée en courant ou en tension suivant le cas.

Mesure brute : Grandeur numérique obtenue après conversion par le convertisseur analogique numérique. Elle s'exprime en points et sa gamme est au maximum de 0 à  $\pm 8192$  points.

Mesure traitée : Valeur finale de la grandeur, obtenue à partir de la mesure brute au moyen d'un programme de traitement. Elle s'exprime en unité physique.

Traitement mesure : Programme qui exécute un calcul permettant de transformer le nombre de points représentant la mesure brute en un nombre représentant la mesure traitée, exprimée en unité physique.

Traitement régulation : Programme qui exécute un algorithme permettant de calculer des actions à partir d'un ou plusieurs paramètres mesurés ou fixés par l'utilisateur.

Actions : Grandeur numérique qui est transformée en signal analogique par un convertisseur numérique analogique. Ce signal modifie la position d'un actionneur (par exemple une vanne électropneumatique)

### 5.5.2 Principes

#### Principes de l'acquisition

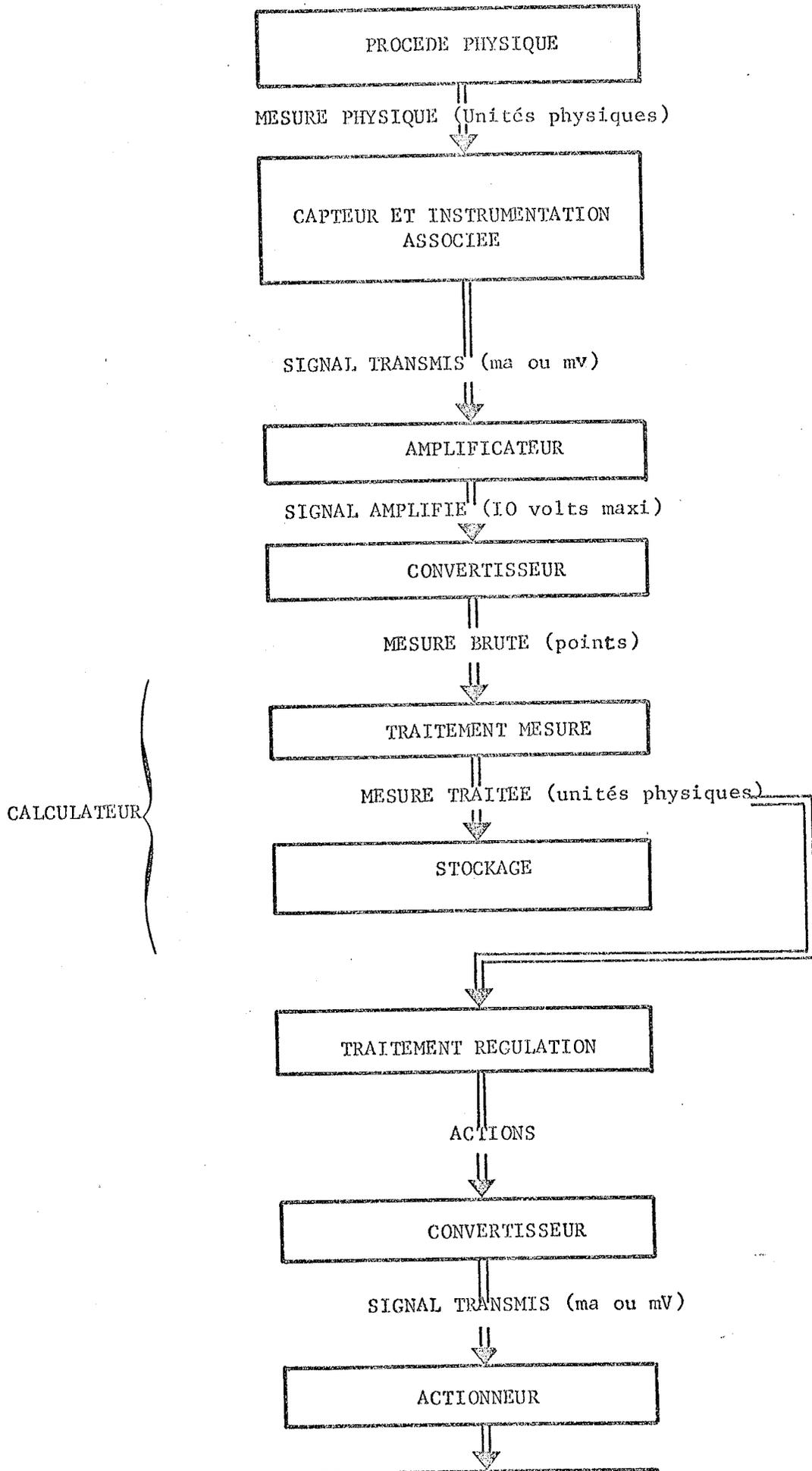
La grandeur objet de la mesure est saisie par le capteur au niveau de la manipulation. Puis elle est transmise au calculateur sous la forme analogique d'un courant ou d'une tension électrique. Le signal est ensuite amplifié puis converti par un convertisseur analogique numérique. Ce dernier effectue la conversion de la tension qui lui est présentée en une grandeur

numérique proportionnelle. Cette grandeur n'apportera guère d'information à l'utilisateur. Il convient donc, pour toute utilisation ultérieure, de lui faire subir un traitement en vue de sa mise à l'échelle et de son expression en unités physiques. Des traitements de comparaison à des seuils et de filtrage numérique peuvent compléter cette transformation.

#### Principes de la commande

La mesure traitée ainsi obtenue représente la première phase du cheminement de l'information entre la manipulation et le calculateur. Cette information, présente dans le calculateur, peut être stockée ou renvoyée telle quelle vers l'utilisateur pour l'informer de l'état de sa manipulation. Mais ce qui est plus important, cette mesure peut servir de paramètre à un algorithme de régulation qui calculera des grandeurs de sortie ou actions qui agiront sur la manipulation, selon les prescriptions de l'utilisateur.

C'est la deuxième phase du cheminement de l'information. On a donc une boucle : manipulation, calculateur et retour vers la manipulation, sous forme d'information ou d'action.



## 5.6 La fonction d'acquisition

L'acquisition est la fonction par laquelle le calculateur est informé de l'état des paramètres de la manipulation. Ces paramètres peuvent être de plusieurs types :

- mesures diverses (pressions, débits, températures etc...)
- états logiques (capteur en ou hors position de mesure, fin de course d'un actionneur, etc...)

### 5.6.I Le Matériel d'acquisition

Le cas des états logiques ne pose aucun problème. En effet, lorsqu'on a besoin de connaître un état, il suffit de lire un mot d'entrée tout ou rien et de tester la valeur de un ou plusieurs bits.

L'acquisition des mesures se fait par l'intermédiaire d'un périphérique appelé "chaîne de mesure". Il existe de nombreux types de chaînes de mesure plus ou moins performants. Dans notre cas, elle a les caractéristiques suivantes :

- Cadence de scrutation maximum 20 voies/seconde
- Raccordement de 40 voies maximum
- Possibilité de 6 gains programmables (1, 2, 5, 10, 20, 50 )
- Niveau d'entrée pleine échelle :  $\pm 10$  V.
- Résolution du convertisseur  $\pm 8192$  points, code binaire pur, 11 bits + signe
- Dépassement possible 15 %.

En fonction de ces performances et des objectifs que nous nous étions fixés, nous avons adopté une certaine stratégie.

### 5.6.2 La stratégie

Notre objectif :

- deux cadences de scrutation :
  - . 1 seconde (15 voies)
  - . 10 secondes (25 voies)

Nous avons donc partagé ces 40 voies en deux "groupes temporels". Le premier groupe est composé de 15 voies qui seront scrutées toutes les secondes, le second groupe est composé des 25 voies restantes qui seront scrutées toutes les 10 secondes.

Avec cette structure, nous scrutons :

$$\frac{15}{1} + \frac{25}{10} = 17,5 \text{ voies par seconde}$$

En arrondissant à l'entier supérieur, cela nous donne 18 voies par seconde, ce qui est acceptable compte tenu des performances de la chaîne.

### 5.6.3 Le logiciel

Le programme de scrutation est "réveillé" toutes les secondes. A cet instant, il scrute toutes les voies du groupe à une seconde plus trois voies du groupe à 10 secondes.

Au top suivant (une seconde plus tard) le programme demande à nouveau la scrutation de toutes les voies à une seconde plus trois autres voies à 10 secondes.

Sachant que l'on a 25 voies à 10 secondes, on voit que pendant 8 tops, on scrutera trois voies différentes du groupe à 10 secondes soit 24 voies.

Au 9<sup>e</sup> top , la dernière voie du groupe à 10 secondes sera scrutée et au 10<sup>e</sup> top, on ne scrutera aucune voie du groupe à 10 secondes.

Puis le cycle recommence. Les "mesures brutes" relatives à ces voies sont rangées en mémoire dans des "cartes de voies" dont nous donnons la structure en annexe 2.

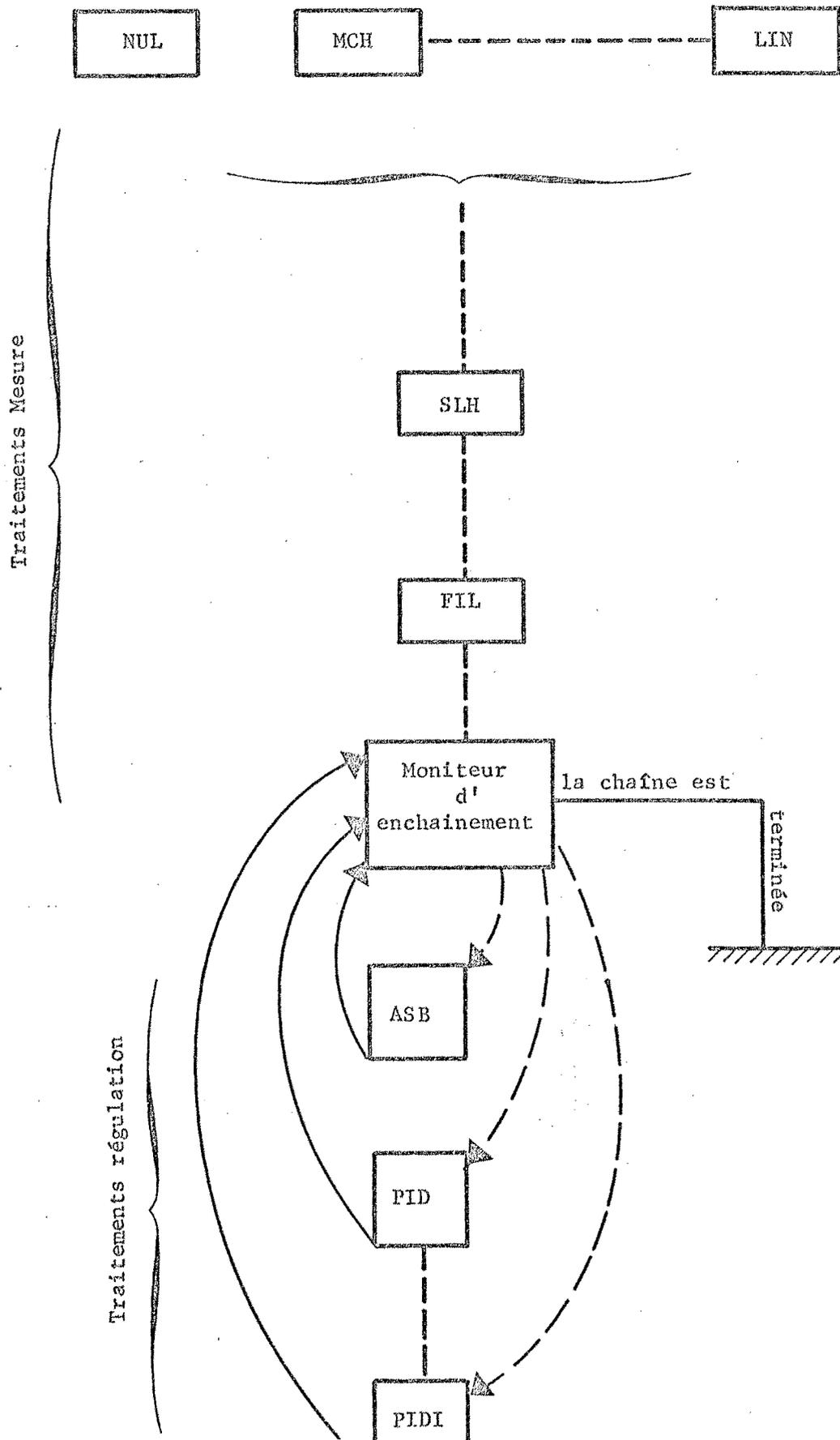
## 5.7 La fonction de traitement

### 5.7.1 La stratégie

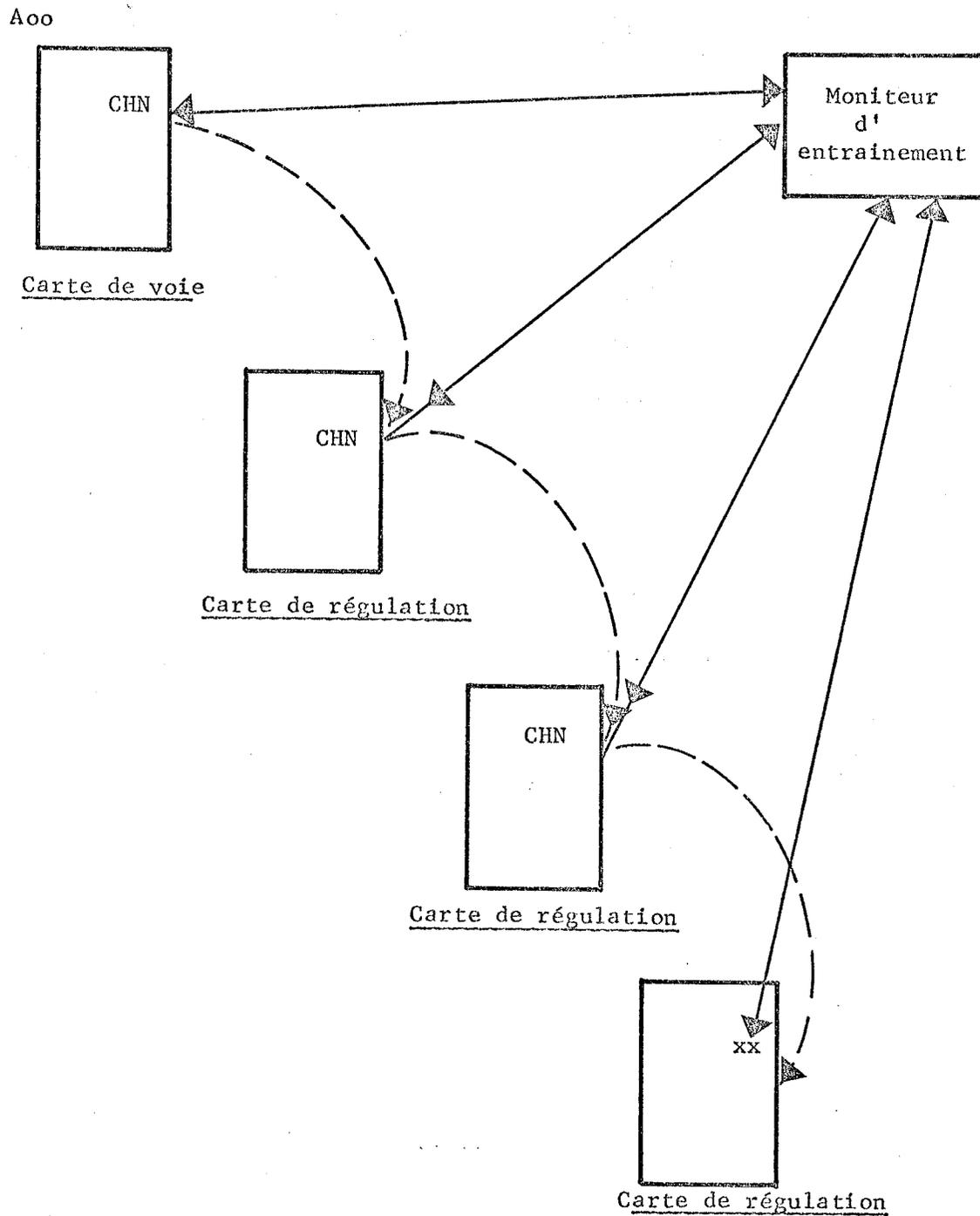
Traitements de mesure et traitements de régulation sont effectués au sein d'une même tâche.

Lorsque la mesure est scrutée, la tâche de traitement est activée. Selon les indications contenues dans la carte de voie, elle exécute un traitement mesure au choix, puis elle est soumise obligatoirement à deux autres traitements (seuils et filtrage numérique). Enfin, un algorithme d'enchaînement des traitements de régulation déclenche éventuellement un traitement de régulation dont les paramètres sont rangés dans une carte que l'utilisateur a constitué à l'avance. Lorsque ce traitement est terminé, il peut être suivi d'un autre traitement de régulation, selon la volonté de l'usager. Ces traitements sont chaînés. La chaîne est interrompue par un indicateur de fin de chaîne.

PRINCIPES DE L'ENCHAINEMENT DES ALGORITHMES DE REGULATION



SCHEMA DE L'APPEL DES DIFFERENTES CARTES PAR L'ALGORITHME  
D'ENCHAINEMENT.



Passons à la description sommaire des différents traitements de mesure et de régulation mis en place dans S.A.S..

5.7.2 Les différents traitements de mesure

5.7.2.I Le traitement nul

qui recopie la mesure brute dans la mesure.

$$M(t) = MB(t)$$

M (t) : est la mesure traitée à l'instant t

MB (t) : est la mesure brute à l'instant t

Le code mnémonique de ce traitement est NUL.

NB : ce code est utilisé dans la phase de dialogue entre l'utilisateur et le système.

5.7.2.2. Le traitement de mise à l'échelle

qui effectue la transformation

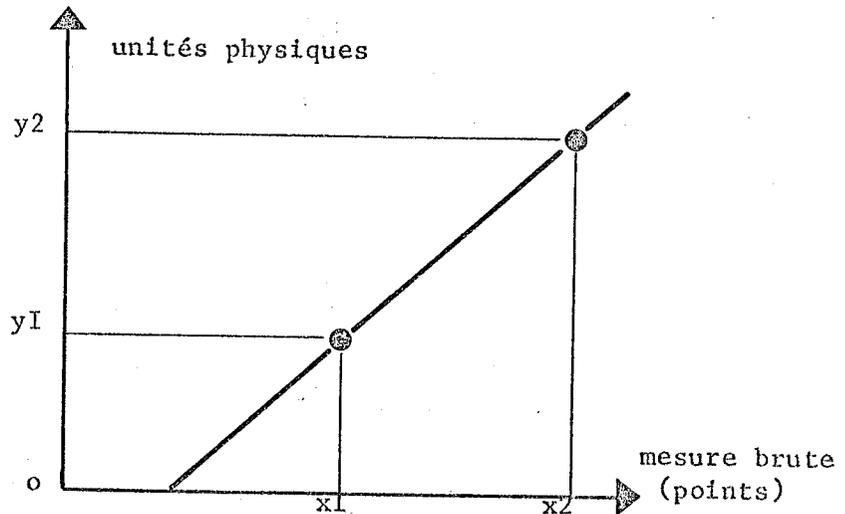
$$y = ax + b$$

y : mesure traitée

x : mesure brute

a,b : calculée à partir de deux points de fonctionnement donnés en mesure brute et mesure physique par l'utilisateur au moyen du moniteur de dialogue.

mesure traitée



L'algorithme est le suivant :

$$M(t) = P(t) \times MB(t) + E(t)$$

avec :

M(t) : mesure traitée à l'instant t

P(t) : pente à l'instant t

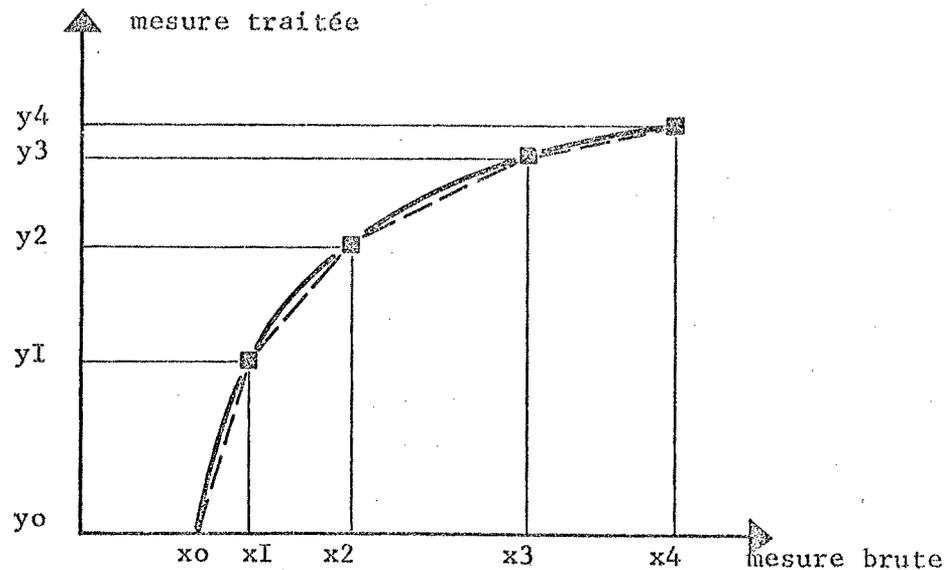
MB(t) : mesure brute à l'instant t

E(t) : écart à l'origine à l'instant t

Le code mnémorique de ce traitement est MCH.

### 5.7.2.3 Le traitement de linéarisation

Permet de calculer la mesure traitée lorsque la fonction mesure traitée = f (mesure brute) est inconnue ou complexe.



L'utilisateur communique les valeurs de x0 à xn et y0 à yn

L'algorithme est le suivant

$$M(t) = P_i(t) \times MB(t) + E_i(t)$$

avec :

M(t) : mesure traitée à l'instant t

P<sub>i</sub>(t) : pente à l'instant t

MB(t) : mesure brute à l'instant t

E<sub>i</sub>(t) : écart à l'origine à l'instant t

Le code mnémotechnique de ce traitement est LIN.

Les trois traitements précédents sont complétés par un traitement de seuil et un traitement de filtrage.

#### 5.7.2.4 Le traitement de seuil

L'utilisateur a la possibilité de fixer des seuils à ses mesures. Il existe deux seuils, l'un appelé seuil haut, l'autre seuil bas. La mesure doit se situer en principe entre ces deux seuils, si elle atteint une valeur supérieure au seuil haut ou inférieure au seuil bas, l'utilisateur peut être prévenu par l'intermédiaire d'informations disposées dans la carte de voie.

Les codes mnémoniques de ces traitements sont SLH et SLB.

#### 5.7.2.5 Le traitement de filtrage

Il s'agit d'un filtrage numérique dont l'algorithme est le suivant :

$$MF(t) = MF(t-I) + A [X(t) - MF(t-I)]$$

MF (t) : mesure filtrée à l'instant t  
MF (t-I) : mesure filtrée à l'instant t-I  
A : coefficient de filtrage  
X (t) : mesure traitée à l'instant t

Par dialogue, l'utilisateur fixe la valeur du coefficient A qui est dans la carte de voie.

Le code mnémonique de ce traitement est FIL.

### 5.7.3 Les différents traitements de régulation

#### 5.7.3.I Le traitement asservissement

Ce traitement calcule l'algorithme suivant :

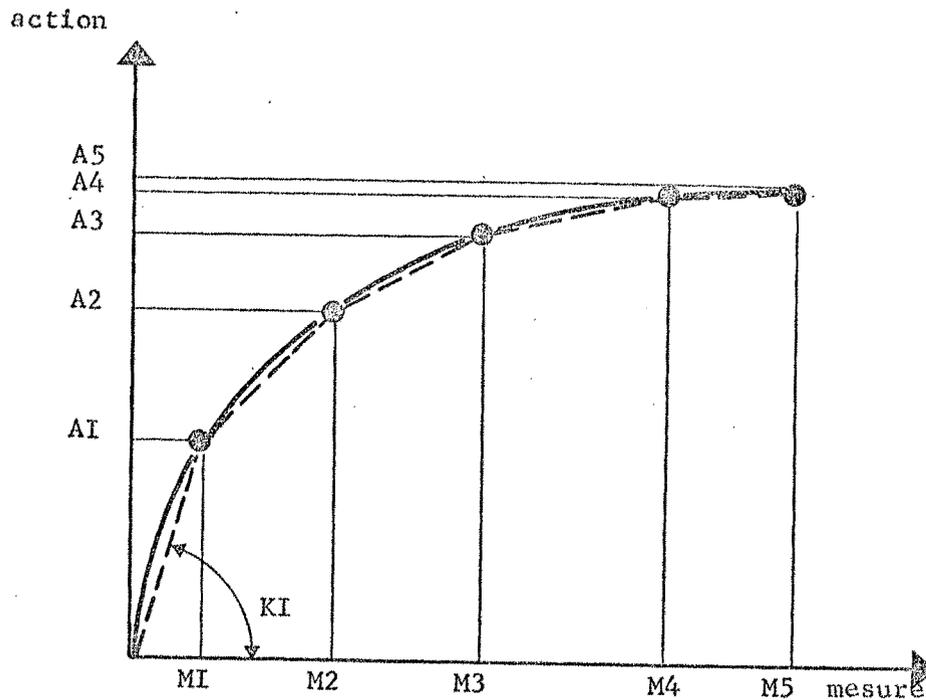
$$S(t) = K_i * \xi(t)$$

- $S(t)$  : valeur de l'action à l'instant  $t$   
 $K_i$  : gain du correcteur  
 $\xi(t)$  : écart à l'instant  $t$  entre la mesure scrutée et la consigne donnée par l'utilisateur .

$$\xi(t) = C(t) - M(t)$$

- $C(t)$  : consigne à l'instant  $t$   
 $M(t)$  : mesure traitée à l'instant  $t$

La courbe de réponse de l'actionneur n'étant pas linéaire, le gain  $k$  varie suivant la valeur de la mesure traitée. Ainsi, on a un asservissement adaptif. La valeur du gain est obtenue par linéarisation en cinq segments de la courbe de réponse réelle de l'actionneur.



- code mnémorique ASB

5.7.3.2. Le traitement P I D (proportionnel, intégral, dérivé)

Ce traitement calcule l'algorithme suivant :

$$V_r = S(t) - S(t - I)$$

$V_r$  : valeur réglante

$S(t)$  : sortie à l'instant  $t$

$S(t-I)$  : sortie à l'instant  $t - I$

Ainsi :

$$V_r = b_0 \xi(t) + b_I \xi(t-I) + b_2 \xi(t-2)$$

Avec :

\*  $\varepsilon(t)$  ,  $\varepsilon(t-1)$  ,  $\varepsilon(t-2)$  : écarts aux instants  $t$ ,  
( $t-1$ ) , ( $t-2$ ) entre la consigne fixée par l'utilisateur et  
la mesure.

$$* b_0 = K \left( 1 + \frac{\Delta t}{T_i} + \frac{T_d}{\Delta t} \right)$$

$$* b_1 = -K \left( 1 + 2 \frac{T_d}{\Delta t} \right)$$

$$* b_2 = K \frac{T_d}{\Delta t}$$

- .  $T_i$  est la constante d'intégration
- .  $T_d$  est la constante de dérivation
- .  $K$  est le gain
- .  $\Delta t$  est la cadence d'échantillonnage en  
seconde

Code mnémorique PID.

#### Remarques

Les asservissements permettent de se positionner à la valeur de la consigne en un seul calcul. Les PID tiennent compte de l'évolution du phénomène, car dans l'algorithme interviennent les écarts aux instants  $t$ ,  $t-1$  et  $t-2$ .

D'autres algorithmes sont en cours d'élaboration. Il faut noter enfin que cette tâche a été écrite en fortran, afin de permettre, éventuellement, aux utilisateurs de programmer eux-mêmes des algorithmes de régulation particuliers.

#### 5.7.4 Les différents traitements d'aide au dépouillement

##### 5.7.4.1 Le logiciel d'identification par intercorrélation

Préalable indispensable à l'élaboration d'une commande performante, l'identification peut se définir comme

la recherche d'un modèle mathématique qui, dans un certain domaine de fonctionnement et pour certains types de sollicitations, représente avec une précision suffisante le comportement du processus considéré. Il existe plusieurs types d'identification. Les utilisateurs du système S.A.S. peuvent disposer d'une fonction d'identification par intercorrélation. Comme pour les fonctions précédentes, il existe une carte modifiable par dialogue. Le logiciel relatif à cette fonction se décompose en trois parties.

Examinons-les :

. Un générateur pseudo-aléatoire

Ce programme a pour objet la génération pseudo-aléatoire d'une suite de 1 et de 0.

Cette génération est élaborée à partir de la disjonction de certains digits d'un registre à décalage. Les valeurs (1 et 0) sont transformées en  $\pm a$  ( $a$  fixé par l'utilisateur) et envoyées sur un actionneur du processus à identifier.

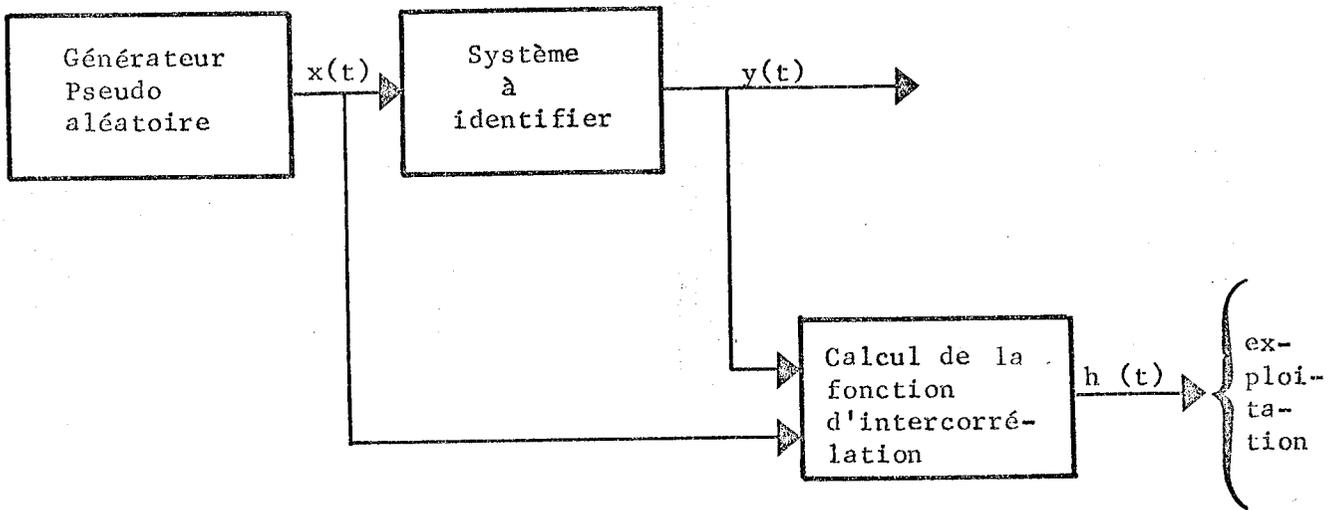
. Un module calculant la fonction d'intercorrélation

Le module calcule l'intercorrélation entre les valeurs envoyées sur le processus et la mesure à la sortie du processus. Les valeurs des points d'intercorrélation permettent de déduire le modèle mathématique du processus.

. Un module de test par simulation

Le but de ce module est de tester le bon fonctionnement des deux modules précédents en simulant un processus par un algorithme dont la réponse est connue (un deuxième ordre avec retard dans notre cas).

PRINCIPE DE L'IDENTIFICATION PAR INTERCORRELATION



#### 5.7.4.2 Le logiciel du calcul de la moyenne et de l'écart type

A la demande de certains utilisateurs, il a été élaboré un logiciel qui permet à partir du dialogue de déclencher un calcul de moyenne et d'écart type sur des données stockées sur disque (par exemple par le journal d'essai). Ce calcul ne présente aucune difficulté.

### 5.8 La fonction de commande

#### 5.8.1 Le matériel de commande

Le matériel de commande est composé principalement de deux périphériques industriels qui interviennent tous les deux dans l'envoi d'une commande vers une manipulation.

Le convertisseur numérique analogique transforme la valeur numérique représentant la sortie en une grandeur analogique (tension).

Le contrôleur de station de transfert adresse la station réceptrice de cette valeur.

#### 5.8.2 La stratégie

Les stations de transfert qui commandent les actionneurs (par exemple une vanne électro-pneumatique) sont de plusieurs types. Elles peuvent fonctionner soit de manière absolue, soit de manière incrémentielle et en particulier, elles possèdent des gammes différentes de fonctionnement. L'utilisateur qui n'est pas un spécialiste des méthodes d'automatisme doit ignorer ces particularités ; en fait, il ne connaît que le numéro de la station de transfert sur laquelle il désire agir. D'autre part, il exprime les positions de la station de transfert en pourcentage. Par exemple, à 50 % de la gamme de la station de transfert, il s'écoulera un débit de 10 m<sup>3</sup>/h dans un tuyau.

### 5.8.3 Le Logiciel

Le logiciel écrit au Centre Technique du Papier, pour résoudre ce problème, est composé de deux éléments.

Le premier élément est un apport au niveau du système RTES/D lui-même, car il ne gère pas ce type de périphérique industriel. Nous avons donc complété le système du constructeur à ce niveau.

Le deuxième élément est la tâche de gestion des stations de transfert. Son but est d'organiser la sortie des valeurs calculées par les algorithmes de régulation vers les stations de transfert. C'est une tâche de très grande priorité qui est activée toutes les 100 ms. Elle balaie une table en zone de données résidentes dans laquelle sont rangées, par numéro de station, les valeurs à sortir exprimées en pourcentage de la gamme des actionneurs. Ces valeurs sont envoyées sur les différentes unités, alors que la position correspondante de la table est remise à zéro.

Par la description des fonctions de communication, d'acquisition, de traitement et de commande, nous avons abordé les fonctions principales mises à la disposition des utilisateurs de S.A.S.. Il existe, cependant, d'autres fonctions qui n'interviennent pas directement comme une aide à la gestion des manipulations mais qui sont, néanmoins, importantes pour la bonne marche de l'ensemble. Il s'agit des éléments de logiciel consacrés à la sauvegarde, au démarrage, au redémarrage et à l'arrêt du système.

#### 5.9 Les sauvegardes du système

Un utilisateur en temps différé admet de soumettre, à nouveau, son programme au calculateur lorsqu'il advient un arrêt imprévu dû, soit à une panne du matériel, soit à un défaut du logiciel. Evidemment, si cet utilisateur se sert de fichiers, il entend les retrouver dans un état convenable.

L'utilisateur de temps réel du C.T.P. est moins conciliant. Ceci s'explique par le fait qu'une manipulation est souvent longue à préparer. Dans bien des cas, il faut réunir sur le site d'expériences, du personnel, du matériel, pour un temps déterminé.

Dans notre cas, les manipulations ont une durée pouvant varier de 2 h 00 à 8 h 00. Pendant ce temps, il faut

se prémunir, le plus possible, contre les pannes et si une panne arrive, il faut repartir dans de bonnes conditions pour les manipulations.

Pour se prémunir le plus possible contre ces éventualités, nous avons pris certaines dispositions :

. pas d'intervention technique sur le matériel pendant le fonctionnement de S.A.S.

. Armoires et pupitre du calculateur verrouillés

Malheureusement, des pannes peuvent arriver :

- . rupture secteur
- . défaut matériel sur l'unité centrale ou de façon plus générale sur un élément vital
- . défaut dû au logiciel

Ne pouvant pas échapper à de telles éventualités, il nous a fallu trouver des moyens permettant de redémarrer le système avec le minimum de perte d'information.

Notre stratégie a été de sauvegarder sur disque l'état du système à intervalles de temps réguliers.

Toutes les 10 minutes, la zone des données résidentes est copiée sur disque. Tous les paramètres variables du système se trouvant dans cette zone, il est donc fait un "cliché" du système. Lors du lancement du système le matin ou après une panne, c'est cette copie de Z.D.R. qui sera chargée en mémoire. Ainsi, dans le plus défavorable des cas, l'utilisateur perdra au maximum les 10 dernières minutes du travail qu'il aura effectué.

Cependant, il faut noter que si la panne touche le disque et si, en particulier, la sauvegarde de la

zone des données résidantes est détruite, l'utilisateur pourrait perdre la totalité de son travail. Pour se prémunir contre cette éventualité, il a été décidé d'effectuer une copie systématique du disque chaque semaine. Ainsi, la perte d'information sera dans ce cas au maximum d'une semaine.

Enfin, si la copie est pour une raison quelconque inutilisable, il faudra repartir d'un système vierge. L'utilisateur devra, à nouveau, rentrer tous les paramètres relatifs à ses cartes.

Ainsi, nous avons gradué notre système de protection en fonction de la gravité des pannes qui peuvent survenir.

Décrivons maintenant la manière dont nous avons traité le problème du démarrage du système.

#### 5.10 Le démarrage, le redémarrage, l'arrêt du système

Dans l'équipe C.A.S.T.O.R., il n'y a pas d'opérateur attitré ; plusieurs personnes (pas toujours des informaticiens) sont amenées à démarrer, arrêter ou redémarrer le système. Aussi, l'équipe logiciel a dû fournir un moyen simple pour effectuer ces opérations souvent délicates.

Pour effectuer ces opérations, l'opérateur suit des instructions consignées dans un classeur. Les commandes au système sont perforées sur des cartes. Nous avons limité au maximum l'intervention humaine trop souvent source d'erreur.

Cet effort a permis de libérer l'équipe logiciel de cette tâche d'opérateur. Un extrait du guide de l'opérateur se trouve en annexe 3.

## VI. MESURES ET PERFORMANCES DU SYSTEME

Si en gestion les problèmes de performance se traduisent par un fonctionnement plus ou moins bon de l'installation, en temps réel, ils se traduisent très souvent par le fonctionnement ou le non fonctionnement de l'installation ("ça passe" ou "ça ne passe pas", comme disent les spécialistes) Si la dégradation est fonction de la charge du système, la sanction est brutale.

Dans un système comme celui-ci, la performance de l'ensemble dépend de la performance de chaque fonction décrite précédemment. Si un élément ne remplit pas sa fonction, le système perd toute sa valeur. Conscients de ce problème, nous avons effectué des mesures et pris des dispositions de telle sorte que l'ensemble fonctionne de façon satisfaisante. Examinons le travail qui a été fait dans ce domaine.

### . Mesures pour la fonction de communication

Dans ce cas la mesure est le temps de réponse du dialogue. Celui-ci est fortement dépendant de la vitesse de transmission admise par le visuel. Dans notre cas, la gamme des vitesses de transmission s'étend de 110 bauds (10 caractères par seconde) à 4800 bauds (436 caractères par seconde). Les mesures nous permettent de constater quelques faibles ralentissements (10 % environ) aux instants d'activité intense.

### . Mesures pour la fonction d'acquisition

La fonction d'acquisition est assurée par une tâche activée par le système toutes les secondes. Si au cours de son activation elle n'a pas terminée son travail précédent, le système prévient l'opérateur en salle de contrôle qu'il n'a pas pu activer cette tâche. Notons qu'à la seconde d'après, il fera une nouvelle tentative. A part ce contrôle du système, il n'a pas été effectué de mesures plus précises.

. Mesure pour la fonction de traitement des mesures et traitement des régulations

La tâche qui assure cette fonction est activée par la tâche de scrutation chaque fois qu'une mesure a été scrutée. Comme dans le cas précédent, il y a un contrôle sur la disponibilité de la tâche mais pas de mesures de performance.

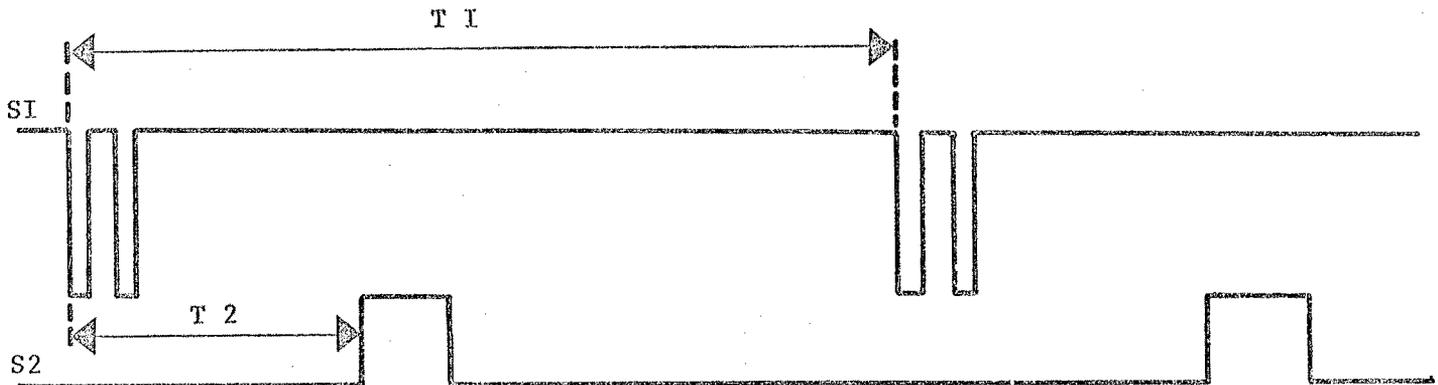
. Mesures pour la fonction de commande

Le même principe que précédemment est adopté. Si la tâche est trop sollicitée, l'opérateur est prévenu par un message.

. Mesures sur le système Sycande

Dans ce cas, des mesures très précises ont été effectuées grâce à des signaux relevés sur un oscilloscope branché sur la carte coupleur reliant Sycande au T I600.

SIGNAUX EXAMINES :



- Les signaux SI et S2 sont pris sur le coupleur universel

\* SI est le signal de demande de fonction à SYCANDE

\* S2 est le signal de réponse à SYCANDE

Conditions de mesure :

- . Sous le système RTES/D complet avec Background
- . Bouclage sur 2 instructions de demande de fonction SYCANDE dans une tâche de priorité 20.
- . Ces conditions sont les plus contraignantes pour le système. (sauvegarde de contextes, passage dans le système RTES/D, passage dans le module de gestion de SYCANDE).

Tableau des performances

Fonctions SYCANDE	T I (ms)	T 2 (ms)	TI-T2 (ms)
Acquisition générale C A G	2,10	0,40	1,70
Prise en compte et transfert C E L	2,30	0,40	1,90
Transfert valeur voie L C T	2,30	0,40	1,90
Test station T S S	2,10	0,35	1,75
Sortie validée S O V	2,70	0,70	2,00

T I Temps global Logiciel + Matériel

T 2 Temps Matériel

T I - T 2 Temps Logiciel (changement de contexte,  
RTES/D, ...)

Ces mesures nous ont permis de constater la rapidité satisfaisante d'un tel système.

. Mesure de la charge globale du système

Il existe une tâche dont la priorité est la plus faible et qui a pour rôle d'allumer 4 voyants du pupitre en les décalant, réalisant ainsi une "chenille" lumineuse. Plus la chenille se déplace lentement, plus le calculateur est chargé. Evidemment, cette mesure est subjective mais elle donne tout de même une indication

VII. EVALUATION DES RESULTATS

On peut essayer de répondre à la troisième question que nous nous sommes posée : quels sont les résultats ?

Nous pouvons exprimer ces résultats en examinant l'utilisation du calculateur sur une période déterminée. Un carnet de bord nous le permet.

Le tableau suivant nous donne l'utilisation en % du temps par nature d'activité. (période du 1/1/76 au 30/6/76)

. pannes	2 %
. maintenance	5 %
. mises aux points de systèmes	10 %
. S.A.S.	65 %
. Autres systèmes	18 %

Nous pouvons constater une bonne demande de temps réel industriel. Notons que cette demande a été en progrès constant. Elle était de 30 % pour le 1er semestre 1975.

Nous pouvons ainsi exprimer les résultats par le nombre de manipulations raccordées au calculateur.

. à l'heure actuelle :

- . une machine à papier expérimentale (tubulaire)
- . C.I.R.C.E. (Pilote de caisse de tête)
- . Analyse de l'uniformité d'impression
- . Analyse du profil du papier

. en cours de réalisation :

- . une machine à papier classique
- . une manipulation d'économie d'énergie

. en prévision :

- . un pilote de cuisson du bois.

Rappelons qu'en travail de fond, un certain nombre de tâches se déroulent en temps différé.

- . Calculs statistiques
- . Edition de chèque pour nos fournisseurs
- . Mise au point d'un dialogue pour une documentation automatique
- . Amélioration et création de logiciel pour S.A.S.

## VIII. CONCLUSION

En conclusion, nous allons essayer de répondre à la dernière question que nous nous sommes posée en introduction : quel est l'avenir de cette réalisation ?

Soutenus par de nouvelles demandes de raccordement nous avons décidé d'accroître notre prestation dans les années à venir. Ce nouvel effort s'organisera autour de deux axes.

Tout d'abord, nous pensons honorer les nouvelles demandes de raccordement. Pour se faire, il est nécessaire d'augmenter notre capacité mémoire de 16 k mots. Cependant, il faut noter que les progrès technologiques réalisés chez le constructeur de calculateur en trois ans nous permettent d'envisager l'achat d'un nouveau calculateur de 32 k mots de mémoire centrale pour le prix de l'extension de notre ancien calculateur. Ce problème est à l'étude.

D'autre part, nous comptons augmenter la qualité du système en améliorant le logiciel d'application développé dans notre entreprise et en réalisant une liaison avec un autre calculateur. En effet, le Centre Technique du Papier vient d'acquérir un calculateur (SOLAR I6.65) du même constructeur. Celui-ci, plus puissant, est destiné au traitement de la documentation, de la gestion et des problèmes statistiques. Il sera connecté à l'IRIS 80 de l'institut des Mathématiques Appliquées de Grenoble.

L'idée de connecter le T I600 au SOLAR I6.65 prend corps. Ceci nous permettra d'augmenter la puissance de calcul mis à la disposition des utilisateurs, surtout en ce qui concerne les traitements statistiques en temps différé sur les mesures recueillies en temps réel. Cette liaison permettra une exploitation encore plus efficace des données collectées par C.A.S.T.O.R. pour la plus grande satisfaction des chercheurs du Centre Technique du Papier.

A N N E X E I

LE CALCULATEUR T 1600 - CARACTERISTIQUES DETAILLEES

## I. LE CALCULATEUR

Dans la série T I600 de la Télémécanique Electrique, nous avons été amenés à choisir un modèle "T I62I" en raison des possibilités d'extension que nous voulions ménager.

Sa structure générale est organisée autour de 2 bus d'inter-communications.

I.1. La mémoire vive a une capacité de 32 k mots de 16 bits + 1 bit de parité

Extension possible par modules de 4 k à 64 k mots

I.2. Le bus mémoire

La mémoire est raccordée par l'intermédiaire du bus mémoire et d'une logique d'attribution à 4 accès, à 4 emplacements d'A.D.M. (accès direct mémoire) dont 2 sont utilisés.

Les deux autres emplacements sont occupés par des "modules spécialisés" qui, n'étant pas des A.D.M., ne sont pas raccordés au bus mémoire.

I.3. Le bus général

Il assure les inter-communications entre les "A.D.M.", les "modules spécialisés" et 4 "esclaves" de dialogue.

Extension possible : pour disposer d'un plus grand nombre de gestions d'entrée-sortie ou pour libérer les emplacements des 2 A.D.M. non utilisés.

#### I.4 Les A.D.M.

I.4.1 Unité de traitement

I.4.2 Coupleur disques pour 4 unités

Extension possible : on dispose donc, moyennant le dégagement des emplacements, de deux A.D.M. non utilisés qui permettent par exemple des extensions disques.

#### I.5 Les Modules spécialisés

I.5.1 Opérateur flottant câblé, pour l'arithmétique en virgule flottante.

I.5.2 Opérateur multiplication-division câblé pour un gain de temps appréciable sur les instructions de MP et DV.

#### I.6 Les dispositifs de gestion des entrées-sorties

I.6.1 Gestion des interruptions prioritaires

Le système d'interruptions prioritaires est destiné à prendre en compte sous certaines conditions et au moment opportun des événements qui doivent provoquer un changement d'activité de l'unité de traitement.

La gestion de ces interruptions est effectuée par le T I600 en tenant compte d'une hiérarchie à 8 niveaux "d'appels prioritaires".

Niveau 0 : réservé au système interne

Niveau 1 : entrées de comptage (32 sous-niveaux)

Niveau 2 : horloge temps réel (scrutation)

Niveau 3 : réservé au système : télétype de service  
gestion de l'A.D.M. disque  
etc...

Niveau 4 : appels externes (8 sous-niveaux) : disponibles  
utilisateurs

Niveau 5 : réservé

Niveau 6 : réservé

Niveau 7 : entrées-sorties spécifiques (32 sous-niveaux)  
(cf § I.6.4 de l'annexe I)

Extensions possibles : 8 sous-niveaux d'appels  
externes niveau 5, pour les utilisateurs.

I.6.2 Gestion du pupitre du calculateur

I.6.3 Gestion du téléimprimeur de service (Télétype)

I.6.4 Gestion des coupleurs des entrées-sorties spéci-  
fiques

Ces coupleurs sont répartis en deux  
"bacs".

Le "bac zéro" possède 16 emplacements  
de coupleurs, tous capables d'une gestion d'échange  
en mode programmé prioritaire (ou en mode canal pour  
les 8 premiers).

Le "bac I" possède 8 emplacements de  
coupleurs ne permettant que des échanges en mode  
programmé simple.

Extensions possibles :

- . Bac zéro, 9 emplacements disponibles en mode prio-  
ritaire (ou programmé simple)
- . Bac un, 6 emplacements d'entrée et 3 emplacements  
de sortie disponibles en mode programmé simple (mode  
prioritaire possible moyennant l'adjonction d'un  
module de gestion).
- . 6 bacs supplémentaires en programmé simple seulement.

## 2. LES ORGANES PERIPHERIQUES DE TYPE CLASSIQUE

La gestion de leur fonctionnement est assurée par le système de base.

### 2.I Mémoire de masse

I unité de disque Control Data utilisant les cartouches IBM 5440 ou équivalentes.

Cadence de transfert : 156 000 mots/seconde

L'unité se compose d'une "cartouche" fixe d'une capacité de 2,5 M.octets <sup>(I)</sup> et d'une cartouche amovible (2,5 M.octets également).

Chaque cartouche est décomposée en 204 "cylindres" de 2 pistes chacun (une sur chaque face du disque). Chaque piste est partagée en 24 secteurs de longueur fixe (128 mots ou 256 octets).

On peut ainsi envisager, pour toute application exigeant le stockage de données ou de programmes très volumineux, sous une forme plus rapidement accessible que les cartes perforées, d'affecter tout ou partie d'une cartouche amovible à un utilisateur. Le stockage des cartouches est assuré en salle de contrôle.

La rapidité d'accès aux informations sur disques (et non de transfert !) est en moyenne de 40 millisecondes (pour quelques microsecondes d'accès en mémoire centrale).

Extension possibles : 3 autres unités peuvent être raccordées au coupleur. Pour monter un deuxième coupleur, il faut une extension du bus général.

(I) 1 M.octets = 1 mega octet  $\neq$   $10^6$  octets, soit  $0,5 \cdot 10^6$  mots de 16 bits

## 2.2 Télétype de service

Son utilisation est en principe réservée à l'opérateur de salle de contrôle pour la gestion du "système de base" ; elle sert aussi au dialogue de production et de mise au point de programmes, mais non à l'exploitation de ceux-ci sauf cas particuliers.

Il s'agit d'un organe d'échange lent, à 10 caractères/seconde (110 bauds), 72 caractères par ligne au maximum, qui dispose de 4 fonctions reconnues séparément par le calculateur :

- en entrée

- . lecture clavier
- . lecture bande perforée

Il y a impression (et en option, perforation) simultanée dans les deux cas.

- en sortie

- . impression
- . perforation bande papier (avec impression simultanée)

## 2.3 Lecteur de cartes

Destiné à l'entrée de données ou de programmes, préalablement mis en forme sur cartes perforées 80 colonnes.

Cadence : 400 cartes/minute

## 2.4 Perforateur de bandes

Destiné à la production de bandes perforées à cadence plus rapide que le télétype de service.

Cadence : 70 caractères/seconde

Outre les utilisations " système" (production de programmes ...) il peut servir aux utilisateurs, par exemple pour

effectuer un stockage intermédiaire de données en vue d'un traitement différé à exécuter à l'I.M.A.G..

### 2.5 Imprimante semi-rapide Logabax IX I80

Destinées à l'édition (système et utilisateurs)

Cadence : I80 caractères/seconde (I00 lignes/minute maxi)

Format : I32 caractères par ligne maximum

Equippée d'un système de pagination par bande pilote d'une mémoire tampon (buffer) de deux lignes.

### 2.6 Console cathodique de salle de contrôle SINTRA type TTE

Instrument de dialogue fonctionnant en émission réception, identique du point de vue couplage aux consoles de manipulation, avec :

- visualisation sur tube cathodique, 24 lignes de 80 caractères
- clavier de machine à écrire type A Z E R T Y
- clavier de fonctions spéciales "édition"

Cadence : 2400 bauds, modifiable

## 3. LES ORGANES PERIPHERIQUES DE TYPE INDUSTRIEL

### 3.1 Sorties analogiques (pour enregistreur "banalisé")

Deux sorties en tension, gamme 0-I0 volts, charge maximum 20 mA, permettent de sortir n'importe quelle grandeur scrutée ou calculée sous forme analogique avec une précision de  $\pm 10^3$  de la pleine échelle. (Résolution de la grandeur avant conversion : I0 bits).

Elles sont en principe destinées à alimenter deux voies d'enregistrement banalisées au service des utilisateurs, soit pour suivre l'évolution de deux variables en

temps réel, soit pour tracer des courbes en différé (enregistrement X Y par exemple).

Distance maxi de raccordement de l'enregistreur : 50 mètres.

### 3.2 Chaîne de mesures analogiques

40 voies de mesures peuvent être scrutées par multiplexage avec les caractéristiques suivantes :

Résolution de la conversion numérique : 13 bits plus signe soit  $\pm 8192$  points.

Précision : 1 à 2  $10^{-3}$  suivant le gain.

Gain programmable : 1, 2, 5, 10, 20 ou 50

Cadence de l'ordre de 20 voies par secondes

Nature des voies - Les 10 dernières sont équipées de ponts de résistances et sont destinées aux mesures de températures par résistances thermométriques type 100 ohms - 0°C.

Les 30 autres sont de simples mesures de tension, haut niveau (10 volts) ou bas niveau par l'intermédiaire du gain programmable (minimum 200 mv pleine échelle).

Les 40 voies sont équipées de filtres à - 6 db par octaves, - 25 db à 50 hz. (caractéristiques modifiables).

Extension possible : Il est possible d'augmenter le nombre de voies mais on pourra dans l'avenir remplacer cette chaîne par une chaîne plus performante, disposant d'un plus grand nombre de voies.

### 3.3 Entrées comptage

Les opérations de comptage ne nécessitent pas de voies de mesures de la chaîne analogique : on dispose de

8 voies de comptage, prévues pour une cadence maximum de 20 kilohertz. Chaque impulsion arrivant sur une voie provoque l'incrémentation d'un mot mémoire.

Ce n'est que lorsque le comptage atteint un total prédéterminé que le programme en cours est interrompu par une interruption prioritaire de niveau I.

Extension possible jusqu'à 32 voies par module de 8

### 3.4 Horloge temps réel

Une horloge synchronisée soit sur le secteur, soit sur un oscillateur interne délivre une cadence de base de période de 20 millisecondes (secteur) ou moins (oscillateur). La programmation du système de base permet de disposer au maximum de 16 cadences correspondant à des périodes multiples de la période de base. (L'une d'elles au moins est réservée à la scrutation des mesures).

### 3.5 Cadenceur temps réel

Pour des applications nécessitant une horloge à déclenchement indépendant de l'horloge temps réel, on dispose d'un cadenceur piloté par quartz (précision  $10^{-4}$ ) permettant de générer des interruptions périodiques. Trois cadences peuvent être sélectionnées simultanément par programme parmi 22 périodes disponibles allant de 10 microsecondes à 100 secondes.

### 3.6 Entrées tout ou rien ou numériques

On dispose de deux modules de deux fois 16 entrées tout ou rien destinées aux utilisateurs et permettant de prendre en compte 64 entrées matérialisées par des contacts à fournir par l'utilisateur. La présence d'un isolement galvanique dans ces modules permet l'acquisition de signaux perturbés (parasites, longues distances).

Remarque : L'acquisition de ces informations tout ou rien n'est pas raccordée au système de gestion d'interruption prioritaire. Il y a donc lieu de prévoir, le cas échéant, l'émission par l'utilisateur d'un "appel externe" matérialisé lui aussi par un contact pour permettre au calculateur la prise en compte de l'information tout ou rien.

Extension possible : par modules de 2 x I6

### 3.7 Sorties tout ou rien ou numériques

On dispose d'un modèle de deux fois I2 sorties tout ou rien destiné aux utilisateurs et permettant de distribuer 24 sorties matérialisées par des relais localisés en salle de contrôle (3 contacts travail et 3 contacts repos par relais).

Un second module identique est destiné en principe à recevoir dans l'avenir un multiplexage permettant de distribuer soit des sorties tout ou rien à "n" utilisateurs, soit une information numérique à "n" actionneurs de type moteur pas à pas par exemple.

Extension possible : par modules de 2 x I2

### 3.8 Sorties analogiques multiplexées : Contrôleur de stations de transfert

On dispose, par exemple, pour les commandes de vannes ou de moteurs dans des boucles de régulation, d'un contrôleur de stations de transfert<sup>(I)</sup> présentant les caractéristiques suivantes :

- capacité : I2 stations de transfert

Extension possible : jusqu'à 80 stations de transfert par modules de 4.

Principe : Le contrôleur envoie le signal de commande après conversion sous forme analogique (gamme 0-10 volts) et l'adresse

de la station destinataire sous forme numérique. La station qui "reconnait" son adresse mémorise le signal et le transmet à l'utilisateur (régulateur dans le cas d'un pilotage de point de consigne, ou directement vanne ou moteur ...)

On a prévu, en outre, une électronique de surveillance baptisée "chien de garde" qui permet d'alerter l'utilisateur et, éventuellement, d'agir lorsque le calculateur se trouve dans l'impossibilité d'envoyer les actions sur les stations de transfert (alarme, reprise en manuel automatique, etc...)

### 3.9 Dialogue opérateurs : coupleur asynchrone multiplexé 8 voies (MUX)

Ce coupleur constitue un interface standardisé de télécommunication entre le calculateur et un maximum de 8 périphériques type console cathodique, télétype (ou plus généralement tout périphérique à interface normalisé selon "l'avis V 24 du CCITT").

Il permet une grande souplesse de raccordement tant par le choix du format d'échange (5 à 8 bits, parité ou non etc...), que par le choix de la cadence de transmission (300, 600, 1200 ou 2400 bauds ; 110 bauds<sup>(2)</sup> par modification C.T.P.) et que par la nature de la liaison (simple ou double courant ; adjonction possible de Modems<sup>(3)</sup> pour liaisons à grandes distances ...)

La distance maximum de raccordement d'un périphérique sans Modem est de l'ordre de 200 mètres mais varie selon l'ambiance (bruits et perturbations divers). Il est destiné au couplage des organes de dialogues entre les utilisateurs et le calculateur.

Extension possible : Une voie est réservée à la console de la salle de contrôle. On dispose donc de 7 "voies de

dialogues" pour des utilisateurs. Au-delà, il faut un nouveau coupleur.

### 3.I0 Coupleur universel

On dispose, en outre, d'un coupleur universel, non utilisé, permettant de disposer d'un interface niveau logique (0-5 volts) composé de :

- . 2 mots d'entrée
- . 2 mots de sortie
- . des signaux de service associés

### 3.II SYCANDE (Système d'acquisition et de commande décentralisée)

Le système SYCANDE est un périphérique industriel de calculateurs assurant les fonctions de centralisation et de diffusion des informations liées aux procédés industriels.

Sa conception modulaire repose sur l'utilisation d'une transmission numérique série à grande vitesse et haute immunité entre des stations de raccordement décentralisées et un mini ordinateur.

Ces stations raccordées en n'importe quel point de cette ligne de transmission "BUS", comprennent des modules standardisés assurant les fonctions suivantes :

- . acquisition de signaux analogiques
- . acquisition d'états tout ou rien
- . émission de signaux analogiques

.../...

- 
- (1) Station de transfert : Organe dont la fonction principale est d'assurer le maintien du signal analogique de commande pendant les intervalles entre les instants "d'échantillonnage" du contrôleur. Elle possède en outre, généralement, des commandes accessibles à l'utilisateur (reprise en manuel, etc...)
  - (2) Cadence des téléimprimeurs Télétype
  - (3) MODEM : Modulateur-démodulateur : interface de télécommunication à distance

- . émission de commandes tout ou rien
- . détection de changements d'états et appels prioritaires
- . gestion de périphériques de dialogue (télétype, console de visualisation, etc...)

Une conception compacte permet d'associer à ces modules électroniques un ensemble diversifié d'interfaces industriels assurant les fonctions :

- . d'adaptation en tension et puissance des signaux électriques
- . de bornier de raccordement

Le système SYCANDE se connecte au calculateur au moyen d'une entrée numérique 16 bits, d'une sortie numérique 16 bits et d'un signal d'interruption.

Le calculateur T I600 de la Télémécanique Electrique dispose, comme d'ailleurs l'ensemble des mini-calculateurs actuels, d'interfaces standards, peu coûteux, permettant ce raccordement.

Les caractéristiques principales du système SYCANDE sont :

- . nombre maximale de voies par unité de gestion : 255
- . nombre de voies par station de raccordement : 1 à 32
- . nombre de stations : 1 à 64
- . ligne de transmission bidirectionnelle : paire blindée
- . vitesse de transmission : 200 k bits/s
- . isolement entre stations
  - . par transformateur sur la ligne d'information
  - . par découpage<sup>1</sup> opto-électronique pour la ligne d'interruption
- . composition banalisée des stations
- . gestion prioritaire des appels d'interruption
- . masquage bit à bit

A N N E X E 2

EXEMPLES DE FONCTIONNEMENT DU

MONITEUR DE DIALOGUE

Les cartes de voies

Une carte de voie regroupe tous les paramètres caractérisant une voie de mesure. Le libellé de la carte de voie est composé de trois caractères :

- . le premier est la lettre identifiant la manipulation (mot de passe)
- . les deux suivants sont des chiffres (de 00 à 39) caractérisant l'emplacement sur le bornier de la chaîne de mesure. Ainsi, il est possible de savoir à quelle manipulation appartient une carte. Il faut noter ici un principe important retenu dans S.A.S..

Il a été décidé qu'un utilisateur pouvait visualiser non seulement ses cartes mais celles des autres manipulations. (en effet, un utilisateur peut être concerné par deux manipulations) mais en aucun cas, il ne peut opérer des modifications sur les cartes qui ne sont pas celles de sa manipulation.

EXEMPLE DE VISUALISATION D'UNE CARTE DE VOIE

VIS  
VIS.CAR.

--->

A13

LIBELLE	LIB	A13
GROUPE	GRP	
RANG	RAN	
MESURE BRUTE	MEB	+ .819200
MESURE	MES	+ .01000000
MESURE FILTREE	MEF	+ .01000000
SEUILB MESURE	SLB	-9420.00
SEUILH MESURE	SLH	+9420.00
CHAINAGE	CHN	ASD
TRAITEMENT MESURE	TME	MCH
PENTE	PEN	+ .01220703
ECART A L'ORIGINE	ECO	0.0000
COEF. DE FILTRAGE	COF	+ .1000000
JOURNAL	JOU	NON
VISUALISATION	VIS	
SCRUTATION	SCR	OUI
DEFINITION	DEF	
GAIN	GAI	001

--->

FIN

CARTES

--->

- Signification des paramètres

LIB	Libellé de la carte. Le premier caractère de ce libellé est la lettre caractérisant la manipulation, les deux caractères suivants sont des chiffres (00 à 39) caractérisant l'emplacement sur le bornier de mesure.
GRP	Groupe temporel de la voie de mesure
RAN	Inutilisé
MEB	Mesure brute exprimée en points de la chaîne de mesure
MES	Mesure exprimée en unités physiques
MEF	Mesure après filtrage
SLB	Seuil bas mesure
SLH	Seuil haut mesure
CHN	Code de chaînage, qui peut être : NCH : pas de chaînage ASD : chaînage sur un asservissement banalisé PID : Chaînage sur un algorithme de PID SBS : Chaînage sur une séquence binaire pseudo-aléatoire
TME	Code de traitement mesure qui peut être : NUL : La mesure brute est recopiée dans la mesure MCH : Mise à l'échelle LIN : Linéarisation
PEN	Pente du traitement de mise à l'échelle
ECØ	Ecart à l'origine du traitement de mise à l'échelle
CØF	Coefficient de filtrage

JØU	Etat de la demande du journal d'essai
VIS	Inutilisé
SCR	Etat de la demande de scrutation
DEF	Définition
GAI	Gain de la chafne (001, 002, 005, 010, 020, 050)

- Les cartes asservissement banalisé

Une carte asservissement banalisé regroupe tous les paramètres caractérisant un asservissement. Cette carte est créée dans une zone de mémoire banalisée, lorsqu'on demande un asservissement. Lorsqu'on abandonne l'asservissement, la place est restituée au système.

Le libellé de cette carte est composé de 3 caractères. Le premier est systématiquement la lettre R, les deux suivants sont les mêmes que ceux de la carte de voie pour laquelle l'asservissement a été demandé.

EXEMPLE DE VISUALISATION D'UNE CARTE D'ASSERVISSEMENT BANALISE

VIS  
VIS.CAR.  
-->

R13  
LIBELLE                    LIB    R13

VOI=0.0000  
TOP=+4.000000  
SIN=OUI  
STA=+6.000000  
CHN=NCH  
%1=+6.500001  
%2=+5.312502  
%3=+3.250001  
%4=+3.250002  
%5=+3.250002  
M1=+20.00000  
M2=+40.00001  
M3=+60.00002  
M4=+80.0000  
M5=+100.0000  
MCT=+10.00000  
CSI=+50.00000  
S-T=+324.9350

-->  
FIN  
CARTES  
-->

- Signification des paramètres

LIB	Libellé de la carte. Le premier caractère est systématiquement la lettre R, les deux suivants sont les mêmes que ceux de la carte de voie pour laquelle l'asservissement a été demandé.
VOI	Numéro de la voie mesurant la position de l'actionneur dans le cas où celui-ci n'est pas incrémentiel
TOP	Période à laquelle on se trouve.
SIN	Etat de la station (incrémentielle ou non)
STA	Numéro d'actionneur
CHN	Code de traitement suivant
% I ... % 5	Différentes positions de l'actionneur en % de la gamme lors de l'étalonnage
MI ... M5	Différentes mesures obtenues en unité physique lors de l'étalonnage
MCT	Période d'action (l'unité est la période de scrutation de la voie)
CSI	Valeur de la consigne
S - T	Valeur calculée par l'algorithme

- Les cartes PID

Une carte PID regroupe tous les paramètres caractérisant un PID comme pour les asservissements banalisés, cette carte est créée dans une zone de mémoire banalisée. Lorsqu'on n'utilise plus le PID, la place est récupérée.

Le libellé de cette carte est composé de 3 caractères. Le premier est systématiquement la lettre P, les deux suivants sont les mêmes que ceux de la carte de voie par laquelle le PID a été demandé.

EXEMPLE DE VISUALISATION D'UNE CARTE PID

VIS  
VIS-CAR.  
-->  
POO  
LIBELLE LIB POO  
TOP=0.0000  
STA=+5.000000  
CHN=NCH  
CTI=+10.00000  
CTD=+10.00000  
CGK=+10.00000  
MCT=+1.000000  
CSI=+50.00000  
E-1=+382.5952  
E-2=+382.5952  
S-T=+382.5879  
-->  
FIN  
CARTES  
-->

- Signification des paramètres

LIB	Libellé, le premier caractère est systématiquement la lettre R, les deux caractères suivants sont les mêmes que ceux de la carte de voie pour laquelle le PID a été demandé.
TOP	Période à laquelle on se trouve.
STA	Numéro d'actionneur
CHN	Code de traitement suivant
CTI	Constante d'intégration
CTD	Constante de dérivation
CGK	Gain
MCT	Période d'action (l'unité est la période de scrutation de la voie)
CSI	Consigne
E-I	Ecart à l'instant $t - 1$
E-2	Ecart à l'instant $t - 2$
S-T	Sortie à l'instant $t$

- Les cartes journal

Il existe une carte de journal par Poste Opérateur de Manipulation. Donc, même si on n'a pas encore demandé de journal, on peut visualiser cette carte.

Cette carte journal regroupe tous les paramètres caractérisant le journal d'essai.

EXEMPLE DE VISUALISATION D'UNE CARTE JOURNAL

EDI

VALIDATION D'EDITION.

-->

ETA

ETAT DU JOURNAL.

-->

UTILISATEUR:A

REPETITION LIBELLES:OUI

CADENCE: +10.00000

NOMBRE VOIES: +9.00000

LIBELLES:

\*\*\*\*\*

HEURE

A13.MES

A12.MEB

A00.MES

A13.MEF

P13.CSI

P13.S-T

P13.S-1

P13.E-1

\*\*\*\*\*

UTILISATION DE FICHER DISQUE: OUI

SIMULTANEITE: OUI

NUMFIC=+1.000000

VALIDATION D'EDITION.

-->

FIN

MONITEUR DE DIALOGUE.

-->

- Signification des paramètres

. Utilisateur

Lettre d'identification de l'utilisateur

. Cadence

Période de sortie en secondes

. Nombre de voies

Nombre de voies du journal

. Libellés

Liste des libellés de voies du journal

. Utilisation de fichier disque

Etat de l'utilisation de ces fichiers

. Simultanéité

Etat de la simultanéité de sortie du journal (POM et/ou DISQUE)

. NUMFIC

Numéro du fichier disque sur lequel on désire faire la sortie.

EXEMPLE DE CREATION D'UNE CARTE JOURNAL

MONITEUR DE DIALOGUE.

--->

EDI

VALIDATION D'EDITION.

--->

COM

COMPOSITION DU JOURNAL.

--->

HEU

--->

A13.MES

--->

A12.MEB

--->

A00.MES

--->

A13.MEF

--->

P13.CSI

--->

P13.S-T

--->

P13.S-1

--->

P13.E-1

NOMBRE DE VOIES MAXIMUM.

VALIDATION D'EDITION.

--->

W

ERREUR

VALIDATION D'EDITION.

--->

ETA

ETAT DU JOURNAL.

--->

UTILISATEUR:A

REPETITION LIBELLES:NON

CADENCE: 0.0000

NOMBRE VOIES: +9.00000

LIBELLES:

\*\*\*\*\*

HEURE

A13.MES

A12.MEB

A00.MES

A13.MEF

P13.CSI

P13.S-T

P13.S-1

P13.E-1

\*\*\*\*\*

UTILISATION DE FICHER DISQUE: NON

VALIDATION D'EDITION.

--->

OUI

CAD(1;255 SEC.)=;

??

CAD(1;255 SEC.)=+10

- Les cartes enregistreurs banalisés

Il existe deux cartes enregistreurs banalisés dont les libellés sont V00 et V01. Ces cartes, si elles sont disponibles, peuvent être affectées ou désaffectées à un utilisateur.

VISUALISATION D'UNE CARTE ENREGISTREURS BANALISES

VIS  
VIS.CAR.  
-->  
VOO  
LIBELLE            LIB    VOO  
MCT=+10.00000  
LIC=P13  
LIP=E-1  
ECA=0.0000  
PEN=+10.23000  
TOP=+6.000000  
-->  
FIN  
CARTES  
-->

-- Signification des paramètres

LIBELLE	2 libellés possibles, soit V00, soit VOI
MCT	Période de sortie (multiple de I seconde)
LIC	Libellé de carte
LIP	Libellé de paramètre dans la carte
ECA	Ecart à l'origine de la mise à l'échelle de sortie
PEN	Pente de la mise à l'échelle de sortie
TOP	Période à laquelle on se trouve

LES CARTES D'IDENTIFICATION PAR SBPA

Une carte d'identification par séquence binaire pseudo-aléatoire regroupe tous les paramètres caractérisant une identification.

Cette carte est créée dans une zone de mémoire banalisée, lorsqu'on demande une identification.

Lorsqu'on abandonne l'identification, la place est restituée au système.

EXEMPLE DE VISUALISATION D'UNE CARTE D'IDENTIFICATION PAR SBPA

S00  
LIBELLE                    LIB    S00  
INT=OUI  
SEQ=+2.000000  
TEST=OUI  
FIN=NON  
NBIT=+7.000000  
ACT=+4.000000  
CHN=NCH  
MCT=+1.000000  
NBS=+3.000000  
%ST=+5.000000  
S-T=\*\*\*\*\*  
GEN=-32768.00  
CTC=+1.000000  
CTS=+1.000000  
CTL=+1.000000  
-->

- Signification des paramètres

LIB	Libellé de la carte. Le premier caractère est systématiquement la lettre S, les deux suivants sont les mêmes que ceux de la carte de voie pour laquelle la séquence est demandée.
INT	Calcul d'intercorrélation (oui ou non)
SEQ	Séquence à partir de laquelle on commence le calcul d'intercorrélation.
TEST	Désire-t-on faire un test avec sortie de la courbe d'intercorrélation?(oui ou non)
FIN	Etat du calcul d'intercorrélation
NBIT	Nombre de bit du registre à décalage
ACT	Numéro d'actionneur
CHN	Etat de chaînage
MCT	Période d'action (l'unité est la période de scrutation de la voie)
NBS	Nombre total de séquences
%ST	Action en % de la gamme de l'actionneur
S-T	Valeur de la sortie sur l'actionneur
GEN	Valeur du registre à décalage
CTC	Compteur de cadence
CTS	Compteur de séquence

EXEMPLE DE CREATION D'UN DISQUE VIRTUEL

```
MOT DE PASSE.  
-->  
A  
MONITEUR DE DIALOGUE.  
-->  
DIS  
DISQUE VIRTUEL.  
-->  
CRE  
CREATION.  
-->  
NUM  
NUM=+3  
NLI=+10  
CREATION.  
-->  
NUM  
NUM=+3  
NLI=+10  
TS19 FONCT='04  
ERREUR LOGIQUE.  
E=13  
CREATION.  
-->  
FIN  
DISQUE VIRTUEL.  
-->  
FIN  
MONITEUR DE DIALOGUE.  
-->
```

EXEMPLE DE DESTRUCTION D'UN DISQUE VIRTUEL

```
DIS  
DISQUE VIRTUEL.  
--->  
DES  
DESTRUCTION.  
--->  
NUM  
NUM=+3  
DESTRUCTION.  
--->  
NUM  
NUM=+5  
TS19 FONCT='02  
ERREUR LOGIQUE.  
E=12  
DESTRUCTION.  
--->  
FIN  
DISQUE VIRTUEL.  
--->  
FIN  
MONITEUR DE DIALOGUE.  
--->
```

EXEMPLE DE TRANSFERT D'UN DISQUE VIRTUEL

DIS  
DISQUE VIRTUEL.

-->

TRA  
TRANSFERT.

-->

NUM

NUM=+3  
PERIPH=LOG  
PERIPH=PER  
PERIPH=FIN  
TRANSFERT.

-->

NUM  
NUM=+8  
TS19 FONCT='02  
ERREUR LOGIQUE.  
E=12  
TRANSFERT.

-->

FIN  
DISQUE VIRTUEL.

-->

FIN  
MONITEUR DE DIALOGUE.

-->

A N N E X E 3

EXTRAIT DU GUIDE DE L'OPERATEUR

LISTE DES OPERATIONS A EFFECTUER EN CAS D'ARRET, DE DEMARRAGE OU  
DE REDEMARRAGE DU SYSTEME S.A.S.

	<u>Pages</u>
I. Mettre sous tension le calculateur et ses périphériques	I
2. Choisir le PLAN	2
3. Se munir du paquet de cartes correspondant (bac noté PLAN étiquette de couleur rose).	
4. Appliquer le PLAN choisi	3,4,5,6, 7,8

MISE SOUS TENSION DU CALCULATEUR ET DE SES PERIPHERIQUES

- I. Mettre sous tension le calculateur et ses périphériques au niveau de l'armoire située à l'extérieur du local du calculateur, à gauche en entrant : deux touches lumineuses de couleur verte.
  
2. Mettre sous tension le calculateur en appuyant sur la touche ST du pupitre
  
3. Mettre sous tension le télétype de service (interrupteur sur la face avant du socle)
  
4. Mettre sous tension l'imprimante semi-rapide (appuyer sur la touche  puis sur la touche lumineuse SEL). Faire un saut ligne (appuyer sur le poussoir rouge à droite du chariot).
  
5. Mettre sous tension le visuel "SINTRA" interrupteur lumineux de couleur jaune sur la face gauche du socle)
  
6. Mettre en rotation le disque (touche START/STOP sur START), enlever la protection écriture (touche WRITE PROTECT, lampe correspondante éteinte). Attendre environ une minute (temps nécessaire pour atteindre la vitesse de "croisière" du disque).
  
7. Mettre sous tension le perfo rapide (brancher la prise au sol et appuyer sur le bouton rouge à droite du perfo.).
  
8. Vérifier la présence de bande sur le perfo et la présence de papier sur la TTYS et l'imprimante.

PLANS D'ARRET ET DE DEMARRAGE DE S.A.S.

PANNE	DEMARRAGE	CARTOUCHE	PLAN	PERTE D'INFORMATION	MISE EN OEUVRE
ARRET NORMAL PLAN 1	normal	CTP 4	PLAN 2	néant	facile
COUPURE SECTEUR	sur coupure secteur	CTP 4	PLAN 3	néant	facile
ARRET SUR FONCTIONNEMENT ANORMAL	à chaud	CTP 4	PLAN 4	≲ 10 mn	facile
FONCTIONNEMENT ANORMAL AVEC PLAN 4	à froid	CTP 5 CTP 4	PLAN 5	≲ 1 sem.	complexe
FONCTIONNEMENT ANORMAL AVEC PLAN 5	système vierge	CTP 6 CTP 7	PLAN 6	TOTALE	complexe

PLAN I  
=====

(Arrêt du système S.A.S. en cours et du BACKGROUND)

1. Vérifier que les consoles soient libérées et les mettre hors tension
2. Frapper sur le clavier de la console BACKGROUND (visu SINTRA), la commande EBØS (CR)
3. Faire un appel opérateur sur le clavier de la TTYS (bouton appel CALL)
4. Placer les cartes PLAN I sur le lecteur de carte (colonne I à gauche, face non imprimée dessus), et mettre en route le lecteur de carte (touches POWER, MOTOR, START).
5. Frapper sur le clavier de la TTYS la commande : DI CR (CR)
6. Lecture des cartes
7. Frapper sur le clavier de la TTYS les commandes :
  - . INIT, 0 (CR) (si impossible passer au point 8)
  - . EØJ (CR)
  - . EBØS (CR)
8. Déverrouiller le pupitre calculateur (clé V/NV sur NV)
9. Arrêter le calculateur par la touche (AR) sur le pupitre et mettre hors tension les périphériques
10. Remettre les cartes à leur place.

PLAN 2  
=====

(Récupération du système S.A.S. sauvegardé et du BACKGROUND)

- I. Mettre sous tension le calculateur et l'ensemble des périphériques
2. Déverrouiller le pupitre calculateur (clé V/NV sur NV)
3. Placer la bande BOOD sur le lecteur de la TTYS
4. Lire le BOOD en actionnant successivement sur le pupitre du calculateur les touches :
  - . AR
  - . INI
  - . CIP
5. Lecture du BOOD
6. Actionner sur le pupitre calculateur la touche : MA
7. Placer les cartes PLAN 2 sur le lecteur de carte (colonne I à gauche, face non imprimée dessus) et le mettre en marche (touches POWER, MOTOR, START)
8. Frapper sur le clavier de la TTYS les commandes :
  - . INIT,2 (CR)
  - . TIME, xx/xx/xx,xx/xx/xx (CR)  
J M A H mn S
  - . DI CR (CR)
9. Lecture des cartes
10. Frapper sur le clavier de la TTYS la commande : KEND (CR)
- II. Verrouiller le pupitre calculateur (clé V/NV sur V)
- I2. Remettre les cartes à leur place.

PLAN 3

=====

(Lancement du système S.A.S. et du BACKGROUND après une coupure secteur)

1. Remettre sous tension le calculateur et les périphériques
2. Attendre le contrôle sur le télétype de service (message : system reload).
3. Placer les cartes PLAN 3 sur le lecteur de cartes (colonne I à gauche, face non imprimée dessus) et le mettre en marche (touches POWER, MOTOR, START)
4. Frapper sur le clavier du télétype de service les commandes :

. TIME, xx.xx.xx,xx/xx/xx (CR)  
J M A H mn S

. DI CR (CR)

5. Lecture des cartes du PLAN 3
6. Frapper sur le clavier du télétype de service la commande :

. KEND (CR)

7. Remettre les cartes à leur place.

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

- LEBEAU B.    Commande par ordinateur numérique d'une unité pilote de fabrication de papier - Thèse présentée à la faculté des sciences de l'université de Grenoble pour obtenir le titre de docteur ingénieur, 1971
- CHIODI R. et SAURET G. - Analyse de l'uniformité d'impression : Application du papier non couché (journal)
- ASTIER G., BAUDUIN S., KERNEIS JC - C.I.R.C.E présentation du pilote CTP C.R. 889 , 1975
- NEYROUD J. , LEBEAU B. - Etude de l'automatisation de la fabrication du papier sur une unité pilote - CTP C.R. 186 , 1969
- BAUDUIN S. - Le nouveau ordinateur du C.T.P. et ses objectifs : un outil + une assistance - CTP C.A.S.T.O.R. N° I, 1973
- BAUDUIN S. - Présentation, configuration hardware - CTP C.A.S.T.O.R. N° 2 C.R. 685 , 1973
- GROBET R. - Configuration software du T I600 : systèmes de base - premiers systèmes d'application - CTP C.A.S.T.O.R. N° 3 C.R. 713 , 1974
- GROBET R. - S.A.S. : Manuel d'utilisation (moniteur de dialogue) CTP C.A.S.T.O.R. N° 4 C.R. 719 , 1974
- BAUDUIN S., GROBET R., LEBEAU B., - Session d'information C.A.S.T.O.R. CTP C.A.S.T.O.R. N° 5 C.R. 728 , 1974
- BAUDUIN S. - L'adaptation des voies de mesure - CTP C.A.S.T.O.R. N°6 C.R. 720 , 1974
- GROBET R. - Manuel d'utilisation du moniteur de dialogue du système d'acquisition simplifié - version III CTP C.A.S.T.O.R. N° 8 C.R. 909 , 1975

BAILEY - Programmation d'un calculateur temps réel  
BAILEY FRANCE 1974

