

**LABORATOIRE D'INFORMATIQUE THÉORIQUE
& APPLICATIONS DE MARSEILLE**

L.I.T.A.M

Département de Mathématiques-Informatique

Luminy

UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE II

ISSN 0291 - 5413

**INFORMATIQUE
FONDAMENTALE
ET
APPLICATIONS**

**Comité de
rédaction**

**E. Bianco
R. Cusin
P. Isoardi
J.P. Lehmann
R. Stutzmann**

Dépositaire

G. Ambard

SOMMAIRE

P 1... ... ÉDITORIAL

**P 5... ... Machines formelles et échanges.
Machine de Distribution.**

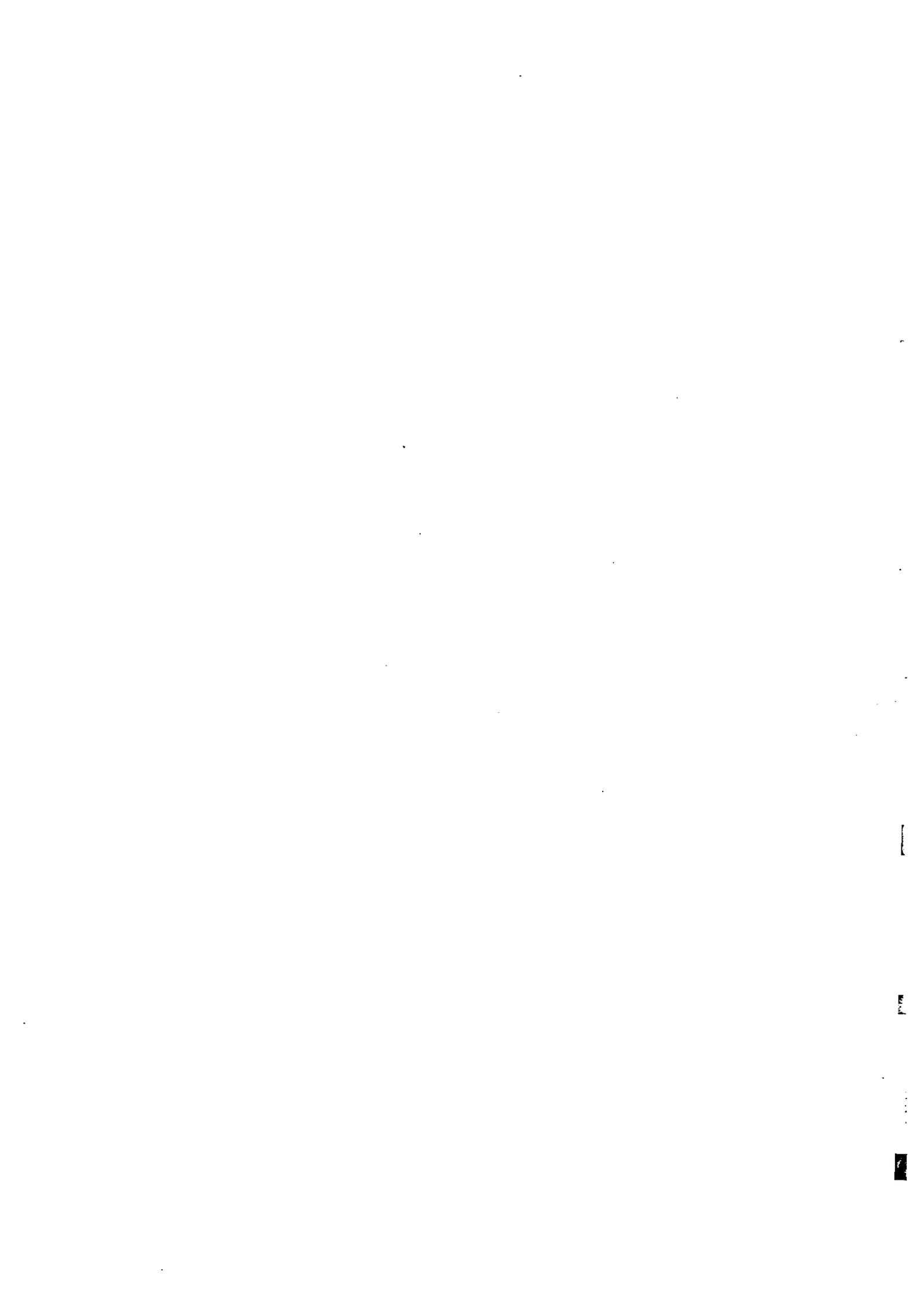
P 21... ... VOZZAVÉDIBISAR.

JUIN 1987

**Adresse postale : FACULTÉ DES SCIENCES DE LUMINY
Mathématiques-Informatique LITAM BAT TPR 2 3e étage**

Case 901 70 route Léon LACHAMP 13 288 MARSEILLE Cedex 9

91 26 90 81



EDITORIAL

e. bianco

Quand le vent léger du printemps froisse un peu l'image des grands arbres, quand le caillou poli scintillant de mica gonfle l'eau qui serpente et reflète le vent, ferme les yeux aux déchets de plastique, scories des cerveaux technocrates.

Tu vois un papillon, jolie fleur voletante, dans l'air tiède qui vibre déjà sur la garrigue, l'éclair feu d'une sauterelle vive jaillit dessous tes pas. Un monde actif s'agite et crisse, l'épeire des jardins, grosse goutte de miel tigrée, ficelle une imprudente.

Un monde actif dans de sombres laboratoires, distille du poison, fourbit de sinistres machines, pour réduire la vie qui échappe à ses cerveaux.

Les vols grouillants des grailles qui grimpaient dans le ciel pour choisir une aubaine, en criaillant et croassant, ont déjà disparu, remplacés par l'énorme silence. La Sorcière ricanante qui plane au dessus de ses alambics et de ses marmites se frotte les mains.

Le soleil qui ruisselle dessus la pierre blanche et la tuile brûlante, ménage des coins d'ombre où respire le vent, le village frémit, brillant tout doucement dans l'intense lumière. Mais quelques arbres neufs nous cachent mal la lèpre du parpaing de banlieue aux murs crépis trop blanc, tissés de barbelés, criblés de chiens de garde.

Pauvreté menacée par pire pauvreté.

Vert tendre est le bourgeon, le parfum du printemps gonfle notre énergie, un fin rideau brillant très haut ondule dans l'azur, on respire plus large, des nuages s'agitent, éclatent en lambeaux, fondent ou s'amoncellent, inspirent la vigueur, le ciel bouillonne, tout s'agite.

Au fond des cavernes modernes, l'Homme Civilisé accumule ses pauvres richesses, il retient sa vie, il retient son souffle, au fond de l'océan de la consommation. Pour s'épargner la Peine il travaille très dur : quand j'aurai tout alors je pourrai vivre!

Que ne regarde-t-il un papillon voler ? Pas le temps, je me dois à mes comptes. Ma collection de traites ne souffre aucun retard. Que ne goûte-t-il le calme mérité du dimanche matin ? Pas le temps, mon gazon je dois tondre, et puis scier du bois avec la machine à bruit, ou bien laver l'auto.

Et puis un jour, chenu, enfin il est tout libre. A nous les oiseaux, les papillons, les nuages mutins, à nous la vraie Nature ...

Trop tard il est aveugle. Le papillon, pour lui, n'est plus qu'un parasite. Du nuage il attend que tombe une eau acide. La beauté et l'appel des corps vivants et jeunes n'a plus d'écho chez lui. Il stocke et il spéculé, il attend la prochaine Dernière... Au fond de son tombeau... protégé de l'atome...

La vie est toujours là, il suffit de la prendre. Le ciel est toujours beau, il suffit qu'on l'admire. Que vaut l'air des Châteaux, des Halls, des Pas-perdus parfumés de formol ? Pour respirer profond il faut le vent du large. Il n'est point de machine qui vaille un papillon.

Par aucune prothèse, jamais, l'esprit, la chair vivante ne seront remplacés.

MACHINE DE DISTRIBUTION

**Contrôle des échanges
en ordinateur.**

C.R. Subject Classification Informatics: C53 C54 D31 D41 .

RESUME Afin d'optimiser le traitement des échanges dans les systèmes horizontaux, c'est-à-dire de prendre en compte les transferts asynchrones entre mémoire centrale et files externes, on introduit un organe spécial: la machine de distribution chargée de tous les transferts.

MACHINES FORMELLES & ECHANGES

MACHINE DE DISTRIBUTION

INTRODUCTION

Dans l'organisation de la machine de Nolin, les files externes interviennent très simplement par l'intermédiaire d'opérations qui réalisent un échange entre une case interne et une case externe, et aussi un déplacement sur le ruban externe. Or, dans la pratique, ce genre d'opérations fait appel à des organes mécaniques lents et moins fiables que les organes électroniques.

Dès les premiers ordinateurs on s'est ingénié à récupérer ainsi le temps des échanges pour dérouler du travail utile. Mais cela n'allait jamais sans dépenser au moins un peu de travail destiné à gérer la distribution des tâches au sein de l'unité centrale. S'agissant là, en fait, d'une gestion du fini illimité, puisque par principe les files externes sont support du fini illimité, ce petit travail tombait tout naturellement dans les attributions du système.

Je prétend, par ailleurs simple lapalissade, qu'un système somme toute organe passablement complexe, ne peut jamais être plus simple que si on l'organise autour de structures particulièrement adaptées. C'est là l'origine de l'autojectivité, notion de structuration.

Je vais essayer en conséquence, en me plaçant dans un milieu autojectif, structure optimale pour organiser le déroulement de tâches indépendantes, de concevoir un modèle général de fonctionnement des échanges. Pour cela je me place dans le cadre d'un jeu d'hypothèses suffisant.

- a) L'échange s'effectue de manière complètement asynchrone.
- b) La formalisation de l'échange est complète: nulle part dans le contrôle n'intervient le hasard.

C'est le système qui assure la matérialisation du a). Car, côté unité centrale, il distribue les tâches et rédige les demandes d'échanges. Côté externe il faut prendre en charge chaque demande d'échange, à l'achèvement de laquelle il faut signaler une fin de tâche directement dans le texte de la demande, afin que le système soit informé. A charge pour celui-ci de vérifier que sa demande a été honorée.

Les calculs finis bornés se font en mémoire centrale avec le processeur comme acteur principal. Ces calculs sont contrôlés par le déroulement d'un programme qui maîtrise le fini illimité, et généralement désigné sous le vocable de système. Forme abrégée pour "système de gestion de l'ordinateur".

Une partie de la charge du système consiste notamment, à gérer les échanges avec les files externes. Ces files externes qui sont matérialisées par ce que j'appelle très généralement des dispositifs d'échanges, en fait tous mécanismes tels que claviers, écrans, dérouleurs de ruban magnétique, disquettes, disques etc. qui permettent

de fournir, stocker, restituer, toutes masses d'information convenables, en quantité suffisante.

Pour matérialiser l'indépendance de l'échange, je vais confier à de véritables petits ordinateurs le soin de contrôler chacun, un ou plusieurs dispositifs d'échanges. Et je baptise ces ordinateurs: "calculateurs d'échanges".

Les calculateurs d'échanges portent divers noms techniques selon leur emploi: "drive" pour les disquettes, "contrôleur de clavier" pour un clavier, "interface moniteur" pour la sortie sur écran.

Ces calculateurs d'échanges, tels que je les définis, fonctionnent en autonome et s'occupent exclusivement de transvaser de l'information du dispositif d'échange vers leur mémoire vice versa.

Si l'on envisage en toute généralité, que plusieurs calculateurs d'échanges puissent travailler simultanément, et indépendamment les uns des autres, et comme il faut de toute manière qu'une certaine information circule entre chaque calculateur d'échange et l'unité centrale, alors il devient naturel de créer un organe supplémentaire unique dont le rôle est précisément d'établir une communication entre la mémoire centrale et chaque mémoire de chaque calculateur d'échange.

Cet organe que je nomme "machine de distribution" fonctionne en toute indépendance par rapport à l'unité centrale et aux calculateurs d'échanges.

Il me faut alors définir :

- 1) Le moyen technologique qui permet à deux processeurs d'atteindre à une même mémoire.

- 2) Un protocole de communication entre unité centrale et machine de distribution, et entre machine de distribution et calculateur d'échange.
- 3) Relativement au phénomène d'échange, décider du rôle de chacun de ces organes.

MODÈLE DE STRUCTURE

Je vais imaginer maintenant à la fois une structure complète du câblage de l'échange, et un processus de fonctionnement qui définisse une systématique dans le déroulement de l'échange.

Je me place dans un cadre de fonctionnement de l'ordinateur aussi général que possible, par exemple dans une organisation de système horizontal. De l'extérieur on ne peut prévoir quand le système va demander un échange, symétriquement de l'intérieur il est difficile de calculer le moment où l'échange sera achevé.

Il faut par ailleurs prévoir que plusieurs échanges puissent se dérouler dans un même intervalle de temps, pour accroître véritablement la puissance de l'ensemble.

Afin d'éviter des bloquages intempestifs pouvant provenir d'une influence extérieure agissant sur le système, je laisse au seul système le pouvoir de décider.

Je me fixe donc au départ l'hypothèse fondamentale suivante:

HF. C'est le système qui décide de lancer un échange, et c'est lui qui décide de vérifier s'il est achevé et donc, de le prendre en compte.

Il faut ainsi que le modèle comporte des organes qui assurent l'indépendance totale du déroulement, d'un côté du système de l'autre côté des échanges, et aussi des organes qui assurent une communication efficace entre ces organes du déroulement.

J'essaie de concevoir un modèle d'organisation capable de fonctionner de la sorte et dont la structure découle de quatre hypothèses qui portent sur le câblage, et de quatre hypothèses logicielles.

HC1. Si j'appelle "dispositif d'échange" tout mécanisme ayant signification de file externe, le déroulement d'un échange à partir d'un dispositif d'échange est contrôlé par un ordinateur spécialisé et indépendant que j'appelle "calculateur d'échanges".

HC2. Je place entre l'unité centrale et les calculateurs d'échanges une machine unique, chargée des transferts de l'information, et que j'appelle "machine de distribution". L'information c'est, d'une part le cartouche à déplacer de l'unité centrale vers le calculateur d'échanges, d'autre part les données à véhiculer dans les deux sens.

HC3. Unité centrale et calculateurs d'échanges fonctionnent tout à fait indépendamment. La machine de distribution qui dispose de sa propre mémoire atteint à la mémoire centrale et aux mémoires des calculateurs d'échanges pendant la demi-phase de blocage de l'horloge.

HC4. Je rajoute tant dans l'unité centrale que dans les calculateurs d'échanges, un organe supplémentaire qui permette l'accès aux cartouches à la fois de l'intérieur et de l'extérieur par la machine de distribution:

le registre E pour l'unité centrale, et le registre D pour chaque calculateur d'échange.

Dans le cadre de ces hypothèses la machine de distribution fonctionne elle-même indépendamment de l'unité centrale et des calculateurs d'échanges. Il faut et il suffit alors de faire des hypothèses logicielles pour obtenir un système formel cohérent.

HL1. Le système en unité centrale remplit un cartouche ou un ensemble de cartouches, qui contiennent chacun, un état et un descriptif complet de l'échange à réaliser. Le système fixe l'état à "demandé" et attend qu'il lui soit renvoyé "terminé".

HL2. Chaque calculateur d'échanges consulte en permanence dans sa mémoire, un cartouche tiré du précédent. Quand l'état est "demandé", il amorce l'échange et il fait passer l'état à "terminé" quand l'échange est achevé.

HL3. La machine de distribution tient à jour la liste des calculateurs d'échanges libres et occupés. Elle consulte les cartouches en mémoire centrale et dans les mémoires des calculateurs d'échanges, et en fait évoluer les états. Elle

transfère la cartouche dans la mémoire du calculateur d'échange qu'elle charge d'un échange, en lui rajoutant son accès dans la mémoire d'origine.

HL4. C'est la machine de distribution qui transfère les données de la mémoire centrale vers la mémoire du calculateur d'échanges, ou l'inverse.

La machine de distribution doit pouvoir en fonction des circonstances réaliser quatre sortes d'actes indépendants. Il lui faut rechercher les circonstances déterminantes et réaliser les actes, ce travail est éminemment répétitif c'est, en fait, une tâche de système qui doit pouvoir être adaptée à un environnement déterminé.

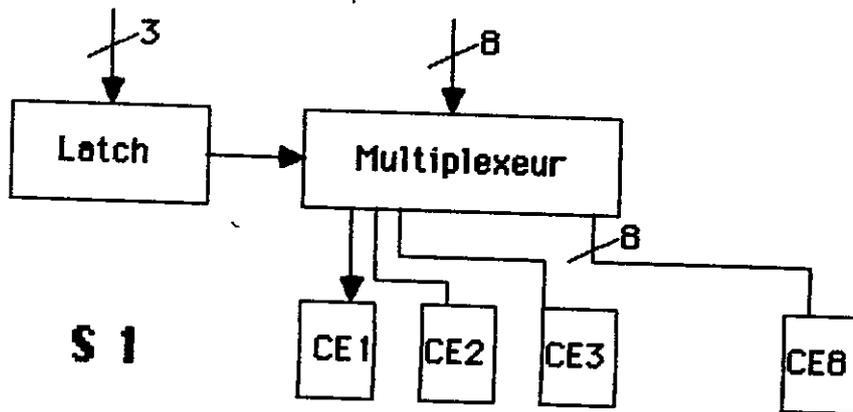
J'en présente ici une version simple qui comporte toutes les propriétés fondamentales, mais qu'il serait possible d'organiser autrement dans un soucis d'amélioration par rapport à divers critères. Je limite mon point de vue à la démonstration de l'existence de la propriété.

MULTIPLEXAGE

Il faut encore montrer comment une seule machine de distribution va pouvoir communiquer avec un seul parmi tous les calculateurs d'échanges. En effet l'hypothèse HC3, indique un registre D par calculateur d'échanges, il est ainsi nécessaire de pouvoir commuter

l'accès au calculateur d'échanges directement à partir de la machine de distribution.

Pour pouvoir accéder directement à chacune des mémoires de calculateur d'échanges sans modifier à chaque fois le protocole de communication, il suffit de connecter la machine de distribution à chacun des calculateurs d'échanges au moyen d'un multiplexage



Par exemple pour connecter 8 C.E. sur une M.D. , et en supposant qu'on ait besoin d'un bus de 8 fils, on monte 8 circuits MOS 4051 en parallèle, et la commande du multiplexeur, c'est-à-dire le choix du C.E., est assurée par un Latch CMOS 373. C'est ce latch qui maintient ce numéro de sélection du C.E. en permanence.

Mais il faut doter la machine de distribution d'un moyen de faire évoluer le contenu de ce latch pour s'adresser à un autre calculateur d'échanges. On lui donne une instruction d'affectation qui lui permet d'atteindre à ce latch comme à un registre spécial désigné par "LM".

$$l_{LM} := l_{x,y}$$

qui consiste à charger le latch avec un entier dont la valeur est le numéro du calculateur d'échange à commuter.

Je vais rajouter une hypothèse supplémentaire de commodité qui, sans être fondamentale correspond à un soucis d'efficacité:

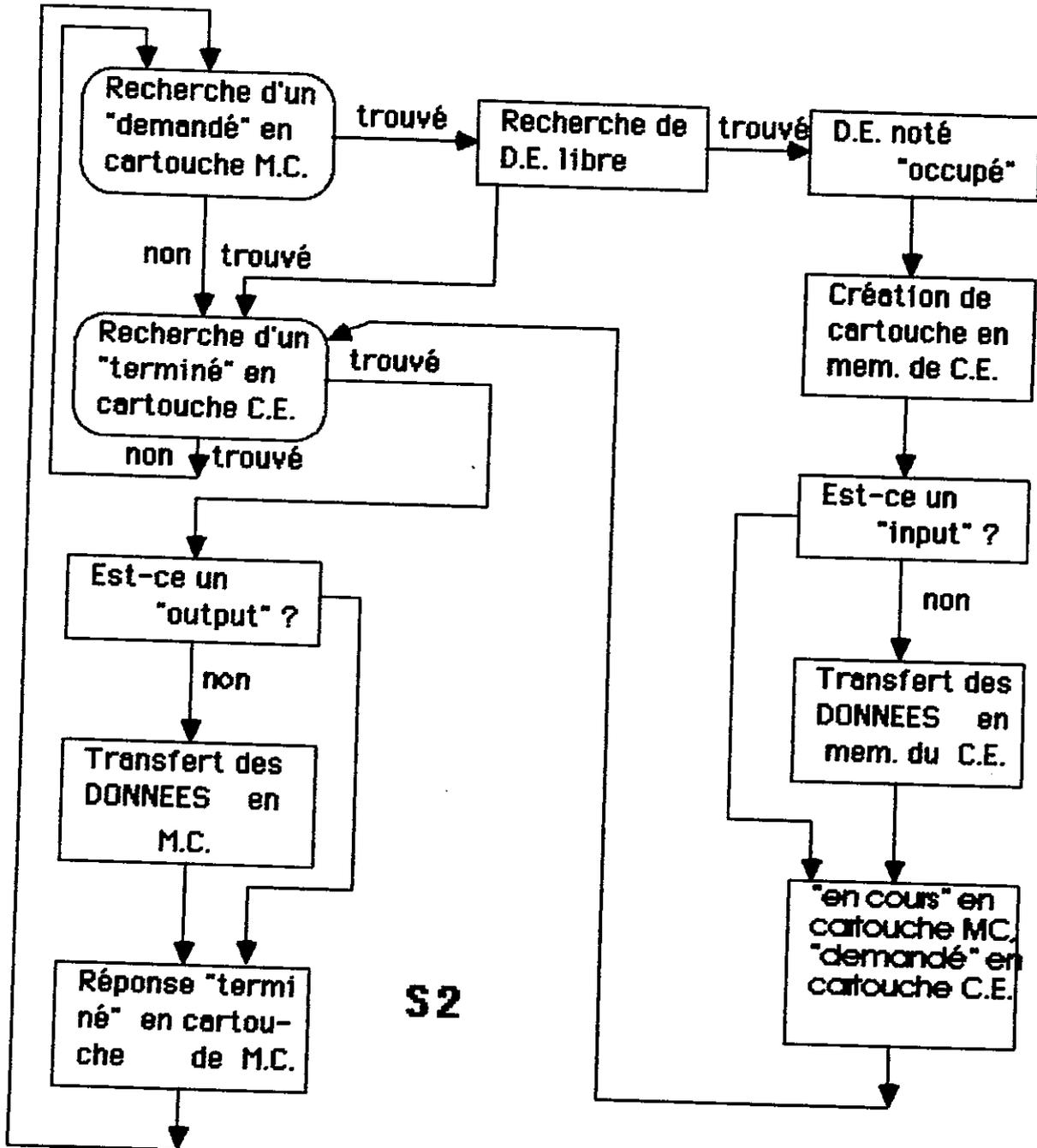
HP. Un calculateur d'échanges peut contrôler plusieurs dispositifs d'échanges, mais on ne lui demande qu'un seul échange à la fois. Il ne travaille qu'avec un seul dispositif d'échange à la fois.

D'un autre côté, la gestion de la file des cartouches en mémoire centrale reste le fait du système. Dans l'organigramme qui suit, je ne note que les opérations essentielles du travail de la machine de distribution.

L'écriture M.C. désigne la mémoire centrale, et C.E. le calculateur d'échanges.

MACHINE DE DISTRIBUTION

Le schéma S2 décrit globalement le déroulement des opérations de la machine de distribution. On observe que tout tourne autour de deux points de recherches d'information:



S2

Cet algorithme tourne autour de deux points:

La recherche d'une demande d'échange en mémoire centrale,
la recherche d'un échange achevé en mémoire de calculateur d'échan-
ge. Chaque fois que l'une ou l'autre de ces circonstances est rencontrée
l'action correspondante est accomplie, et on retourne sur la recherche
de l'autre circonstance, dans la boucle.

la recherche d'une demande d'échange en mémoire centrale,
la recherche d'un échange terminé en mémoire de calculateur
d'échange.

La machine de distribution passe son temps à rechercher l'une ou
l'autre de ces circonstances, et en ayant rencontré une passe à l'acte qui
consiste, soit à ouvrir une opération d'échange, soit à la clore.

Dans la description algorithmique du processus, j'utilise l'écriture

E_x

qui désigne le contenu de case numéro x , par rapport à l'origine marquée
par le contenu du registre E . L'écriture:

$E_{x,y}$

désigne le contenu de la case dont l'adresse est en case x localisée
comme ci-dessus, adresse corrigée de la valeur y .

Même signification pour les écritures :

D_x et $D_{x,y}$

mais le registre E appartient à la mémoire centrale, et chaque mémoire
de calculateur d'échange possède un registre D , en plus du registre I .

CONFIGURATIONS DE L'ÉCHANGE

Il me faut constituer trois configurations pour calculer un échange:

- a) La file des cartouches en mémoire centrale,
- b) La configuration de la machine de distribution,
- c) La cartouche du calculateur d'échanges.

En configuration a) toutes les adresses sont calculées par rapport à l'origine fournie par E , y compris l'adresse des données à transvaser. En configuration b) il faut pouvoir atteindre aux trois configurations, on y utilise donc les trois origines E , D , et I pour la mémoire de la machine de distribution. Il ne faut pas confondre ce I avec celui qui est l'organe de la mémoire centrale. En configuration c) l'origine est définie par D et on trouve en mémoire le cartouche de l'échange en cours et la file des données à déplacer.

A titre d'exemple je vais détailler le contenu des cartouches en MC, en mémoire de CE, et de la file des CE libres ou occupés, puis je montrerai un cas de chacune des configurations sur le schéma S3.

Cartouche en mémoire centrale.

N° case	contenu
0	état
1	sens
2	type
3	N° D.E.
4	N° piste
5	N° secteur
6	adresse
7	volumé

Cartouche en mémoire calculateur d'échange

N° case	contenu
0	état
1	sens
2	type
3	N° D.E.
4	N° piste
5	N° secteur
6	adresse
7	volumé
8	retour en E

La file des calculateurs d'échanges contient une suite d'éléments quadruples:

type	N° du CE	"occ" / "lib"	code multiplex
------	----------	---------------	----------------

En mémoire centrale la configuration a la présentation suivante:

4	3			dem in	DK	3	15	5	837	256	etc.	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ind0 vol		indc ad										

En mémoire de la machine de distribution, c'est la configuration suivante qui sert:

6	4	5				DK	3	occ	11	BM	2	lib	19
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9				13
expl type		N° explic											

Enfin la configuration du calculateur d'échange:

3	12												
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
cat		ade		adc		double du cartouche							

Proc DISTRIBUTION ;

Par E , D ;

Var loc type , N° , expl ;

Index explic ;

Début : E_{indc} := E_{ind0} ;

E21 : si E_{indc} , 0 = '*' vers e1 ; }

si E_{indc} , 0 ≠ 'demandé' vers e2 ; } Recherche

l_{type} , 0 := E_{indc} , 2 ; } d'un

l_{N°} , 0 := E_{indc} , 3 ; } "demandé" en

vers Libre ; } Mem. centr.

e2 : E_{indc} := E_{indc} + 8 ;

vers e21 ;

e1 : E_{indc} := E_{ind0} ;

vers suite1 ;

Libre : l_{explic} := l_{expl} ;

e5 : si l_{explic} , 0 = '*' vers fin4 ;

si l_{type} , 0 ≠ l_{explic} , 0 vers e41 ;

si l_{N°} , 0 ≠ l_{explic} , 1 vers e41 ;

si l_{explic} , 2 ≠ 'libre' vers suite1 ;

l_{explic} , 2 := 'occupé' ;

l_{LM} := l_{explic} , 3 ;

Multiplexage

D_{cart} , 1 := E_{indc} , 1 ;

D_{cart} , 2 := E_{indc} , 2 ;

D_{cart} , 3 := E_{indc} , 3 ;

D_{cart} , 4 := E_{indc} , 4 ;

D_{cart} , 5 := E_{indc} , 5 ;

D_{cart} , 7 := E_{indc} , 7 ;

D_{cart} , 8 := E_{indc} ;

Notation du retour.

si E_{indc} , 1 = 'output' vers e3

Fin3 : $E_{\text{indc}}, 0 := \text{'en cours'}$;

$D_{\text{cart}}, 0 := \text{'demandé'}$;

vers suite1 ;

e3 : $E_{\text{ad}} := E_{\text{indc}}, 6$; }

$E_{\text{vol}}, 0 := E_{\text{indc}}, 7$; }

$D_{\text{adc}} := D_{\text{ade}}$; }

e31 : si $E_{\text{vol}}, 0 = 0$ vers fin3 ; } Sortie des

$D_{\text{adc}}, 0 := E_{\text{ad}}, 0$; } données.

$D_{\text{adc}} := D_{\text{adc}} + 1$; }

$E_{\text{vol}}, 0 := E_{\text{vol}}, 0 - 1$; }

$E_{\text{ad}} := E_{\text{ad}} + 1$; }

vers e31 ; }

e41 : $L_{\text{explc}} := L_{\text{explc}} + 4$;

vers e5 ;

suite1 : $L_{\text{explc}} := L_{\text{expl}}$; }

SF3 : si $L_{\text{explc}}, 0 = \text{'*'}$ vers e21 ; }

si $L_{\text{explc}}, 2 = \text{'libre'}$ vers SF1 } Recherche

$L_{\text{LM}} := L_{\text{explc}}, 3$; } d'un échan-

si $D_{\text{cart}}, 0 = \text{'terminé'}$ vers Term } ge terminé

SF1 : $L_{\text{explc}} := L_{\text{explc}} + 4$; }

vers SF3 ; }

Term : si $D_{\text{cart}}, 1 = \text{'input'}$ vers entrée ;

fine : $E_{\text{indc}} := D_{\text{cart}}, 8$;

$E_{\text{indc}}, 0 := \text{'terminé'}$;

vers e21 ;

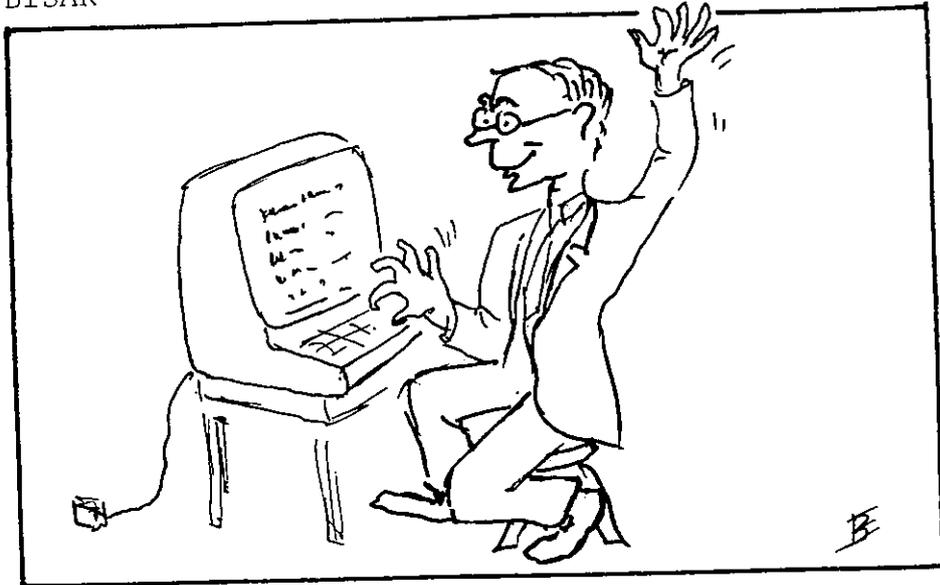
Réponse "termi
né" en cartouche
de MC.

```
entrée :  $D_{adc} := D_{ade}$  ;  
          $E_{ad} := E_{indc, 6}$  ;  
          $E_{vol, 0} := E_{indc, 7}$  ; ( ou,  $:= D_{cart, 7}$  )  
  
ent 1 : si  $E_{vol, 0} = 0$  vers fine ;  
         $E_{ad, 0} := D_{adc, 0}$  ;  
  
         $E_{ad} := E_{ad} + 1$  ;  
         $D_{adc} := D_{adc} + 1$  ;  
         $E_{vol, 0} := E_{vol, 0} - 1$  ;  
        vers ent 1 ;
```

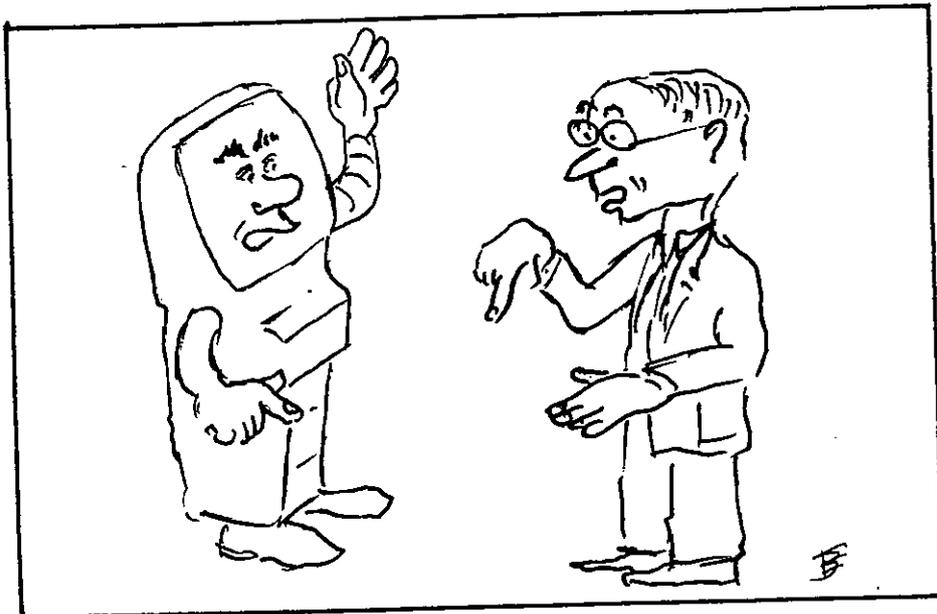
En matière de conclusion, l'algorithme montre que la machine de distribution aura à atteindre, seulement à la mémoire des calculateurs d'échanges, seulement à celle de l'unité centrale, et aussi à la fois à la mémoire centrale et à la mémoire du calculateur d'échanges sélectionné.

Cela se voit dans la boucle e31 et dans le transfert du cartouche. Il aurait été possible de décomposer le mouvement par une étape intermédiaire en mémoire de distribution.

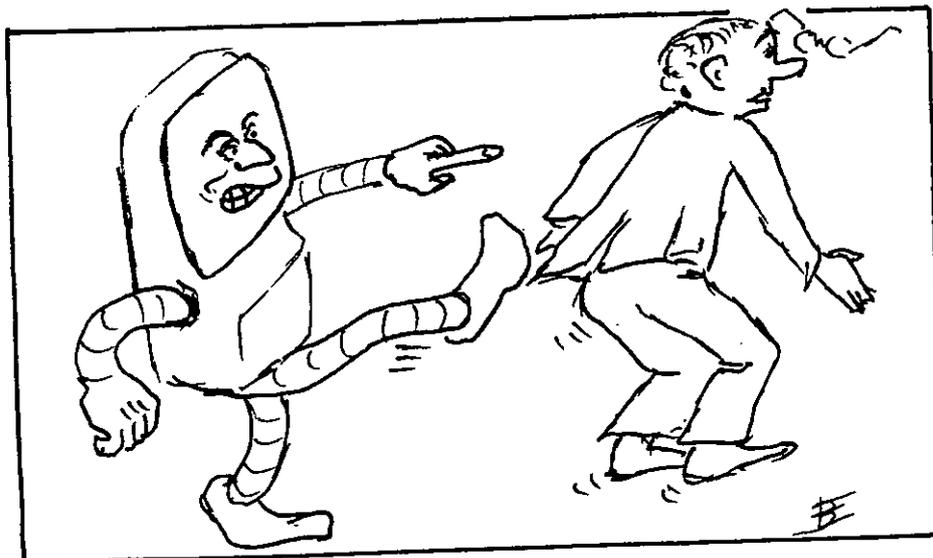
J'ai préféré pour cet exposé la forme la plus simple de cet algorithme. Dans une étape ultérieure j'envisagerai les évaluations dans les différentes possibilités de couplage. Pour le cas présent, et afin de montrer l'existence de la propriété, je fais la simple hypothèse qu'une horloge commune synchronise les rythmes des trois sortes de processeurs. De telle sorte que le processeur de distribution travaille sur les différentes mémoires, pendant que les autres sont coupés de ces mémoires.



4^e génération



5^e génération



6^e génération

