Institutional Repository - Research Portal
Dépôt Institutionnel - Portail de la Recherche
researchportal.unamur.be
University of Namur

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Software physics
étude théorique et applications pratiques

Mathot, Etienne

Award date:
1978

Awarding institution:
Universite de Namur

Link to publication

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 04. May. 2026

FACULTES UNIVERSITAIRES NOTRE-DAME DE LA PAIX

INSTITUT D'INFORMATIQUE
NAMUR

année académique 1977-1978

SOFTWARE PHYSICS

étude théorique et applications pratiques

mathot étienne

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Licencié et maître en Informatique.

FACULTES
UNIVERSITAIRES
N.-D. DE LA PAIX
NAMUR

Bibliothèque
FMB16
1978/3

FM B16/1978/3

FACULTES UNIVERSITAIRES NOTRE-DAME DE LA PAIX

INSTITUT D'INFORMATIQUE
NAMUR

année académique 1977-1978

SOFTWARE PHYSICS

étude théorique et applications pratiques

mathot étienne

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Licencié et maître en Informatique.

LBS 3178717

Informatique
NAMUR
F.N.D.P.

2960 - 11751.

Avertissement.

La théorie présentée dans notre travail a été inspirée de travaux de Monsieur KOLENCE exposés dans plusieurs livres et manuels mis en vente par une société d'aide à la mesure de performance.

Nous avons reçu l'autorisation écrite de pouvoir étudier et copier certains passages de ces livres à la seule condition que notre travail reste interne aux facultés universitaires de Namur.

Nous demandons aux lecteurs de bien vouloir tenir compte de cette exigence.

Nous les remercions de leur compréhension.

Remerciements.

Nous remercions Monsieur KOLENCE, directeur de la société "Institute for Software Engineering" Californie U.S.A., de nous avoir autorisé à consulter ses travaux afin de pouvoir réaliser ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à Messieurs RAMAEKERS et CHERTON, professeurs aux Facultés Universitaires de Namur, ainsi qu'à Monsieur PAULUS pour l'aide appréciable qu'ils nous ont donné dans la conception de ce travail.

Nous remercions également Messieurs BOXUS et DESTREE, Fondé de Pouvoir et Ingénieur Système de la Société Générale de Banque, d'avoir mis à notre disposition leurs connaissances et le centre informatique de la Société.

Nous remercions enfin Monsieur Yves MARCELLE, chercheur à l'Université de l'Etat de Mons, pour l'aide apportée dans l'utilisation du Moniteur hardware.

TABLE DES MATIERES .

TABLE DES MATIERES.

Introduction.

1	Les éléments fondamentaux de Software physics.	1
11	Définitions	1
12	Notations.	2
13	Les unités softwares	3
14	Les configurations.	4
15	Les propriétés de base.	9
151	Le travail	9
152	L'occupation de mémoire.	13
153	Le temps	14
16	Introduction à la puissance.	15
17	La puissance et notions associées	16
18	Utilisation des capacités de mémoire	24
19	Conclusions	26
2	Les outils de mesure.	27
21	Le moniteur hardware.	28
22	Les moniteurs softwares.	31
221	Les moniteurs softwares orientés événements	31
222	Les moniteurs softwares travaillant par échantillonnage .	34
3.	Calcul de la puissance de quelques processeurs d'une configuration.	36
30	Introduction	36
31	La puissance du processeur principal.	36
311	Calcul théorique	37
312	Méthode analytique de calcul.	40
313	Utilisation du moniteur hardware.	44

314	Evaluation par Benchmark	51
315	Calcul par moniteur software.	55
32	Les processeurs entrée-sortie	58
321	La puissance des périphériques	58
3211	Les armoires à bande	58
3212	Les unités à disques.	62
322	La puissance des canaux	66
3321	Introduction	66
3222	Les canaux de mode 1.	70
3223	Les canaux de mode 2.	75
3224	Les canaux de mode 3.	80
33	Conclusions sur les mesures effectuées.	98
4	Utilisation pratique des calculs de puissance des processeurs d'une configuration.	102
41	Introduction	102
42	Définitions d'un ensemble de classes d'équipements	103
43	Opérations sur les vecteurs	104
44	La configuration idéale	105
45	Les différentes types de puissance	109
451	La puissance asymptotique	109
452	La puissance bloc	109
453	La puissance de la configuration	110
454	La puissance observée	110

46 La charge idéale 111

47 Les rapports d'efficacité 111

48 Méthode d'amélioration des capacités d'une configuration .114

49 Méthode de visualisation de l'efficacité d'une installation 116

490 Etude pratique des performances d'une installation : exemple 119

491 Conclusion. 133

Conclusion.

Annexe

A1 : Convergence du temps de rotation d'un disque muni du dispositif RPS.

A2 : Listing de mesures relatives au canal de mode 1.

A3 : Listing de mesures relatives au canal de mode 3.

Bibliographie.

Table de références.

INTRODUCTION .

Introduction.

Le "monitoring" ou "science de la mesure et de la mise au point des performances d'un système informatique" est une discipline relativement récente.

La forte croissance de la littérature traitant ce sujet n'en est qu'un symptôme et il ne se passe pas une année sans que des découvertes intéressantes ne soient rendues publiques par des firmes spécialisées en hardwares et en softwares.

Pourtant cette "science" n'en est qu'à ses balbutiements.

Il suffit, d'examiner la littérature spécialisée pour constater la multitude et la divergence des techniques de mesure, des outils utilisés et surtout des définitions des concepts et propriétés que les chercheurs veulent mesurer et maîtriser afin de caractériser les performances d'un système informatique.

En plus, chaque auteur utilise les définitions qui lui conviennent le mieux et la technologie différente de chaque constructeur d'ordinateur implique souvent une anarchie la plus complète dans le vocabulaire dit "informatique" ainsi qu'une période d'adaptation pour le nouvel adhérent de cette discipline.

En bref, bien des choses doivent encore être faites pour que cette discipline accède au statut de "science exacte".

La théorie,Software Physics,que nous nous proposons d'étudier dans ce travail est, nous le croyons, un pas relativement important dans ce sèns.

Monsieur Kenneth W. KOLENCE, physicien américain a mis au point cette théorie, Software Physics, et tente de l'appliquer dans les centres informatiques au travers d'un institut de support au "monitoring" dont il est en fait le directeur.

Il semble depuis deux ans déjà influencer le comportement de la gestion informatique en Amérique et il essaye maintenant d'atteindre le marché européen.

Sa première réelle tentative a été faite en novembre 1977 à l'occasion d'un cours qu'il a donné à Londres et auquel ont participé une quinzaine d'Européens.

Nous avons pu ainsi le rencontrer et nous mettre d'accord sur la marche à suivre dans la réalisation du travail que nous nous proposons de publier aujourd'hui .

Depuis ce séminaire, trop peu de temps s'est écoulé pour que des réactions intéressantes aient pu jaillir entre participants et nous n'en sommes encore qu'aux premières conclusions.

Dans son travail, Monsieur KOLENCE se donne plusieurs objectifs et tente de les atteindre en développant une méthode rigoureuse et aussi complète que possible.

Dans cette théorie, nous avons retenu quelques objectifs qui nous semblent fondamentaux et que nous décrivons brièvement.

- Intégrer différentes mesures et méthodes de la gestion des capacités informatiques en développant un ensemble de concepts simples et facilement utilisables.

- Introduire les propriétés de ces concepts.

  Décrire un système informatique et le caractériser au moyen de notations uniformes et suffisamment générales pour pouvoir être utilisées dans toute application pratique.

- Calculer la capacité de ce système ou de chacun de ses éléments, juger si son utilisation est conforme aux espérances et décider éventuellement de son remplacement par un système plus puissant.

- Pouvoir enfin, caractériser la charge de travail d'un centre informatique en unités simples permettant des prévisions et des échanges d'idées avec des responsables d'autres centres utilisant même des ordinateurs de marque différente.

D'autres objectifs sont également abordés par Software Physics mais ils nous semblent moins essentiels et moins intéressants pour l'instant.

Nous avons donc dû nous limiter et nous attacher principalement à ce qu'il y a de plus fondamental dans Software Physics.

Nous allons en décrivant le contenu de notre travail, énumérer les points que nous avons retenus et étudiés.

Notre but, en étudiant cette théorie, était de comprendre la méthode proposée, de l'appliquer à l'occasion d'un stage, d'obtenir des résultats susceptibles d'être confrontés avec d'autres mesures et tenter éventuellement de porter une appréciation sur Software Physics.

Pratiquement, nous avons mesuré la capacité du CPU, des canaux bandes et disques de l'ordinateur mis à notre disposition pour notre travail.

Nous sommes parvenus, en utilisant Software Physics, à "chiffrer" cette configuration et à comparer ces chiffres obtenus avec des mesures faites par des moniteurs hardwares et softwares.

Pour ce faire, nous avons étudié Software Physics et les concepts fondamentaux que cette théorie développe.

Nous avons dû prendre connaissance des caractéristiques techniques de la configuration mise à notre dispostion et dégager des courbes de capacité des différents processeurs de cette configuration.

Nous avons à ce moment de notre travail, rencontré quelques difficultés pour effectuer les mesures nécessaires à notre étude.

Nous avons dû parfois utiliser des artifices pour finalement obtenir l'ensemble des informations désirées.

Ces problèmes sont inhérents au "monitoring" et nous n'y avons pas échappé.

Finalement, nous avons comparé nos mesures avec les valeurs des différentes propriétés que Software Physics introduit.

En fonction des résultats obtenus, nous exposons une méthode pour caractériser l'équipement, la configuration, le design et la charge d'une installation informatique.

Le lecteur trouvera dans le premier chapitre, les éléments fondamentaux de Software Physics, lesquels sont nécessaires à la compréhension de la suite de notre travail.

Ensuite, nous décrirons brièvement les outils de mesure existants et leurs difficultés d'utilisation.

Cette partie consistera le deuxième chapitre.

Le troisième chapitre étudiera plus en détail le calcul de capacité de quelques composants d'un ordinateur.

Cette section contiendra les résultats des tests que nous comparerons avec les valeurs de certaines variables définies par Software Physics.

Finalement le quatrième chapitre terminera notre travail en proposant une méthode, basée sur les résultats obtenus, permettant de caractériser une installation informatique suivant plusieurs critères susceptibles d'intéresser le responsable de cette installation.

Avant de donner nos conclusions,un exemple pratique illustrera cette méthode.

Nous espérons pouvoir convaincre le lecteur que Software Physics permettra après une plus large diffusion, de résoudre certaines ambiguités existantes du "monitoring".

Nous sommes évidemment ouverts à toutes remarques et suggestions susceptibles d'oeuvrer dans cette voie.

CHAPITRE 1 .

LES ELEMENTS FONDAMENTAUX DE SOFTWARE PHYSICS .

1. LES ELEMENTS FONDAMENTAUX DE SOFTWARE PHYSICS.

11. Définitions

SOFTWARE PHYSICS est l'étude des propriétés quantitatives et mesurables d'un ensemble d'instructions exécutables et de leurs opérants en relations avec une configuration informatique composée uniquement de processeurs et de mémoires.

SOFTWARE PHYSICS assure qu'il y a seulement trois propriétés fondamentales qui sont mesurables indépendamment les unes des autres et nécessaires à la déduction de toutes autres propriétés.

Ces 3 propriétés sont : le travail W
le temps T
l'occupation de mémoire R

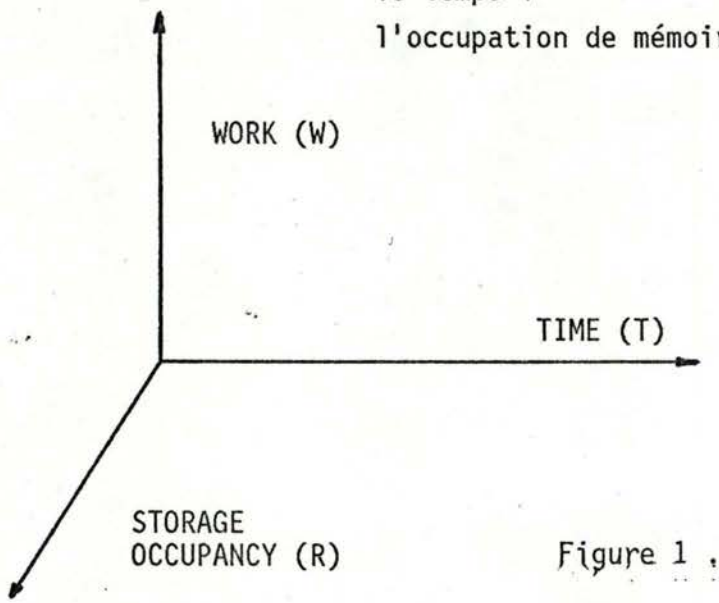


Figure 1 .

Toute autre mesure relative au logiciel et aux systèmes peut être exprimée en fonction de W, T, R et seulement en fonction de ces 3 propriétés.

12. Les notations dans Software physics

La première chose à définir est de savoir ce que représentent les valeurs obtenues lorsque nous mesurons un système informatique.

Les "choses" représentées par ces mesures portent sur des équipements, des configurations et des collections d'instructions exécutables avec leurs opérants.

Les nombres obtenus représentent l'amplitude de la propriété mesurée (W, T, R).

Software Physics fournit une notation précise de ces concepts sous la forme :

Vq (Vd1, Vd2)

Variables descriptives

- relative à la configuration
- relative à la collection d'instructions exécutables et de leurs opérants.

Variables quantitatives

ex T, W, R.

13. Les unités softwares ou les variables descriptives Vd_1.

Vd_1 représente une collection d'instructions exécutables ainsi que leurs opérants associés.

Cette collection est plus communément appelée :

Unité Software que nous noterons en abrégé US.

Une US peut aller de la simple instruction exécutable à l'ensemble des programmes constituant le système d'exploitation et sa charge.

Remarquons que la source d'un programme n'est pas une US parce qu'elle n'est pas directement exécutable.

Seulement l'output du compilateur associé à des données est une US.

Le symbole général désignant une unité software est S.

D'après la définition, on peut écrire :

$$S = \bigcup_{i=1}^{n} S_i \quad \forall\, i,j \text{ tq } i \neq j \text{ et } S_i \cap S_j = \emptyset$$

Il est utile et fréquent de distinguer une US particulière, la charge totale, que nous noterons L.

Notions de décomposition de la charge L.

ex. S'il y a m types d'instructions exécutables dans L et n_i ; instructions de type i ($\forall i = 1$ à m), on peut écrire :

$$L = \left(\bigcup_{\ell_1=1}^{n_1} S_{\ell_1}\right) \cup \left(\bigcup_{\ell_2=1}^{n_2} S_{\ell_2}\right) \cup \qquad \cup \left(\bigcup_{\ell_m=1}^{n_m} S_{\ell_m}\right)$$

ex. si L est partagé en 3 périodes de 8 heures

$$L = L_1 \cup L_2 \cup L_3$$

14. Les configurations ou les variables descriptives Vd2.

Une configuration est n'importe quel ensemble connecté de processeurs et de mémoires.

N.B. Il faut donc au moins un processeur et une mémoire connectée pour former une configuration.

Qu'est-ce qu'un processeur ?

Un processeur est un système capable d'exécuter des instructions.

ex. CPU, canal, l'armoire à bande, etc.

Qu'est-ce qu'une mémoire ?

Une mémoire est un système capable de représenter un ou plusieurs symboles sous la forme d'un état physique (configuration binaire).

ex. mémoire centrale

le disque (pas l'armoire à disques)

la bande (par l'armoire à bandes)

.

.

etc.

Vd2 peut représenter :

la configuration entière	Ψ
un processeur	ρ
une mémoire	σ
l'ensemble des processeurs de Ψ	Ψ_ρ
l'ensemble des mémoires de Ψ	Ψ_σ
le processeur principal	χ
la mémoire centrale	μ
une configuration canal	α
une configuration unité de contrôle	β

une configuration unité périphérique	δ
une unité canal	a
une unité de contrôle	b
une unité périphérique	δ
la configuration I/Ø	ϕ
les processeurs de Ø	ϕ_p
les mémoires de Ø	ϕ_σ

Une configuration quelconque sera symbolisée par χ .

S'il y a m classes de mémoires, on écrira

$$\Psi_\sigma = \bigcup_{i=0}^{m} \sigma_i$$

par définition $\sigma_0 \equiv \mu$ alors $\phi_\sigma = \bigcup_{i=1}^{m} \sigma_i$

On peut écrire afin de décrire la configuration,

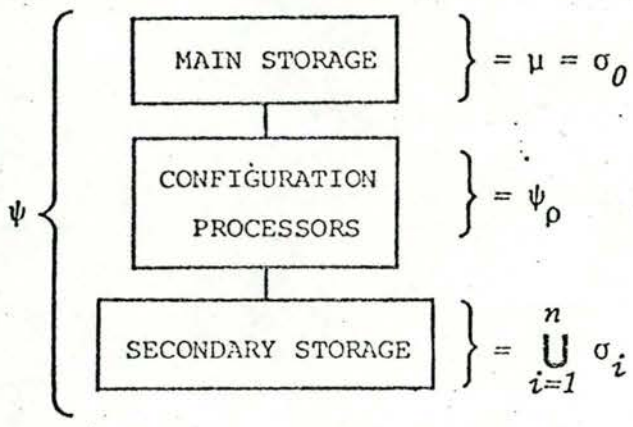
$$\Psi = \Psi_p \cup \Psi_\sigma$$

$$\phi = \phi_p \cup \phi_\sigma$$

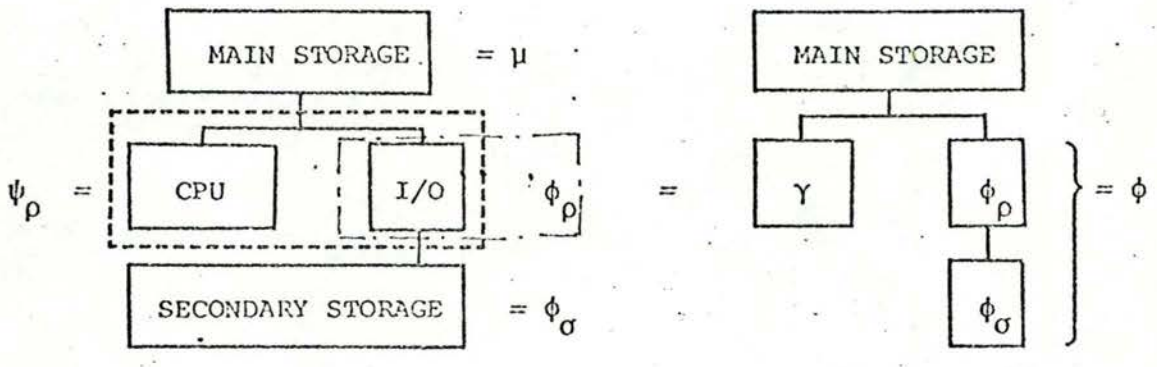
$$\alpha = \alpha_p \cup \alpha_\sigma$$

etc.

Schématiquement, nous avons :



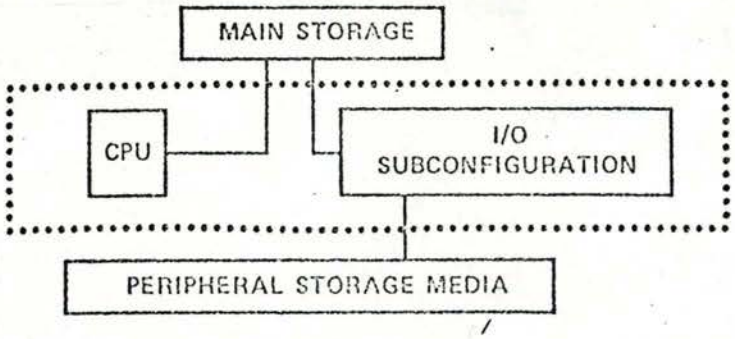
Configuration Symbols ψ, ψ_ρ, ψ_σ, σ_i, and μ



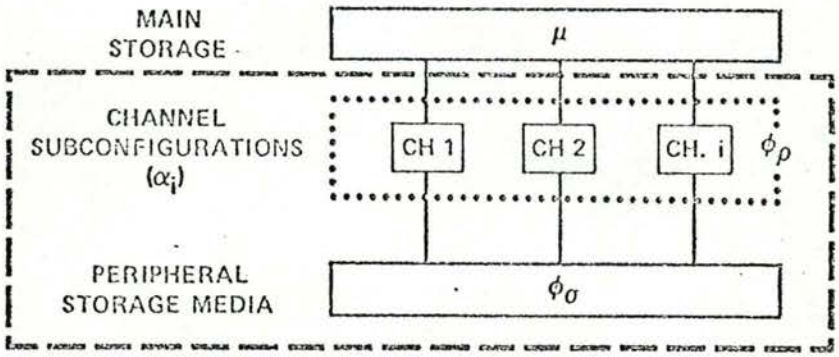
Configuration Symbols μ, γ, ϕ, ϕ_ρ, and ϕ_σ

Figure 2.

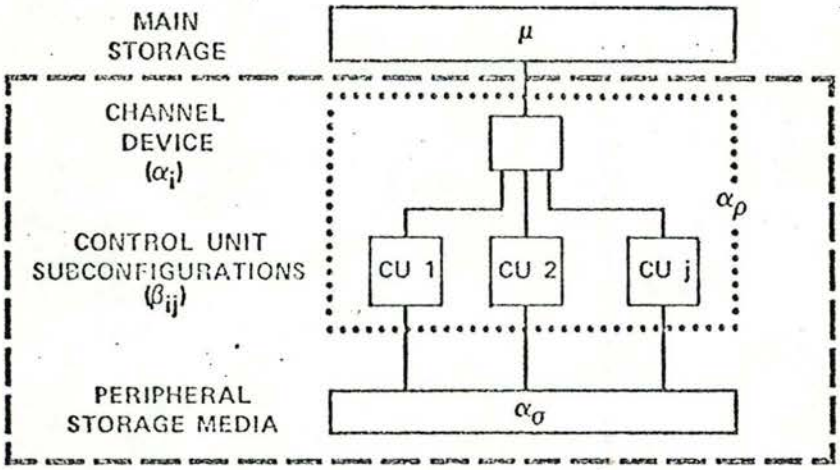
Détails de la configuration canal et des mémoires secondaires.



I/O SUBCONFIGURATION ϕ =



CHANNEL SUBCONFIGURATION α_i =



CONTROL UNIT SUBCONFIGURATION β_{ij} =

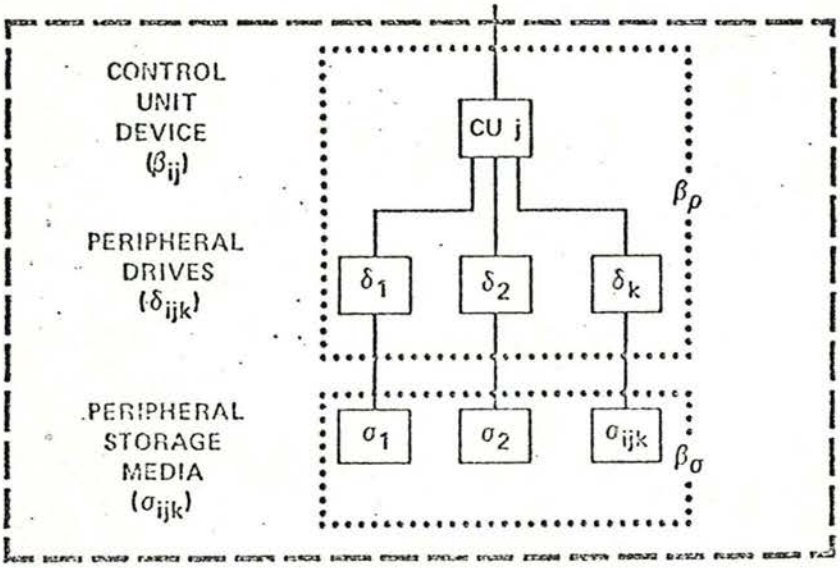


Figure 3.

Software Physics Reference Configurations

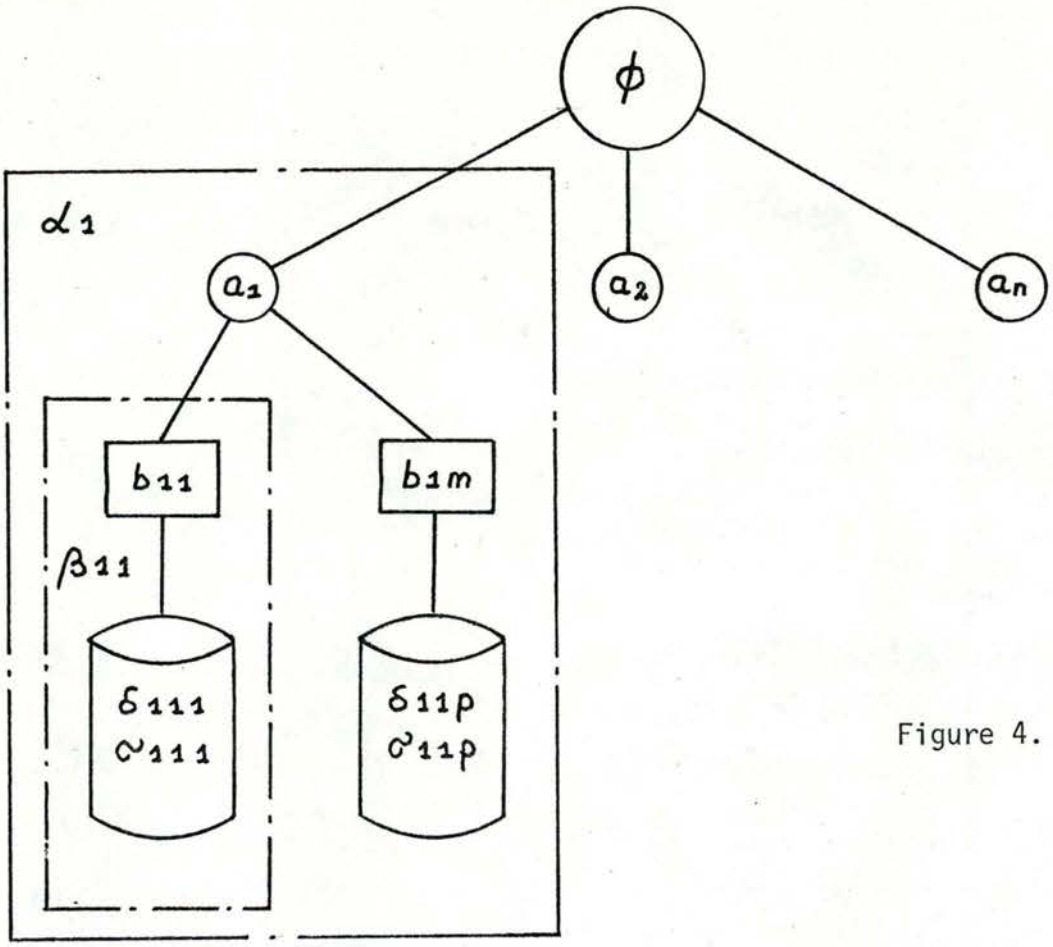


Figure 4.

Nous avons introduit la notion de configuration. Le terme de "sous-configuration" sera souvent utilisé dans le même sens.

On peut aussi classer les processeurs et les mémoires selon un autre critère.

Nous définissons alors les classes d'équipement d'une configuration.

Une classe d'équipement est un ensemble d'éléments de la configuration qui ont des caractéristiques communes.

ex. - l'ensemble des armoires à bande de même vitesse

- les bandes à 7 pistes
- l'ensemble des processeurs principaux
- l'ensemble des canaux.

etc.

C'est en général en fonction du problème que l'on veut résoudre que nous définissons les classes d'équipements.

15. Les propriétés de base de Software physics .

Pour rappel, ces 3 propriétés sont

- le travail (W)
- le temps (T)
- l'occupation de mémoire (R).

151. Le travail .

> Dans une configuration, une unité de travail sera exécutée par un processeur sur une mémoire quand ce processeur transfère un octet de ou vers cette mémoire.

L'unité de travail sera appelée le WORK symbolisé par W.

1 kylo-work = 1 Kw = 10^3 W

1 mega-work = 1 Mw = 10^6 W

etc.

La notion du travail n'est pas forcément liée à celle d'octet.

Nous aurions pu choisir le mot ou toutes autres cellules d'informations usuellement rencontrées.

Il nous a semblé que l'octet était la notion la plus courante et ceci a justifié notre choix.

On peut aussi se demander pourquoi différencier les notions de WORK et d'OCTET transféré bien que numériquement, ces deux valeurs seront souvent les mêmes.

Mais il est impossible d'avoir la même unité de mesure pour deux propriétés distinctes d'un système.

En effet, l'occupation de mémoire par une US sera mesurée en OCTET.

Quelles sont les propriétés du travail ?

Si on partage une US en n parties quelconques, le travail exécuté pour cette US est égal à la somme des travaux exécutés par les n parties composantes.

$$\text{si} \quad S = \bigcup_{i=1}^{n} S_i \quad \text{et} \quad \forall i,j \text{ tq } i \neq j \text{ et } S_i \cap S_j = \phi$$

$$\text{Alors :} \quad W(S,\Psi) = \sum_{i=1}^{n} W(S_i,\Psi)$$

Cette propriété est appelée propriété d'additivité ou d'extensivité.

Le travail d'un processeur est indépendant du temps qu'il a mis pour exécuter ce travail.

C'est à dire que si on remplace un processeur par un autre plus lent ou plus rapide mais possédant le même jeu d'instruction, le travail exécuté par ces 2 processeurs pour une même US sera le même.

Cette propriété est appelée l'invariance des classes d'équipement.

Le travail introduit aussi la notion de processeurs équivalents.

En effet, toute (sous)-configuration constituée de m processeurs travaillant sur n mémoires est équivalente à une autre configuration constituée de 1 processeur travaillant sur 1 mémoire mais exécutant le même travail que les m processeurs sur les n mémoires.

Un exemple illustrera cette définition.

Une configuration canal est constituée de 3 configurations unité de contrôle-disque.

Chaque unité de contrôle "contrôle" une batterie de disques (8 disques par exemple).

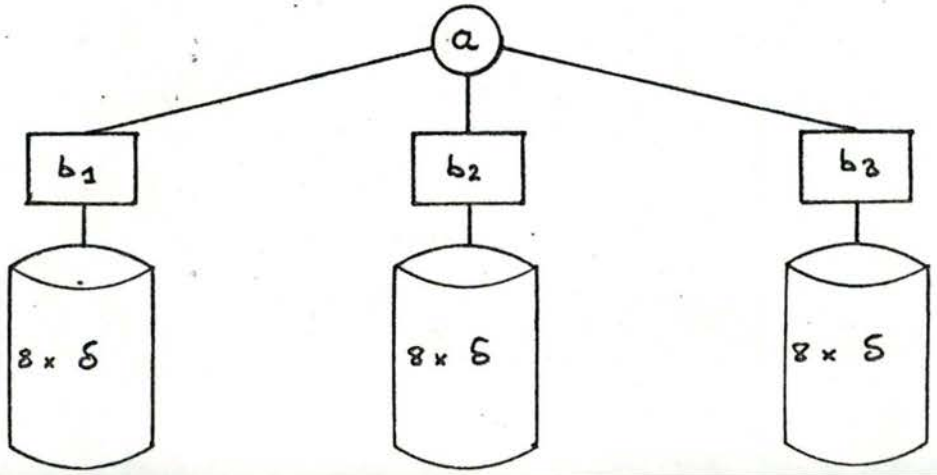


Figure 5 .

Le travail exécuté par les 8 unités disques d'une même batterie est équivalent au travail exécuté par l'unité de contrôle relative à ces disques sur la mémoire constituée de l'ensemble des mémoires-disques.

Il en est de même pour la configuration canal.

On peut donc écrire si $\alpha = \bigcup_{i=1}^{3} \beta_i$

$$W(L, \alpha) = \sum_{i=1}^{3} W(L, \beta_i)$$

$$= \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{8} W(L, \delta_{ij})$$

Le canal est un processeur équivalent à l'ensemble des processeurs - unités - disques.

Un processeur peut transférer un nombre maximum d'octets pendant une période de temps.

Ce nombre est le taux de transfert du processeur ou l'énergie software disponible symbolisée par E ou encore la puissance P disponible de ce processeur.

Cette dernière notion sera explicitée ultérieurement.

Le travail exécuté par une configuration Ψ pour une US quelconque S peut s'écrire de 2 façons :

- décomposition en élément S

$$W(S, \Psi) = W(S_1, \Psi) + W(S_2, \Psi) + \cdots + W(S_n, \Psi)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} W(S_i, \Psi)$$

En fonction de la propriété d'additivité du travail .

- décomposition en fonction des éléments constituant de la configuration.

$$W(L,\Psi) = W(L,\Psi_\rho) + W(L,\Psi_\sigma)$$

$$= W(L,\gamma) + W(L,\phi_\rho) + W(L,\Psi_\sigma)$$

$$= W(L,\gamma) + W(L,\phi_\rho) + \sum_{i=0}^{m} W(L,\sigma_i)$$

Le terme $\sum W(L,\sigma_i)$ ne sera pas étudié dans notre travail.

$$W(L,\phi_\rho) = \sum_{i=1}^{n} W(L,\alpha_i) = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} W(L,\beta_{ij})$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{k=1}^{p} W(L,\delta_{ijk})$$

152. L'occupation de mémoire.

Une mémoire peut contenir un nombre maximum d'octets.

Ce nombre est appelé l'existence potentielle Z de cette mémoire.

Le nombre d'octets d'une mémoire utilisé par une unité software est appelé REALISATION de cette mémoire et est symbolisé par R.

L'octet est occupé par une unité software quand

- il contient une combinaison binaire appartenant à cette unité software.
  (une instruction ou une donnée).

- il est réservé pour contenir un symbole constituant cette unité software.

Remarquons que l'octet n'est pas nécessairement associé à une seule unité software.

ex : deux unités softwares appelant une même sous-routine (une 3ème unité software) se partagent en fait la mémoire de cette sous-routine.

Pour cette unique raison, l'occupation de mémoire n'est pas une propriété extensive ou additive par rapport à la décomposition de la charge de travail en unités softwares mais elle l'est bien en fonction des classes d'équipement et de la configuration.

Donc :

- Si S = S1 U S2

  Alors $R(S,\alpha) = R(S_1 \cup S_2, \alpha)$

  $\leq R(S_1,\alpha) + R(S_2,\alpha)$

- Si $\Psi_\alpha = \mu \cup \alpha$ et $\alpha = \bigcup_{i=1}^{m} \alpha_i$

  Alors $R(S,\Psi_\alpha) = R(S,\mu) + \sum_{i=1}^{m} R(S,\alpha_i)$

153. Le_temps .

On distingue habituellement le temps pendant lequel un programme a utilisé réellement une ressource du système et le temps que ce travail est resté "en vie" dans ce système.

Ces deux notions répondent souvent dans le jargon informatique aux noms de temps d'exécution et de temps de transit que nous symboliserons respectivement par Tx et Te.

On dit qu'une configuration est en exécution quand un processeur de cette configuration exécute une instruction ou un transfert de donnée.

Si on exclut les temps de panne et les temps vides (idles), on peut écrire :

$$T_{\alpha}(L,\Psi) = T_{e}(L,\Psi)$$ Si L est la charge totale.

Le temps pendant lequel une configuration est en exécution peut se décomposer de deux façons différentes.

- en fonction des éléments de la configuration .

  Si $\chi = \bigcup_i \chi_i$

  Alors $T_{\alpha}(L,\chi) = \bigcup_i T_{\alpha}(L,\chi_i) \leq \sum_i T_{\alpha}(L,\chi_i)$

  Ce qui exprime par exemple, qu'un canal peut travailler en même temps que le processeur principal.

- en fonction de la décomposition de l'unité software exécutée.

  Si $L = \bigcup_i L_i$

  Alors $T_{\alpha}(L,\chi) = \bigcup_i T_{\alpha}(L_i,\chi) \leq \sum_i T_{\alpha}(L_i,\chi)$

  Les Li sont par exemples, plusieurs programmes exécutés dans un contexte de multiprogrammation.

Le temps n'est donc pas une propriété extensive ou additive.
L'unité de temps sera évidemment la seconde .

16. Introduction à la puissance

Ayant ainsi introduit les propriétés fondamentales de software physics,on remarquera que nous travaillons dans l'espace décrit ci-dessous.

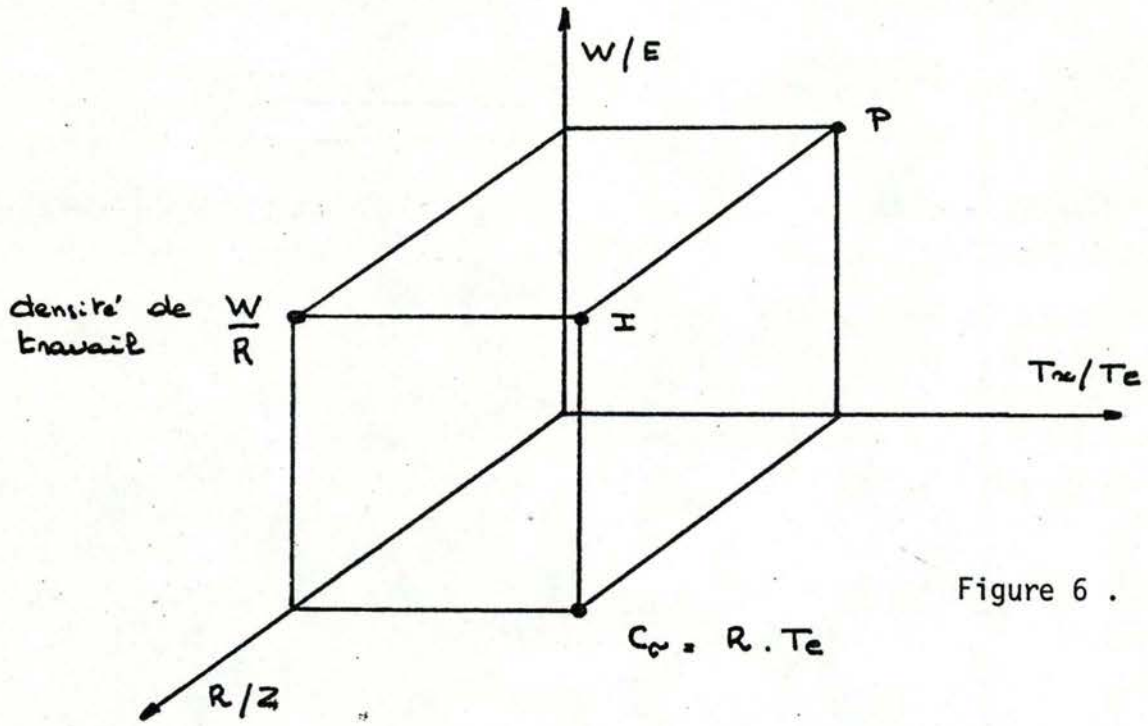


Figure 6 .

Le plan W, T introduit la notion de puissance, en effet

$$P = \frac{W}{T}$$

L'espace W, T, R introduit la notion d'intensité I avec :

$$I = \frac{P}{R} = \frac{W}{TX \times R}$$

Cette dernière notion ne sera pas introduite car elle ne sera pas utilisée pratiquement dans la suite de notre travail.

L'utilisation des mémoires C_ω sera explicitée en 18.

La densité de travail ne sera pas introduite.

17. La puissance et notions associées .

La puissance logicielle est définie de la même façon que la puissance en physique naturelle.

$$P = \frac{W}{T}$$

L'unité de puissance sera le work par seconde symbolisé par W/s

1 Kylo work par seconde = 10^3 W/s

1 Mega work par seconde = 10^6 W/s

On distinguera deux types de puissance :

- P utilisé = $\frac{W}{T}$

  W étant le travail réellement exécuté

- P disponible = $\frac{E}{T}$

La puissance peut être calculée en fonction de plusieurs variables.

Formellement, écrivons sous forme explicite la puissance logicielle.

$$P(\ell, L, \chi, \Psi) = \frac{W(\ell, \chi)}{T\alpha(L, \Psi)}$$

avec $\ell \subseteq L$

et $\chi \subseteq \Psi$

ℓ, L sont des unités softwares

χ, Ψ sont des configurations

NB : $T\alpha(L, \chi)$ étant le temps d'exécution du processeur χ .

Cas particuliers.

1er cas.

si $\ell \equiv L$ et $\chi \equiv \Psi$

Alors $P(\ell, L, \chi, \Psi) = P(L, \Psi) = \dfrac{W(L,\Psi)}{T\alpha(L,\Psi)}$

c.à.d. la puissance absolue de la configuration.

2ème cas.

Si $\ell \equiv L$ et $\chi \neq \Psi$ (ex : $\chi \equiv \alpha, \gamma$ ou ϕ)

Alors $P(\ell, L, \chi, \Psi) = P(L, \chi, \Psi)$

$$= \frac{W(L,\chi)}{T\alpha(L,\Psi)}$$

c.à.d. la puissance de χ relative à la configuration Ψ.

Relation entre P(L, χ) et P(L,χ,Ψ).

$$P(L,\chi,\Psi) = \frac{W(L,\chi)}{T\alpha(L,\Psi)} = \frac{W(L,\chi)}{T\alpha(L,\Psi)} \cdot \frac{T\alpha(L,\chi)}{T\alpha(L,\chi)}$$

$$= \frac{W(L,\chi)}{T\alpha(L,\chi)} \cdot \frac{T\alpha(L,\chi)}{T\alpha(L,\Psi)}$$

et finalement :

$$\boxed{P(L,\chi,\Psi) = P(L,\chi) \cdot \frac{T\alpha(L,\chi)}{T\alpha(L,\Psi)}}$$

Cas particulier : $\chi \equiv \gamma$.

Alors $P(L, \gamma, \Psi) = P(L, \gamma) \cdot \frac{T_{oc}(L, \gamma)}{T_{oc}(L, \Psi)}$

le rapport de temps $\frac{T_{oc}(L, \gamma)}{T_{oc}(L, \Psi)}$ est une mesure bien connue des personnes qui s'occupent des performances d'un système informatique.

En effet $\frac{T_{oc}(L, \gamma)}{T_{oc}(L, \Psi)} \cdot 100$ représente le pourcentage d'utilisation du processeur central γ de la configuration Ψ.

On peut évidemment faire le même genre de calcul pour un canal, une unité périphérique et en général pour tout processeur.

Notre but n'est pas de donner toutes les formules possibles et imaginables mais simplement de donner la démarche permettant de les retrouver.

3ème cas.

Si $\ell \notin L$ et $\chi \equiv \Psi$

Alors $P(\ell, L, \chi, \Psi) = P(\ell, L, \Psi)$

$$= \frac{W(\ell, \Psi)}{T_{oc}(L, \Psi)}$$

c.à.d. la puissance utilisée par l relativement à la puissance utilisée par L.

Relation entre $P(\ell, L, \Psi)$ et $P(\ell, \Psi)$.

$$P(\ell, L, \Psi) = \frac{W(\ell, \Psi)}{T_{oc}(L, \Psi)} = \frac{W(\ell, \Psi)}{T_{oc}(L, \Psi)} \cdot \frac{T_{oc}(\ell, \Psi)}{T_{oc}(\ell, \Psi)}$$

$$= \frac{W(\ell, \Psi)}{T_{oc}(\ell, \Psi)} \cdot \frac{T_{oc}(\ell, \Psi)}{T_{oc}(L, \Psi)}$$

et finalement

$$\boxed{P(\ell, L, \Psi) = P(\ell, \Psi) \cdot \frac{T_{oc}(\ell, \Psi)}{T_{oc}(L, \Psi)}}$$

$\frac{Tx(l,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} \cdot 100$ représente en fait le pourcentage de temps que l est resté en exécution dans la configuration Ψ.

On vient de mettre en évidence deux types de rapport de temps.

Il s'agit pour rappel des rapports $\frac{Tx(L,\chi)}{Tx(L,\Psi)}$ et $\frac{Tx(l,\Psi)}{Tx(L,\Psi)}$.

Ces rapports sont interessants et sont appelés les facteurs MP ou niveaux MP.

Dans le premier cas, on parlera du niveau de multiprocessing et le niveau de multiprogrammation désignera le second.

Donnons un exemple afin d'illustrer ces 2 notions.

- Soit une configuration bi-processeur

$$\gamma = \gamma_1 \cup \gamma_2$$

$$P(L,\gamma) = \frac{W(L,\gamma_1) + W(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma)} = \frac{W(L,\gamma_1)}{Tx(L,\gamma)} + \frac{W(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma)}$$

avec $Tx(L,\gamma) = Tx(L,\gamma_1) \cup Tx(L,\gamma_2)$

$$P(L,\gamma) = \frac{W(L,\gamma_1)}{Tx(L,\gamma)} \cdot \frac{Tx(L,\gamma_1)}{Tx(L,\gamma_1)} + \frac{W(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma)} \cdot \frac{Tx(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma_2)}$$

$$= P(L,\gamma_1) \cdot \frac{Tx(L,\gamma_1)}{Tx(L,\gamma)} + P(L,\gamma_2) \cdot \frac{Tx(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma)}$$

Si on suppose que $P(L,\gamma 1) = P(L,\gamma 2)$, ce qui est généralement le cas pour des CPU identiques, on a alors :

$$P(L,\gamma) = P(L,\gamma_1) \cdot \frac{Tx(L,\gamma_1) + Tx(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma)}$$

On a finalement :

$$1 \leq \frac{Tx(L,\gamma_1) + Tx(L,\gamma_2)}{Tx(L,\gamma)} \leq 2$$

Ces rapports de temps sont appelés aussi facteur d'amplification ou puissance d'un niveau de configuration par rapport à un autre.

Dans notre exemple, plus le facteur d'amplification se rapproche de 2, plus les CPU travaillent en même temps.

Ce cas illustre l'utilisation des niveaux de multiprocessing.

- D'autre part si $L = L1 \cup L2$.

$$P(L,\Psi) = \frac{W(L_1,\Psi) + W(L_2,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} = \frac{W(L_1,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} + \frac{W(L_2,\Psi)}{Tx(L,\Psi)}$$

$$= \frac{W(L_1,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} \cdot \frac{Tx(L_1,\Psi)}{Tx(L_1,\Psi)} + \frac{W(L_2,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} \cdot \frac{Tx(L_2,\Psi)}{Tx(L_2,\Psi)}$$

$$= P(L_1,\Psi) \cdot \frac{Tx(L_1,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} + P(L_2,\Psi) \cdot \frac{Tx(L_2,\Psi)}{Tx(L,\Psi)}$$

Si on admet que $P(L1,\Psi) = P(L2,\Psi)$ c.à.d. que chaque unité software utilise de la même façon les ressources de Ψ , alors :

$$P(L,\Psi) = P(L_1,\Psi) \cdot \frac{Tx(L_1,\Psi) + Tx(L_2,\Psi)}{Tx(L,\Psi)}$$

Plus ce facteur d'amplification sera proche de 2, plus L1 et L2 seront <u>simultanément</u> en exécution dans Ψ.

Ce cas illustre donc l'utilisation des niveaux de multi-programmation.

NB : Bien que rarement utilisé, on peut également calculer la puissance en fonction de Te.

C.à.d. : $P = \frac{W}{Te}$

On parle aussi dans ce cas de puissance relative mais relative à Te.

Bien que ces notions ne soient pas couramment utilisées, il est utile de montrer leurs existences et surtout le fait qu'elles formalisent des notions rencontrées dans la littérature informatique, dans laquelle, elles ne sont généralement pas expliquées et où différents auteurs ne parviennent pas toujours à unifier leurs idées.

En continuant dans la même voie, on peut encore formaliser certaines notions rencontrées dans la littérature.

- Dans tous les cas, on peut écrire

$$Tx(L,\Psi) = Tx(L,\gamma) + D$$

$D > 0$ représente un délai pour γ.

La partie de temps perdu est donc

$$D = Tx(L,\Psi) - Tx(L,\gamma)$$

alors

$$\underline{\%\ CPU\text{-}perdu} = \frac{Tx(L,\Psi) - Tx(L,\gamma)}{Tx(L,\Psi)} * 100$$

$$= \left(1 - \frac{Tx(L,\gamma)}{Tx(L,\Psi)}\right) * 100$$

$$= \left(1 - \text{niveau MP du CPU}\right) * 100$$

Il est possible d'envisager d'autres facteurs d'amplification.

Si $\Psi = \gamma \cup \phi$

Alors $\frac{Tx\ (L,\gamma) + Tx\ L,\emptyset)}{Tx(L,\Psi)}$ représente le niveau de multiprocessing de γ par rapport à $\emptyset$.

Dans cette configuration, ce facteur varie de 1 à 2 et la simultanéité entre γ et $\emptyset$ est d'autant plus forte que le facteur se rapproche de 2.

Nous allons illustrer ce cas par un exemple fréquemment rencontré dans la pratique.

Le rapport du temps, pendant lequel γ et $\emptyset$ travaillent en même temps peut s'exprimer par :

$$\%(\text{CPU-I/O}) \text{ overlapping} = \frac{Tx(L,\gamma) + Tx(L,\phi) - Tx(L,\Psi)}{Tx(L,\Psi)} \cdot 100$$

$$= \left\{ (\text{CPU} - \text{I/O})\ MP - 1 \right\} \cdot 100$$

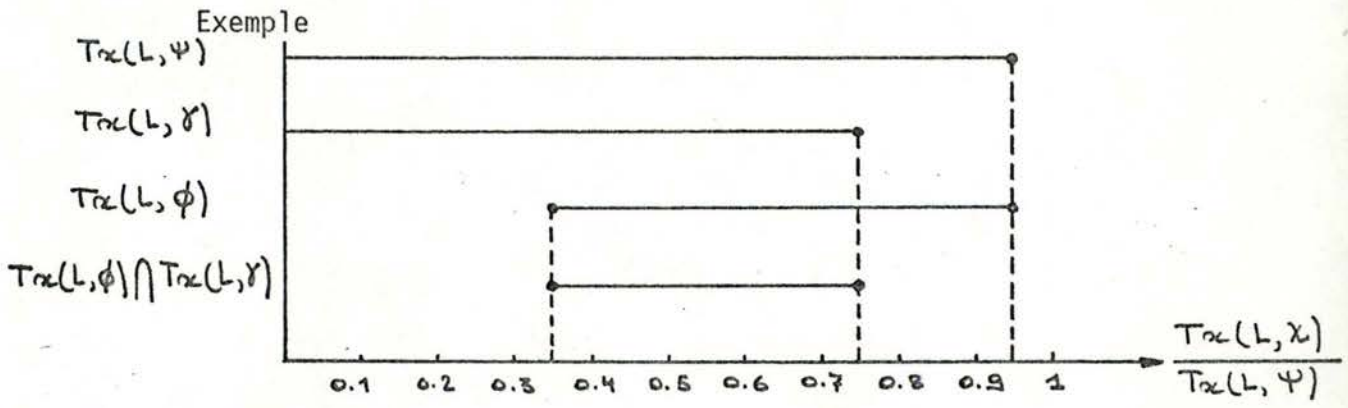


Figure 7.

Si la période de temps est longue d'une heure , alors :

$Tx(L,\gamma)$ = 0.75 * 3600 sec
= 2700 sec.

$Tx(L,\emptyset)$ = 0.6 * 3600 sec
- 2160 sec.

$Tx(L,\Psi)$ = 0.95 * 3600 sec
= 3420 sec.

$$(\text{CPU-I/O})MP = \frac{2700 + 2160}{3420} = 1.42$$

$$(\text{CPU-I/O})\text{overlapping} = \frac{2700 + 2160 - 3420}{3420} = 0.42$$

%(CPU-I/O) overlapping = 42%

Sur notre diagramme, on a bien

$Tx(L, \gamma) \cap Tx(L, \emptyset) = 0.4 * 3600 = 1440$ sec.

$$\frac{1440}{Tx(L,\Psi)} = \frac{1440}{3420} = 0.42$$

18. Utilisation des capacites de mémoire

Bien que les notions suivantes seront rarement utilisées dans la pratique, il est utile de les exposer afin de compléter la théorie pour en dégager des développements éventuels.

Pour rappel

- R mesure le nombre d'octets occupés à un instant donné dans une mémoire
- Z mesure la capacité maximale de cette mémoire, ou l'existence potentielle de cette mémoire.

Rappelons qu'une mémoire est occupée par une US ou est réservée à cette US, même si elle n'a pas encore été utilisée c.à.d. indépendemment de son utilisation.

Si une mémoire est occupée par une US, elle reste occupée même si le processeur associé à cette mémoire n'est pas en exécution.

Le temps qu'une mémoire σ_i, sera occupé par une US(S) sera noté $Te(S, \sigma i)$.

Il est parfois utile de préciser cette notation dans la mesure ou une mémoire ou un fichier n'est pas US.

Si S est une US utilisant le m^e fichier d'une mémoire σ_i, alors on notera respectivement

$$Te(S(dm), \sigma i) \text{ et } R(S(dm), \sigma i)$$

le temps que ce fichier a été réservé et l'amplitude de cette réservation.

Pour simplifier les notations nous utiliserons souvent σ au lieu de σ_i et S au lieu de S(dm) quand il n'y a pas d'ambiguité possible.

En utilisant ces notations, on définit l'utilisation du fichier dm de la mémoire σ_i par la notation :

$$C_\sigma(S(dm), \sigma_i) = C_\sigma(S, \sigma)$$

Calculons $C_\sigma(S, \sigma)$.

Si $R(S(dm), \sigma_i) = R(S, \sigma) =$ constante

Alors $C_\sigma(S, \sigma) = R(S, \sigma) . Te(S, \sigma)$

Si $R\left(S(dm),\alpha_i\right)$ est fonction du temps

Alors $C_\alpha(S,\alpha) = \sum_{j=1}^{n} R_j(S,\alpha) \cdot Te_j(S,\alpha)$

Avec $Te(S,\alpha) = \sum_{j=1}^{n} Te_j(S,\alpha)$

et $R_j(S,\alpha) =$ constante pendant $Te_j(S,\alpha)$

Unité de mesure de l'utilisation de mémoire .

L'utilisation de mémoire C_α sera mesurée en octet - seconde.

---

19. Conclusion sur la théorie.

Nous n'avons pas exposé tous les concepts que "software physics" définit.

Il reste en fait à introduire les notions d'intensité, de travail équivalent à l'utilisation des mémoires et les équations générales de calculs de capacité d'une configuration.

Nous n'avons pas voulu allourdir la théorie en exposant plus qu'il n'était nécessaire dans la suite de notre travail.

Nous renvoyons le lecteur désireux d'en savoir plus aux ouvrages cités en bibliographie.

CHAPITRE 2 .

LES OUTILS DE MESURE .

2. LES OUTILS DE MESURE

Les outils disponibles sont classés en deux catégories bien distinctes :

- les moniteurs hardwares
- les moniteurs softwares.

Ces outils s'appliquent à des mesures bien distinctes et sont relativement complémentaires.

Les qualités de l'un compensent généralement les défauts de l'autre.

Nous allons maintenant, sans rentrer trop dans les détails, expliquer le principe de ces outils et essayer de dégager leurs conditions d'utilisation, leurs avantages et inconvénients.

L'utilisation de ces outils n'est pas souvent chose aisée.

Les problèmes rencontrés sont de types différents :

- Quels sont les paramètres utiles pour prendre des mesures sans erreurs ?
- Comment effectuer ces mesures ?
- Justification et validité de ces mesures.
- Existe-t-il des outils adéquats pour effectuer ces mesures et comment les utiliser ?

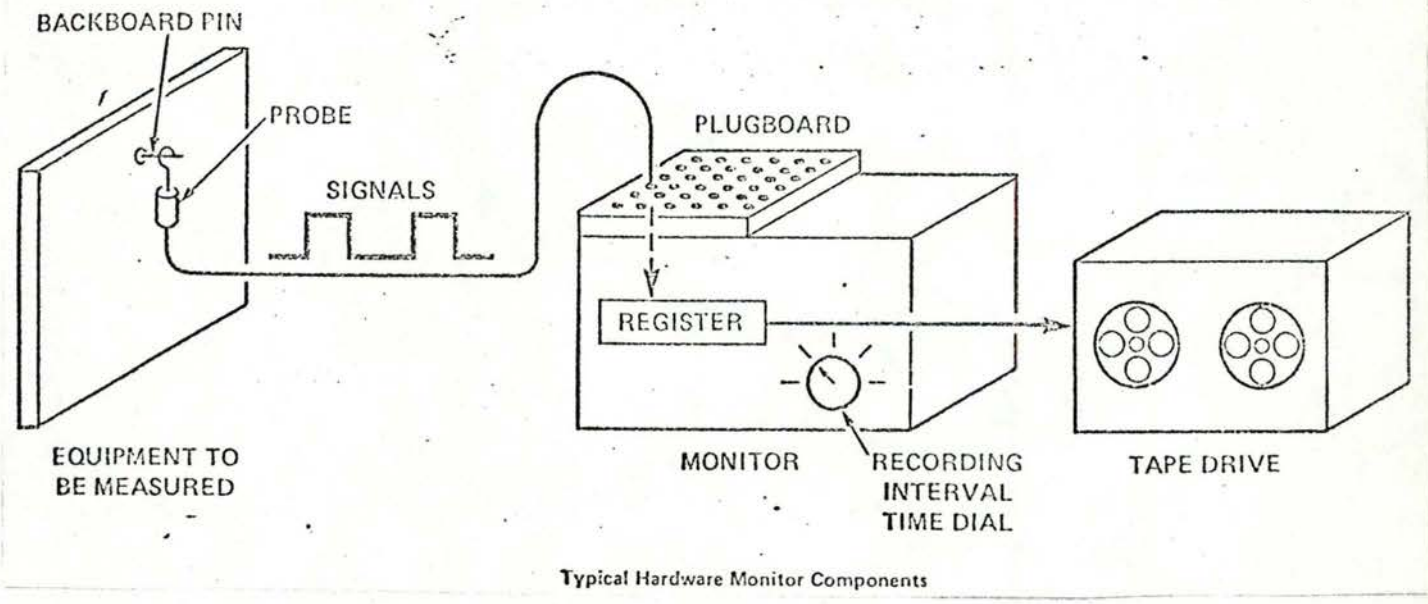
---

21. Les moniteurs hardwares.

Comme son nom l'indique, cet outil est un élément hardware totalement indépendant de l'ordinateur mesuré et qui se "branche" sur ce dernier.

La prise de mesure ne change en aucun cas le comportement de la configuration mesurée.

La figure ci-dessous illustre le fonctionnement d'un moniteur hardware.



Typical Hardware Monitor Components

Figure 8.

Le principe est de compter des impulsions électroniques au moyen de compteurs hardwares, de stocker le contenu de ces compteurs sur des fichiers (bandes ou disquettes) et d'exploiter ces mesures ultérieurement au moyen d'un programme d'édition.

Les moniteurs hardwares sont réellement de petits systèmes avec imprimantes disques et bandes.

Ils possèdent leurs softwares et leurs langages de programmation afin de décrire la mesure que l'on veut effectuer.

Cette technologie implique :

- Connaissance précise du hardware de la configuration mesurée.
- Repérage des points ou bornes électroniques où les mesures désirées peuvent être obtenues.
- Effectuer le cablage entre l'équipement mesuré et le moniteur.
- Etablir la logique de cablage.
- Il peut y avoir des relations entre les différentes mesures.
- On utilise alors des fonctions ØR, AND, NØT afin de composer les mesures entre elles.
- Vérification précise des mesures effectuées.

Ce dernier point est peut-être le plus complexe.

En effet des erreurs sont fréquentes car il est parfois très difficile de déterminer l'endroit exact où la mesure désirée peut être effectuée.

Nous pouvons déjà dégager les avantages et inconvénients suivants :

- Il est impossible de faire des mesures pour une unité logicielle particulière.

  En effet, seule la charge totale est prise en compte. C'est un avantage car les moniteurs softwares ne mesurent généralement pas l'entièreté de cette charge.

- Les mesures obtenues (quand on est sûr que ce que l'on a mesuré est bien ce que l'on a voulu mesurer) sont exactes.

Notre but n'est pas de recenser l'ensemble des avantages et inconvénients d'un moniteur hardware.

Nous avons simplement donné ceux qui nous semblaient être en rapport avec "software physics" .

De part la technologie utilisée, on ne peut mesurer que des caractéristiques hardwares de la configuration mesurée.

Exemple :

CPU time

CPU wait

Seek time

Interférence entre canaux

Problème programme

Problème superviseur

Pourcentage d'utilisation des différents processeurs

etc.

La capacité du moniteur limite souvent la quantité et qualité des mesures.

Le nombre de compteurs, la vitesse du moniteur sont des éléments importants.

Il faut en effet que le moniteur soit au moins aussi rapide que l'hardware mesuré afin de pouvoir faire la distinction entre deux signaux consécutifs de l'appareil mesuré.

22. Les moniteurs softwares.

Ceux-ci sont divisés en deux classes suivant leurs modes de fonctionnement.

On rencontre dans le jargon informatique des moniteurs softwares dits :

- Orientés événements
- de technique échantillonnage .

Evidemment, l'un et l'autre ont leurs caractéristiques particulières et il est nécessaire de bien connaître leur fonctionnement pour pouvoir juger et interpréter la validité et la signification des renseignements obtenus.

Malheureusement, si le nombre de ces moniteurs proposés par des firmes softwares sur le marché est croissant, on ne connait généralement pas le fonctionnement précis du package proposé.

Pour détailler, cette affirmation, il est nécessaire d'expliquer le fonctionnement général de ces outils.

221. Les moniteurs softwares orientés événements .

La prise de mesure est synchronisée par l'activité des différentes US constituant la charge de travail de l'ordinateur.

En effet, chaque fois qu'un événement se produit tel que :

- changement de tâche dans le système
- fin d'une E/S
- Ecriture ou lecture des SPOOL
- Demande de page

etc.

des renseignements relatifs à ces événements sont stockés dans un fichier.

Ce fichier sera exploité ultérieurement au moyen d'un programme généralement écrit par l'utilisateur.

Malheureusement, cette collecte, ainsi que la rédaction de ces informations nécessitent en eux-mêmes une surcharge importante du CPU.

On considère généralement que cette surcharge est de l'ordre de 10%.

De plus, cette collecte n'est pas toujours effectuée pour toutes les US composant la charge totale et en particulier pour le système d'exploitation.

Certains de ces moniteurs ont été construits dans un but de comptabilisation du service presté pour un utilisateur et les mesures effectuées donnent une approximation suffisante pour ce but mais totalement insuffisante pour des mesures de performance.

Le nombre de ces moniteurs est généralement plus petit que ceux orientés échantillonnages.

En effet, ils doivent être intégré dans l'ØS.

Nous sommes parfois obligés de nous débrouiller avec ces outils et d'effectuer des approximations en utilisant des facteurs de conversion.

Ces facteurs sont évalués par comparaison de mesures obtenues par moniteur hardware et software.

Exemple :

On mesure par moniteur hardware le travail effectué par la charge totale composée de l'ØS et d'un ensemble de programmes d'application.

On collecte en même temps des mesures par moniteur software.

Notons :

HW : les mesures obtenues par moniteur HW

SW : les mesures obtenues par moniteur SW

AP : les programmes d'application

ØS : le système d'exploitation

$L = AP \bigcup ØS$

Alors $W_{HW}(L,Y)$ représente le travail du CPU pour la charge totale mesuré par moniteur hardware

De même $W_{SW}(L,Y)$ représente le même travail mesuré par moniteur software

On peut mesurer $W_{HW}(L, \gamma)$ mais on ne peut raisonnablement pas le faire de façon permanente car on monopolise le moniteur hardware.

On veut obtenir cette mesure par moniteur software

c.à.d. $W(L,\gamma) = W_{SW}(L,\gamma) = W_{HW}(L,\gamma)$

On ne peut mesurer $W_{HW}(OS,\gamma)$ ni $W_{SW}(OS,\gamma)$ bien que ces 2 valeurs sont les mêmes

Nous avons :

$$W(L,\gamma) = W_{HW}(L,\gamma) = W(OS,\gamma) + W_{SW}(AP,\gamma)$$

Calculons $$k = \frac{W_{HW}(L,\gamma)}{W_{SW}(AP,\gamma)}$$

$$= \frac{W_{HW}(OS,\gamma) + W_{HW}(AP,\gamma)}{W_{HW}(AP,\gamma)}$$

$$= 1 + \frac{W_{HW}(OS,\gamma)}{W_{SW}(AP,\gamma)}$$

Supposons k = constante

Alors $$W_{HW}(L,\gamma) = k \cdot W_{SW}(AP,\gamma)$$

$$= \left\{ 1 + \frac{W_{HW}(OS,\gamma)}{W_{SW}(AP,\gamma)} \right\} \cdot W_{SW}(AP,\gamma)$$

$$= W_{SW}(AP,\gamma) + W_{HW}(OS,\gamma)$$

$$= W_{SW}(L,\gamma)$$

Il suffit donc de mesurer $W_{SW}(AP,\gamma)$ et d'utiliser le facteur de conversion k pour obtenir $W(L,\gamma)$.

Ce facteur sera déterminé une fois pour toutes mais il y aura lieu néanmoins de vérifier sa constance.

Malheureusement, il semble que ce facteur k est fonction du type du programme mesuré.

La tendance est de distinguer des programmes de types gestion, scientifique, test, ØS, gestion de base de donnée et qui auraient chacun leur facteur de conversion propre.

Aucune théorie n'est connue à ce jour justifiant ces différents facteurs k .

Il s'agit simplement d'approximations obtenues par la pratique et qu'il faut parfois utiliser à défaut de posséder d'autres moyens de calcul.

Utiliser ces facteurs impliquent la connaissance de la répartition en classes des unités logicielles exécutées.

Il faut donc pouvoir délimiter ces classes au moyen de caractéristiques bien précises.

Notre but n'est pas de résoudre ce problème qui nécessiterait en lui-même un travail de longue haleine mais nous tenions néanmoins à le signaler.

222. Les moniteurs softwares travaillant par échantillonnage .

Les données sont collectées de manière aléatoire par un programme espion interrompant le système et collectant des informations dans les différents blocs de contrôle du système.

Ces informations seront exploitées ultérieurment par un programme d'édition.

La validité de ces informations est fonction de la taille de l'échantillon.

Des méthodes statistiques peuvent être utilisées pour valider les mesures obtenues.

La construction de ces outils implique la connaissance précise du fonctionnement du système d'exploitation.

Le choix de l'outil est justifié par le genre de mesure à effectuer.

Dans tous les cas, entretenir un système de mesure permanent représente pour l'entreprise un travail conséquent dont on n'aperçoit pas toujours l'utilité et dont le coût est souvent jugé prohibitif.

Les tableaux suivants montrent des mesures disponibles par différents moniteurs hardwares et softwares fournis par IBM

Rappelons que quantité d'autres moniteurs softwares sont proposés sur le marché par des firmes spécialisées.

PARAMETERS \ MEASUREMENT TOOL	HDW. MON.	SMF	SGP	MF/1	RMF	SVSPT	VS1PT	SIR	GTF	IMPACT ANAL.			
CPU													
. TOTAL WAIT	X	X	X	X	X	X	X						
. IDLE WAIT	X	(X)	(X)			X							
. I/O WAIT	X					X	X						
. PAGE WAIT						(X)	X						
. UTILIZATION	X	X	X	X	X	X	X	(X)		X			
. CPU TIME (PROBLEM PROGRAM)	X	(X)	(X)					(X)					
. CPU TIME (SUPERVISOR)	X							(X)		X			
. SYSTEM PAGING RATE	(X)			X	X				X	X			
. USER PAGING RATE	(X)	(X)	(X)	X	X				X	X			
. TOTAL PAGING RATE	(X)			X	X	X	X	X	X	X			
. SWAPPING RATE		(X)	(X)	X	X	X							
. PAGES PER SWAP-OUT		(X)	(X)	X	X	(X)							
. PAGES PER SWAP-IN		(X)	(X)	X	X	(X)							
. CPU, CHANNEL OVERLAP	X			X	X	X	X						
. MULTIPROGRAMMING LEVEL BY TIME		(X)	(X)	(X)	(X)	X							
. NUMBER ACTIVE INITIATORS BY TIME		(X)	(X)			X	X	X					
MEMORY													
. AVAILABLE FRAMES BY TIME				X	X	X	X	X		(X)			
. WORKING SET SIZE BY USER		(X)	(X)			(X)	X	X		X			

FIGURE 9 SYSTEM PERFORMANCE PARAMETERS (PART I).

PARAMETERS \ MEASUREMENT TOOL	HDW. MON.	SMF	SGP	MF/1	RMF	SVSPT	VS1PT	SIR	GTF	IMPACT ANAL.			
CHANNEL													
. UTILIZATION	X			X	X	X	X						
. TOTAL EXCP'S	X	(X)	(X)	(X)	(X)	(X)			X				
. BYTES/CHANNEL/TIME	X								X				
. CHANNEL QUEUE SIZE (RQE)						X							
I/O DEVICE													
. UTILIZATION				X	X	(X)	X						
. EXCP'S/DEVICE	X	(X)	(X)	(X)	(X)	X			X				
. EXCP'S/DEVICE/JOB									X				
. BYTES/DEVICE/TIME	X								X				
. DATA SET ACCESS RATE/JOB		X	X										
. DEVICE QUEUE SIZE				X	X	(X)							
. AVERAGE BYTES/EXCP	X												

FIGURE 10. SYSTEM PERFORMANCE PARAMETERS (PART II).

CHAPITRE 3 .

CALCUL DES CAPACITES DE QUELQUES PROCESSEURS D'UNE CONFIGURATION .

3. CALCUL DE LA CAPACITE DE QUELQUES PROCESSEURS D'UNE CONFIGURATION.

30. Introduction .

La théorie venant d'être développée dans le chapitre précédent, il est nécessaire de se demander maintenant comment on peut l'appliquer.

Cette démarche sera faite en deux étapes.

Dans la 1ère étape, nous supposons qu'il n'existe aucun problème de mesure.

La deuxième étape consistera à donner la marche à suivre pour obtenir les mesures que nous désirons.

Nous nous pencherons successivement sur trois processeurs.

c.à.d. le CPU

les disques

les bandes.

Nous pourrions évidemment entreprendre les mêmes calculs pour d'autres processeurs.

ex.: imprimantes, terminaux, etc.

Mais la démarche étant la même pour ces autres processeurs et les problèmes étant très nombreux et difficiles, nous avons préféré nous limiter aux processeurs les plus souvent utilisés et rencontrés dans toutes configurations informatiques.

31. Le CPU

Nous nous proposons de calculer

$$W(L,\gamma) \ , \ T_{\alpha}(L,\gamma)$$

et donc

$$P(L,\gamma) = \frac{W(L,\gamma)}{T_{\alpha}(L,\gamma)}$$

On se rappellera que le CPU exécute un travail sur ces mémoires associées quand il transfère des octets de :

1. Mémoire centrale ⟶ registre
2. Régistre ⟶ registre
3. Régistre ⟶ Mémoire centrale.

Dans nos calculs pratiques, nous négligeons le travail de régistre à régistre que nous appelons travail interne.

Il y a deux raisons à agir de la sorte.

Ce travail est raisonnablement impossible à calculer et impliquerait au moins la connaissance du micro-code du processeur analysé.

La seconde raison, plus fondamentale à notre avis, est qu'un processeur passe la plus grande partie de son temps à lire et à écrire les opérants des instructions qu'il exécute.

La gestion interne des instructions semble négligeable dans la mesure où elle s'effectue souvent en même temps que les transferts de mémoires à régistre.

311. Calcul théorique.

Si à chaque top d'horloge, le CPU transfère une certaine quantité d'information, la puissance théorique de ce CPU est donnée par

$$P(L, \gamma) = \frac{\text{nombre d'octets transférés}}{\text{cycle de base}}$$

Si le cycle de base est de 115 nano-secondes et que 4 octets sont transférés à chaque top-d'horloge alors :

$$P(L,\gamma) = \frac{4}{115} = 34{,}78 \quad Mw/s$$

NB : MW Mega-wørk = 10^6 w

Cette valeur n'est jamais atteinte pour le CPU considéré et sera d'ailleurs appelé PUISSANCE-ASYMPTØTIQUE dans un chapitre ultérieur.

Nous ne sommes pas tellement d'accord sur l'opportunité de ce calcul car il nous semble irréaliste.

En effet, il suppose que à chaque cycle de base, le CPU accède à de l'information, ce qui n'est généralement pas le cas.

Les lectures et écritures en mémoire principale nécessitent de 7 à 11 cycles de base tandis que les opérations en mémoire cache exigent au moins deux cycles.

Nous proposons dans la section suivante, une autre démarche, laquelle tient compte des délais d'obtentions des informations en fonction de son origine.

Comment travaille le CPU .

Il est nécessaire pour comprendre les raisonnements que nous allons bientôt expliciter, de décrire en détails le fonctionnement exact du CPU.

Il est à noter que cette description est relative à l'architecture du CPU envisagé mais que la logique reste fondamentalement identique pour tout processeur.

Nous avons eu l'occasion de travailler sur un ordinateur IBM 370-158 modèle 3 et nous allons maintenant en détailler le fonctionnement.

La figure page39.1 représente la logique hardware du CPU de cet ordinateur.

On remarque l'utilisation d'un buffer rapide entre la mémoire principale et les régistres du CPU.

Ce buffer, également connu sous le nom de mémoire cache, est contrôlé par une USC (unit control storage) qui synchronise les accès à la mémoire centrale et aux régistres.

Lorsque le CPU désire accéder à de l'information, il initialise une lecture en mémoire cache.

Si cette information est présente en mémoire cache, l'USC la transfère directement dans les régistres du CPU.

Cette action est connue sous le nom de "HIT".

Dans le cas contraire, l'USC initialise une lecture en mémoire centrale, transfère 4K-octet en mémoire cache et transfère finalement l'information désirée au CPU.

Le fait de ne pas trouver l'information en mémoire cache est appelé "MISS".

Finalement le "STORE" est l'action qui consiste à écrire de l'information en mémoire principale.

On remarquera la largeur des différents chemins d'accès

- 8 octets pour chaque "STORE"
- 4 octets pour chaque "HIT"
- 4 octets pour chaque lecture en mémoire principale.

Le travail du CPU sera le nombre d'octets qui sont passés par les points A et en écriture en B (cfr. schéma, page 39.1)

Il est nécessaire de détailler le travail mesuré au point A.

Chaque "HIT' entraîne un transfert de 4 octets par ce point.

Ensuite chaque "MISS" entraîne automatiquement un autre transfert de 4 octets par A contrôlé par l'USC.

Ce dernier transfert ne consiste pas en un "HIT" car ce sont des circuits hardwares différents qui réalisent ces deux fonctions.

Donc le travail en A sera donné par :

$$4 \times n^{bre}_{MISS} + 4 \times n^{bre}_{HIT}$$

Le travail total du CPU sera exprimé par :

$$W(L,\gamma) = 8 \times n^{bre}_{STORE} + 4 \times \left(n^{bre}_{MISS} + n^{bre}_{HIT} \right)$$

Il reste à mesurer le temps $Tx(L,\gamma)$ pendant lequel le CPU est actif, c.à.d. quand il n'est pas dans un état d'attente. (WAIT).

Nous avons maintenant tous les éléments pour calculer la puissance du CPU, $P(L,\gamma) = \frac{W(L,\gamma)}{Tx(L,\gamma)}$

Nous verrons ultérieurement comment il est possible d'effectuer pratiquement ces deux mesures.

158 - Data Flow

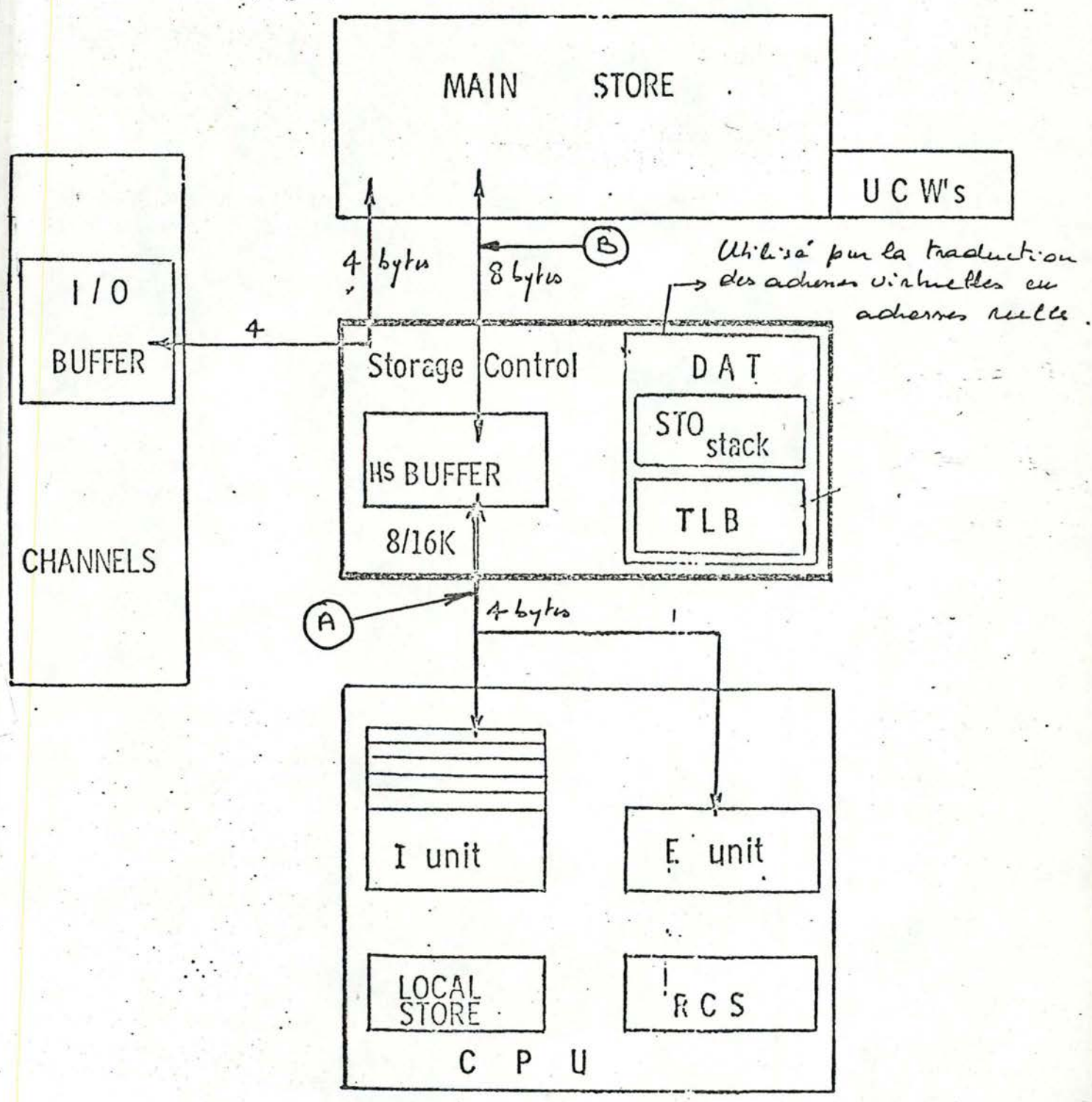


Figure 11

312. Methode analytique de calcul de P(L,δ)

Les brochures techniques relatives aux CPU 158-3 nous apprennent que : [12] .

Cycle or Access Time	Time in Nanoseconds
CPU cycle time	115
Processor storage read cycle time (successive reads of 16 bytes)	1035
CPU fetch of 8 bytes from processor storage to buffer	805
CPU fetch from processor storage to a data register	
4 bytes	805
8 bytes	920
12 bytes	1150
16 bytes	1265
Processor storage cycle time for a doubleword write (8 bytes on a doubleword boundary)	690
Processor storage cycle time for a partial write (1-7 bytes, 9-16 bytes, 8 bytes not on a doubleword boundary)	920
CPU fetch from buffer	
4 bytes	230
8 bytes	345

Désignons par :

NA = #acces = #HIT + #WDW + #MISS

= nombre d'accès à de l'information en mémoire par le CPU.

avec : #HIT : nombre de fois que l'information est présente dans la mémoire cache

#WDW : nombre de fois que l'on écrit en mémoire centrale en supposant que l'information est toujours alignée sur un double mot.

#MISS : nombre de fois qu'une lecture en mémoire centrale est nécessaire.

Alors :

$$T_HIT = \#HIT / (\#HIT + \#MISS)$$

$$T_WDW = \#WDW / NA = 1 - T_RD$$

$$T_MISS = \#MISS / (\#MISS + \#HIT) = 1 - T_HIT$$

$$T_RD = \frac{\#HIT + \#MISS}{NA}$$

Ces différentes hypothèses nous permettent de déduire les résultats suivants :

$$Tx(L,\gamma) = T_RD \times \left\{ T_HIT \times 230 + (1 - T_HIT) \times 805 \right\} + (1 - T_RD) \times 690 \quad \text{en nano-seconde .}$$

$$W(L,\gamma) = T_RD \times \left\{ T_HIT \times 4 + (1 - T_HIT) \times 4 \right\} + (1 - T_RD) \times 8$$

$$= 4 \times T_RD + 8 \times (1 - T_RD)$$

Et finalement : $$P(L,\gamma) = \frac{W(L,\gamma)}{Tx(L,\gamma)}$$

N.B. $W(L,\gamma)$ représente donc le nombre moyen d'octets accédés en une fois par le CPU .

Nous verrons bientôt comment nous pourrons calculer T_RD et T_HIT.

Nous donnons en page 43 le tableau de calcul de $P(L,\gamma)$ en fonction de certaines valeurs de T_RD et T_HIT.

Ensuite nous reprendrons des résultats obtenus en 313 afin de donner une valeur particulière de $P(L,\gamma)$.

Nous avons observé que :
(cfr section 313)

# MISS :	3.586.985
# HIT :	14.347.940
# STORE :	10.191.764
NA :	28.126.689

Alors nous déduisons que :

$$T_HIT = \frac{14.347.940}{14.347.940 + 3.586.985} = 0,8$$

$$T_RD = 1-T_WDW = 1 - \frac{10.191.764}{28.126.689} = 1 - 0,362$$

$$= 0,638$$

Ces valeurs de T_HIT et T_RD nous permettent de déduire du tableau page 43 que :

$$P(L,\gamma) = 11,59 \text{ Mw/s}$$

N.B. Dans le cas où l'information écrite en mémoire centrale n'est pas alignée sur un double mot , on obtient :

$$P(L,\gamma) = 10,984 \text{ Mw/s}$$

P(L ,γ) en fonction de P_HIT et P_RD dans le cas d'écriture d'information alignée sur une frontière de double mot .

P_HIT .

P_RD.	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.60	7.370	7.720	8.110	8.540	9.010	9.540	10.140	10.820	11.590	12.480	13.520
0.61	7.310	7.660	8.050	8.480	8.960	9.500	10.110	10.800	11.590	12.500	13.580
0.62	7.250	7.600	8.000	8.430	8.920	9.460	10.080	10.780	11.590	12.530	13.630
0.63	7.180	7.540	7.940	8.380	8.870	9.420	10.050	10.760	11.590	12.550	13.690
0.64	7.120	7.480	7.880	8.320	8.820	9.380	10.020	10.750	11.590	12.580	13.750
0.65	7.060	7.420	7.820	8.270	8.770	9.340	9.990	10.730	11.590	12.600	13.810
0.66	6.990	7.360	7.760	8.220	8.720	9.300	9.950	10.710	11.590	12.630	13.870
0.67	6.930	7.300	7.710	8.160	8.670	9.260	9.920	10.690	11.590	12.650	13.930
0.68	6.870	7.240	7.650	8.110	8.630	9.210	9.890	10.670	11.590	12.680	13.990
0.69	6.810	7.180	7.590	8.050	8.580	9.170	9.860	10.650	11.590	12.710	14.060
0.70	6.740	7.120	7.530	8.000	8.530	9.130	9.820	10.630	11.590	12.730	14.130
0.71	6.680	7.060	7.470	7.940	8.480	9.090	9.790	10.620	11.590	12.760	14.190
0.72	6.620	7.000	7.420	7.890	8.430	9.040	9.760	10.600	11.590	12.790	14.260
0.73	6.560	6.940	7.360	7.830	8.380	9.000	9.720	10.580	11.590	12.820	14.340
0.74	6.500	6.880	7.300	7.780	8.330	8.960	9.690	10.560	11.590	12.850	14.410
0.75	6.440	6.820	7.240	7.720	8.280	8.910	9.660	10.540	11.590	12.880	14.490
0.76	6.380	6.760	7.180	7.670	8.230	8.870	9.620	10.510	11.590	12.910	14.570
0.77	6.310	6.700	7.130	7.610	8.180	8.830	9.590	10.490	11.590	12.940	14.650
0.78	6.250	6.640	7.070	7.560	8.120	8.780	9.550	10.470	11.590	12.970	14.730
0.79	6.190	6.580	7.010	7.500	8.070	8.740	9.520	10.450	11.590	13.010	14.810
0.80	6.130	6.520	6.950	7.450	8.020	8.690	9.480	10.430	11.590	13.040	14.900

Figure 13 .

P(L ,δ) en fonction de P_HIT et P_RD dans le cas d'écriture d'information non-alignée sur une frontière de double mot .

P_RD .	P_HIT . 0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
.60	6.243	6.598	6.996	7.445	7.956	8.543	9.222	10.019	10.967	12.113	13.526
.61	6.174	6.530	6.930	7.382	7.897	8.489	9.177	9.987	10.953	12.126	13.580
.62	6.106	6.463	6.864	7.319	7.838	8.435	9.132	9.954	10.938	12.139	13.636
.63	6.039	6.397	6.799	7.256	7.778	8.382	9.086	9.921	10.924	12.153	13.693
.64	5.972	6.330	6.734	7.193	7.719	8.328	9.041	9.888	10.909	12.166	13.751
.65	5.906	6.265	6.669	7.130	7.660	8.274	8.995	9.854	10.894	12.180	13.810
.66	5.840	6.199	6.605	7.068	7.600	8.220	8.949	9.820	10.879	12.194	13.871
.67	5.775	6.134	6.541	7.006	7.541	8.166	8.903	9.786	10.864	12.209	13.933
.68	5.710	6.069	6.477	6.943	7.482	8.111	8.856	9.752	10.849	12.223	13.997
.69	5.646	6.005	6.414	6.881	7.423	8.057	8.809	9.717	10.833	12.238	14.063
.70	5.582	5.941	6.350	6.820	7.364	8.003	8.763	9.682	10.817	12.254	14.130
.71	5.519	5.878	6.287	6.758	7.305	7.948	8.715	9.647	10.801	12.269	14.199
.72	5.456	5.815	6.225	6.697	7.246	7.893	8.668	9.611	10.785	12.285	14.269
.73	5.393	5.752	6.162	6.635	7.187	7.839	8.620	9.576	10.768	12.301	14.342
.74	5.331	5.690	6.100	6.574	7.128	7.784	8.573	9.539	10.752	12.317	14.416
.75	5.270	5.628	6.038	6.513	7.069	7.729	8.525	9.503	10.735	12.334	14.492
.76	5.208	5.566	5.977	6.452	7.010	7.674	8.476	9.466	10.718	12.351	14.571
.77	5.148	5.505	5.915	6.392	6.952	7.619	8.428	9.429	10.701	12.368	14.651
.78	5.088	5.444	5.854	6.331	6.893	7.564	8.379	9.392	10.683	12.386	14.734
.79	5.028	5.384	5.793	6.271	6.834	7.508	8.330	9.354	10.665	12.404	14.819
.80	4.968	5.323	5.733	6.211	6.775	7.453	8.281	9.316	10.647	12.422	14.906

Figure 14 .

313. Calcul de la puissance du CPU par moniteur hardware .

Le croquis de la page 44.1 représente la logique de cablage du moniteur hardware utilisé pour calculer $P(L, \gamma)$ sur le CPU d'un ordinateur IBM-370/158-3.

En haut du croquis, nous trouvons les adresses et les voltages des différents points du CPU où nous devons prendre des mesures.

Nous allons maintenant expliquer les cinq mesures nécessaires pour obtenir $P(L, \gamma)$.

On notera Xi, le i ème point de mesure de la figure 15.

Description des points de mesure .

X1 et X2 : servent à ne considérer que les tops d'horloge pendant lesquels le CPU est actif.

Cette mesure est prise de façon permanente.

X3 chaque fois que le CPU accède à la mémoire cache et qu'il y trouve l'information désirée.

X4 chaque fois que le CPU devra accéder en mémoire centrale pour lire de l'information qu'il n'a pas trouvée dans la mémoire cache.

X5 quand le CPU écrit en mémoire centrale.

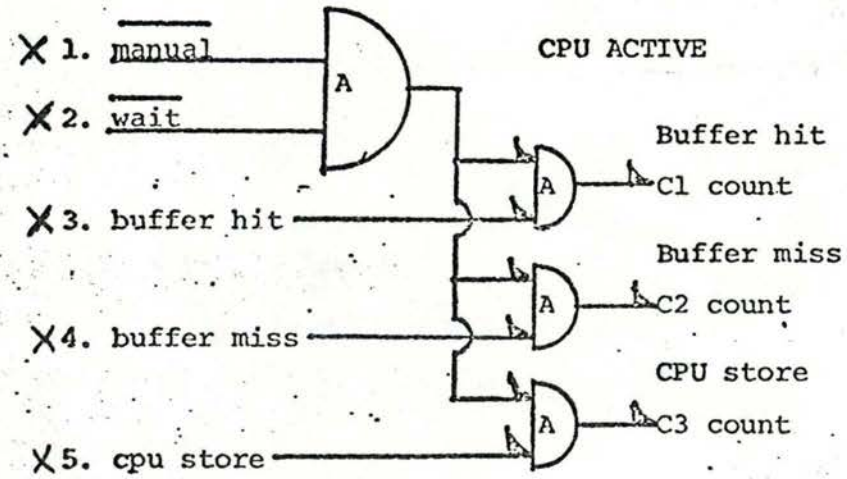
Il est nécessaire de prendre le mesure de $P(L,\gamma)$ pendant un intervalle de temps suffisament important pour nous permettre d'écrire qu'en moyenne.

$$P(\gamma) = P(L,\gamma) = P(S,\gamma) = c^{te} \quad \forall S$$

Lines necessary to obtain 370/158 CPU power measurements:

	Function	Line Name	Ald Pg.	Pin Address	Level
	manual state	-MANUAL MODE	ER3Ø2	Ø1B-B3H5-DØ9	-0.3v
	wait state	-PSW Bit 14 WS	RPØ11	Ø1B-B4P4-D1Ø	-0.3v
3.	buffer hits	-GATE BFR	ML221	Ø3A-A2L2-P12	-0.3v
4.	buffer misses	-READ SELECT BS	ML111	Ø3A-A2L2-U13	-0.3v
5.	CPU stores	-WR CPU TO PER	MLØ35	Ø3A-A2N2-S13	-0.3v

Patch Panel Logic: ——— = ON ; ——— = OFF



$$(C1 \cdot 4) + (C2 \cdot 4) + (C3 \cdot 8) = \text{CPU WORK } W(L,\gamma)$$

$$\frac{(\text{CPU WORK}) \cdot (10^{-6})}{\text{CPU ACTIVE SECONDS}} = \text{CPU POWER IN MW/SEC} = \overline{P}(L,\gamma)$$

$$\text{BUFFER HIT RATIO} = \frac{C1}{(C1) + (C2)}$$

DRAWN R.A. James 5/77
CHECKED
APPROVED
REFERENCE
CLIENT

INSTITUTE FOR SOFTWARE ENGINEERING

TITLE 370/158 CPU POWER MEAS. $\overline{P}(L,\gamma)$ (Preliminary)

SHEET 1 OF 1

Figure 15.

Des mesures ont été effectuées simultanément sur deux CPU différents dans les buts suivants :

- dégager la puissance $P(L,\delta)$ de chaque CPU

- en fonction d'un pourcentage d'augmentation de la puissance CPU promise par le constructeur, déduire la puissance du CPU le "plus puissant" et vérifier avec les observations faites au point précédent.

Les deux CPU mesures étaient :

1. IBM 370-158 modèle 3

2. IBM 370-158 modèle 3 AP(attached processor)

Le second se distincte du premier par l'adjonction d'un CPU orienté calcul.

C'est à dire qu'il n'y a qu'un seul système d'exploitation qui distribue les taches aux deux processeurs et qui gère les entrées - sorties que seul le CPU principal peut exécuter.

Si le processeur secondaire désire une entrée-sortie, il interrompt le processeur principal pour lui demander un travail.

Le système d'exploitation prendra en charge cette requête et lui donnera ensuite une autre tâche à exécuter s'il y a lieu.

Le second processeur réagit en fait comme un "périphérique" du premier.

Malheureusement, des difficultés d'ordre technique sont apparues, ne nous permettant d'obtenir que deux signaux sur les trois désirés.

Nous n'avons jamais pu obtenir le signal désigné par "BUFFER-MISS" ou X4 c.à.d. la lecture en mémoire centrale quand l'information n'a pas été trouvée dans la mémoire cache.

Il nous manquait des prises spéciales (PROBES) pour effectuer cette mesure.

En interrogant des techniciens spécialisés et en essayant de contourner la difficulté, de mauvais cablages ont été effectués et le CPU a été immobilisé pendant près de 5 heures.

Cette impasse n'a pas encore été résolue mais nous avons néanmoins soumis ce problème aux techniciens TESDATA, constructeur du moniteur hardware utilisé pour nos mesures.

Les constructeurs d'ordinateurs prévoient des points de mesure (PIN) où les valeurs suivantes sont obtenues sans difficulté.

- taux d'utilisation du CPU
- taux d'utilisation du CPU en mode problème et en mode superviseur.
- taux d'utilisation des canaux

  etc.

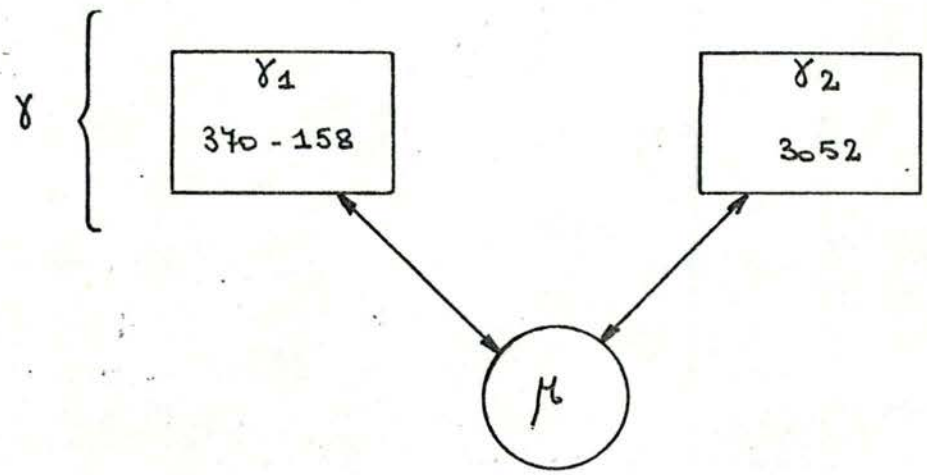
Il s'est avéré plus tard, que le point de mesure X4 était indisponible sur le matériel mesuré.

La nouveauté des mesures que nous voulions effectuer implique que les constructeurs n'ont pu encore adapter leur matériel.

Les outils précis nécessaires à l'application de software physics semblent ne pas exister encore.

Nous allons néanmoins décrire les résultats que nous avons pu obtenir.

Le CPU mesuré est donc un IBM 370-158-3-AP c.à.d. possédant un processeur supplémentaire connu sous le numéro 3052



Voici le tableau des mesures obtenues pour chacun des processeurs .

	γ_1	γ_2
Hit	-	oui
Store	-	oui
Miss	-	-
%used	oui	oui

avec $T_{\alpha}(L,\Psi) = 113{,}06$ sec

et $\gamma = \gamma_1 \cup \gamma_2$

Voici le listing correspondant à ces mesures .

```
                TESDATA SYSTEMS CORP          01/30/78

ET=       113.060 SEC     FROM=10:21:17 TO 10:23:10

ID= A1                                    VALUE          PCT

 1= CPU 158 BUSY                        9522117        84.26
 2= AP 3052 BUSY                        8337739        73.78


                TESDATA SYSTEMS CORP          01/30/78

ET=       113.060 SEC     FROM=10:21:17 TO 10:23:10

└→ Tα(L,Ψ) = 113,06 sec                   VALUE          PCT

 1   158 H                                     0
 2   CPU 158                                   0
 3   3052 H          → HIT                14347940
 4   3052 CPU        → STORE              10191764
```

Tableau 16

On peut néanmoins déduire certains résultats de ce relevé.

- $Tx(L,\gamma) = 0,7378 \times 113,06$

  $= 83,415$ sec.

- En utilisant la formule décrite en 311 et en remarquant qu'il nous manque une mesure, on obtient

  $W(L,\gamma) = \#HIT \times 4 + \#STORE \times 8 + \#MISS \times 4$

  $= 14.347940 * 4 + 10.191.764 * 8 + \#MISS \times 4$

  $= 138.925.904\ W + \#MISS \times 4$

  $= 138,925\ MW + \#MISS \times 4$

On considère en général que la mémoire cache est efficace 80 pour-cent du temps. [12]

Alors :

$$\#Miss = \frac{14.347.940}{4}$$

$$= 3.586.985 .$$

En fonction de cette hypothèse, le travail du CPU relatif au signal MISS sera de :

$Miss\text{-}work = 3.586.985 \times 4 = 14.347.840\ W$

$= 14,347\ MW .$

Et

$W(L,\gamma) = 153.273.844\ W$

$= 153,273\ MW .$

Finalement

$$P(L,\gamma) = \frac{153,273}{88,415} = 1,887\ MW/s .$$

Ceci ne nous permet pas d'émettre d'autres conclusions, puisqu'il nous manque trop d'informations.

Il est néanmoins intéressant de remarquer que l'approximation obtenue est légèrement inférieure à celle proposée par Monsieur KOLENCE lors du premier séminaire de Software Physics en Europe.

En guise de conclusion.

Cette expérience nous permet néanmoins d'émettre quelques conclusions quant à la motivation, l'utilité et la nécessité de la prise de mesures relatives à la performance d'un système informatique.

Le "monitoring" ou "Science consistant à mesurer" est un sujet qui a fait couler beaucoup d'encre et qui en fera encore couler.

Nous ne nous proposons pas ici de résoudre ce problème mais simplement de signaler le fruit de notre expérience.

La mesure de performance est une discipline exigeant beaucoup de temps en hommes et en machines.

En particulier pour nos mesures, nous pouvons résumer nos problèmes par les remarques suivantes.

Pour réaliser le cablage du moniteur hardware, il y a lieu de couper la tension de la configuration mesurée.

Le cablage peut nécessiter ainsi des périodes de plusieurs heures et immobiliser ainsi l'ordinateur.

En plus, pour réaliser des mesures valides, il est souvent nécessaire d'être seul en machine afin de bien connaître la charge d'un élément hardware en fonction d'un travail adéquatement choisi.

Il est nécessaire d'ajouter à ces deux remarques l'inconvénient d'effectuer des erreurs et des mauvais cablages pouvant ainsi retarder la mise sous tension de l'ordinateur et son passage en production.

Bref, ce travail de mesure, quoique très intéressant et permettant d'approcher de très près le fonctionnement d'une configuration, n'est pas de la vocation de n'importe quel centre informatique mais plutôt celle d'un laboratoire de recherches spécialisées ou même d'une université.

Des centres informatiques de gestion classique ne peuvent se permettre de "perdre" ainsi du temps machine au dépend de leurs applications habituelles et ne permettent en général qu'une heure ou deux de test par mois.

Ceci est regrettable dans la mesure où ils possèdent souvent de gros systèmes que la meilleur connaissance de ceux-ci permettent parfois de rendre plus performants .

---

314. Evaluation de P(L, γ) par Benchmark .

Ce procédé consiste à créer des programmes échantillons dont on peut manuellement calculer le travail, les faire exécuter, mesurer leurs temps d'exécution et donc calculer P(L, γ) pour cette unité software.

Nous avons choisi une dizaine d'instructions du langage d'assemblage que nous avons tour à tour exécuté plusieurs milliers de fois.

Le temps d'exécution a été mesuré par un moniteur software IBM connu sous le nom de SMF. (System management facilities, [20].)

Cette technique a l'avantage de ne pas nécessiter de moniteur hardware et ainsi de contourner pas mal de difficultés.

Par contre, ne connaissant pas le pourcentage d'occurence de chacune des instructions analysées, nous ne pouvons pas donner une moyenne pondérée de la puissance du CPU.

Nous n'en donnerons donc qu'une moyenne arithmétique, laquelle se rapproche très fort de la valeur de 6,7 Mw/s qui serait selon Monsieur KOLENCE l'ordre de grandeur de P(L, γ-370-168-3) .

Nous donnons à la page suivante le tableau des résultats obtenus ainsi que quelques exemples et procédures de calcul.

RESULTATS DES BENCHMARKS EN VUE DE CALCULER P(L, γ -158-3)				
Instruction	W(L, γ) Mw	Tx(L, γ) sec		P(L, γ) Mw/s
		Test n° 1	Test n° 2	
MVC	43,023	5,26	5,41	8,179
EX	46,096	7,07	-	6,51
LA	143,48	28,05	28,24	5,115
ST	24,588	4,23	4,30	5,812
AP	21,204	5,2	-	4,077
CP	67,61	17,36	17,2	3,93
CVD	36,88	8,96	8,96	4,116
STM	208,968	28,71	29,52	7,278
SLDL	12,296	3,83	3,84	3,21
B	6,148	1,44	-	4,269
NOP	6,148	0,97	-	5,968

Tableau 17 .

La moyenne arithmétique de P(L,γ) est de 5,315 Mw/s .

La valeur de P(L, γ) est vraiment très proche de celle indiquée par Monsieur KOLENCE, qui était de 6,7 Mw/s.

Cette différence constatée entre ces deux valeurs peut être due aux facteurs suivants :

- nous ne respectons pas la composition de la charge de travail en prenant la moyenne arithmétique des P(L,γ).
- Les chiffres donnés sont fonctions de la longueur des opérants.

  La même instruction exécutée avec des opérants plus longs ne donne pas toujours les mêmes résultats.
- Nous n'avons pas évalué P(L,γ) pour toutes les instructions du langage d'assemblage.

Conclusions.

Nous avons voulu montrer en utilisant cette démarche qu'il était possible d'obtenir des résultats intéressants et contourner ainsi les difficultés occasionnées par l'utilisation du moniteur hardware.

Il nous reste maintenant à montrer quelques exemples de ces programmes et à indiquer les calculs effectués afin de déduire $P(L,\gamma)$.

Les listings et calculs concernant les autres tests sont disponibles pour tous renseignements complémentaires.

Exemple n° 1 : Add decimal.

Le programme est construit comme suit :

```
                LOOP        EQU     *
                            AP      CTR,=P'1'
300 fois        3073 fois
                            BCT     10, LOOP

                CTR         DC      PL8'0'
```

Sachant que la longueur de l'instruction AP est de 8 octets et celle du BCT étant de 4 octets alors :

$$W(L,\gamma) = 300 \times \left(4 + 3073 \times (6 + 8 + 8 + 1) \right)$$
$$= 21{,}204 \text{ Mw}$$

Pour le travail du CPU, il faut savoir que l'instruction add décimal est constituée des phases suivantes :

FETCH	opérant 1 :	8 octets
FETCH	opérant 2 :	1 octet
STORE	opérant 1 :	8 octets

Exemple n° 2 : LOAD REGISTER.

```
                LOOP        EQU     *
20.000 fois     3585 x      LR      7,8

                            BCT     10, LOOP
```

Si la longueur de l'instruction LR est de 2 octets

Alors :

$$W(L,\gamma) = 20.000 \times \left(4 + 3585 \times 2 \right) = 143{,}48 \text{ Mw.}$$

```
IEF285I   SGB.SGBLIB                                    KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF285I   PRIV04.SYSCTLG                                KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF373I STEP /LKED    / START 78093.1443
IEF374I STEP /LKED    / STOP  78093.1443 CPU    0MIN 01.40SEC SRB    0MIN 00.06SEC VIRT   260K SYS   264K
IEF236I ALLOC. FOR EQ11F GO TCPU
IEF237I 135  ALLOCATED TO PGM=*.DD
IEF237I 150  ALLOCATED TO STEPLIB
IEF237I 150  ALLOCATED TO SYS00086
IEF142I EQ11F GO TCPU - STEP WAS EXECUTED - COND CODE 6120
IEF285I   SYS78093.T144208.RA000.EQ11F.GOSET            KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= WORK01.
IEF285I   SGB.SGBLIB                                    KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF285I   PRIV04.SYSCTLG                                KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF373I STEP /GO      / START 78093.1443
IEF374I STEP /GO      / STOP  78093.1444 CPU    0MIN 05.20SEC SRB    0MIN 00.00SEC VIRT    28K SYS   148K
IEF237I 135  ALLOCATED TO SYS00001
IEF285I   SYS78093.T144403.RA000.EQ11F.R0000001         KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= WORK01.
IEF285I   SYS78093.T144208.RA000.EQ11F.GOSET            DELETED
IEF285I   VOL SER NOS= WORK01.
IEF375I  JOB /EQ11F   / START 78093.1442
IEF376I  JOB /EQ11F   / STOP  78093.1444 CPU    0MIN 29.97SEC SRB    0MIN 00.63SEC
```

ADD DECIMAL .

```
  LOC  OBJECT CODE    ADDR1 ADDR2  STMT   SOURCE STATEMENT                    ASM 0201 14.42 04/03/78
000000                             1 TCPU     CSECT                                                  00000010
000000 90EC D00C      0000C        2          STM   14,12,12(13)                                      00000020
000004 0530                        3          BALR  3,0                                             00000030
                             00006 4          USING *,3,4,5,6,7,8,9                                  00000040
000006 4143 0FFF      00FFF        5          LA    4,4095(3)                                        00000050
00000A 4144 0001      00001        6          LA    4,1(4)                                           00000060
00000E 4154 0FFF      00FFF        7          LA    5,4095(4)                                        00000070
000012 4155 0001      00001        8          LA    5,1(5)                                           00000080
000016 4165 0FFF      00FFF        9          LA    6,4095(5)                                        00000090
00001A 4166 0001      00001       10          LA    6,1(6)                                           00000100
00001E 4176 0FFF      00FFF       11          LA    7,4095(6)                                        00000110
000022 4177 0001      00001       12          LA    7,1(7)                                           00000120
000026 4187 0FFF      00FFF       13          LA    8,4095(7)                                        00000130
00002A 4188 0001      00001       14          LA    8,1(8)                                           00000140
00002E 4198 0FFF      00FFF       15          LA    9,4095(8)                                        00000150
000032 4199 0001      00001       16          LA    9,1(9)                                           00000160
000036 41C0 7A5A      04A60       17          LA    12,SAVE                                          00000170
00003A 50CD 0008      00008       18          ST    12,8(13)                                         00000180
00003E 50DC 0004      00004       19          ST    13,4(12)                                         00000190
000042 18DC                       20          LR    13,12                                            00000200
000044 58A0 7AAA      04AB0       21          L     10,=F'300'                                       00000210
000048 48B0 7AAE      04AB4       22          LH    11,=H'256'                                       00000215
                                  23 ****************************************                       00000220
                             0004C 24 LOOP    EQU   *                                                00000230
00004C FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 25          AP    CTR,=P'1'                                        00000240
000052 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 26          AP    CTR,=P'1'                                        00000250
000058 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 27          AP    CTR,=P'1'                                        00000260
00005E FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 28          AP    CTR,=P'1'                                        00000270
000064 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 29          AP    CTR,=P'1'                                        00000280
00006A FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 30          AP    CTR,=P'1'                                        00000290
000070 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 31          AP    CTR,=P'1'                                        00000300
000076 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 32          AP    CTR,=P'1'                                        00000310
00007C FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 33          AP    CTR,=P'1'                                        00000320
000082 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 34          AP    CTR,=P'1'                                        00000330
000088 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 35          AP    CTR,=P'1'                                        00000340
00008E FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 36          AP    CTR,=P'1'                                        00000350
000094 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 37          AP    CTR,=P'1'                                        00000360
00009A FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 38          AP    CTR,=P'1'                                        00000370
0000A0 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 39          AP    CTR,=P'1'                                        00000380
0000A6 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 40          AP    CTR,=P'1'                                        00000390
0000AC FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 41          AP    CTR,=P'1'                                        00000400
0000B2 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 42          AP    CTR,=P'1'                                        00000410
0000B8 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 43          AP    CTR,=P'1'                                        00000420
0000BE FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 44          AP    CTR,=P'1'                                        00000430
0000C4 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 45          AP    CTR,=P'1'                                        00000440
0000CA FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 46          AP    CTR,=P'1'                                        00000450
0000D0 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 47          AP    CTR,=P'1'                                        00000460
0000D6 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 48          AP    CTR,=P'1'                                        00000470
0000DC FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 49          AP    CTR,=P'1'                                        00000480
0000E2 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6 50          AP    CTR,=P'1'                                        00000490
```

```
  LOC  OBJECT CODE    ADDR1 ADDR2  STMT   SOURCE STATEMENT                    ASM 0201 14.42 04/03/78
004738 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3051          AP    CTR,=P'1'                                00030500
00473E FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3052          AP    CTR,=P'1'                                00030510
004744 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3053          AP    CTR,=P'1'                                00030520
00474A FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3054          AP    CTR,=P'1'                                00030530
004750 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3055          AP    CTR,=P'1'                                00030540
004756 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3056          AP    CTR,=P'1'                                00030550
00475C FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3057          AP    CTR,=P'1'                                00030560
004762 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3058          AP    CTR,=P'1'                                00030570
004768 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3059          AP    CTR,=P'1'                                00030580
00476E FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3060          AP    CTR,=P'1'                                00030590
004774 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3061          AP    CTR,=P'1'                                00030600
00477A FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3062          AP    CTR,=P'1'                                00030610
004780 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3063          AP    CTR,=P'1'                                00030620
004786 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3064          AP    CTR,=P'1'                                00030630
00478C FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3065          AP    CTR,=P'1'                                00030640
004792 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3066          AP    CTR,=P'1'                                00030650
004798 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3067          AP    CTR,=P'1'                                00030660
00479E FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3068          AP    CTR,=P'1'                                00030670
0047A4 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3069          AP    CTR,=P'1'                                00030680
0047AA FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3070          AP    CTR,=P'1'                                00030690
0047B0 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3071          AP    CTR,=P'1'                                00030700
0047B6 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3072          AP    CTR,=P'1'                                00030710
0047BC FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3073          AP    CTR,=P'1'                                00030720
0047C2 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3074          AP    CTR,=P'1'                                00030730
0047C8 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3075          AP    CTR,=P'1'                                00030740
0047CE FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3076          AP    CTR,=P'1'                                00030750
0047D4 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3077          AP    CTR,=P'1'                                00030760
0047DA FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3078          AP    CTR,=P'1'                                00030770
0047E0 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3079          AP    CTR,=P'1'                                00030780
0047E6 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3080          AP    CTR,=P'1'                                00030790
0047EC FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3081          AP    CTR,=P'1'                                00030800
0047F2 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3082          AP    CTR,=P'1'                                00030810
0047F8 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3083          AP    CTR,=P'1'                                00030820
0047FE FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3084          AP    CTR,=P'1'                                00030830
004804 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3085          AP    CTR,=P'1'                                00030840
00480A FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3086          AP    CTR,=P'1'                                00030850
004810 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3087          AP    CTR,=P'1'                                00030860
004816 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3088          AP    CTR,=P'1'                                00030870
00481C FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3089          AP    CTR,=P'1'                                00030880
004822 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3090          AP    CTR,=P'1'                                00030890
004828 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3091          AP    CTR,=P'1'                                00030900
00482E FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3092          AP    CTR,=P'1'                                00030910
004834 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3093          AP    CTR,=P'1'                                00030920
00483A FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3094          AP    CTR,=P'1'                                00030930
004840 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3095          AP    CTR,=P'1'                                00030940
004846 FA70 7AA2 7AB0 04AA8 04AB6  3096          AP    CTR,=P'1'                                00030950
                                   3097 **********************************************          00030960
00484C 46A0 3046      0004C        3098          BCT   10,LOOP                                  00030970
004850 58DD 0004      00004        3099          L     13,4(13)                                 00030980
004854 98EC D00C      0000C        3100          LM    14,12,12(13)                             00030990
```

```
  LOC  OBJECT CODE    ADDR1 ADDR2  STMT   SOURCE STATEMENT                ASM 0201 14.42 04/03/78
004858 07FE                       3101           BR    14                                00031000
00485A D2FF 785A 795A 04860 04960 3102 MOVE MVC   Z1,Z2                               00031010
004860 4040404040404040           3103 Z1        DC    CL256' '                        00031020
004960 4040404040404040           3104 Z2        DC    CL256' '                        00031030
004A60                            3105 SAVE      DS    18F                             00031040
004AA8 000000000000000C           3106 CTR       DC    PL8'0'                          00031045
                                  3107           END                                   00031050
004AB0 0000012C                   3108                  =F'300'
004AB4 0100                       3109                  =H'256'
004AB6 1C                         3110                  =P'1'
```

```
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF285I   PRIV04.SYSCTLG                                KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF373I STEP /LKED     / START 78090.1517
IEF374I STEP /LKED     / STOP  78090.1518 CPU     0MIN 01.17SEC SRB     0MIN 00.13SEC VIRT    260K SYS    228K
IEF236I ALLOC. FOR EQ110 GO TCPU
IEF237I 137  ALLOCATED TO PGM=*.DD
IEF237I 152  ALLOCATED TO STEPLIB
IEF237I 152  ALLOCATED TO SYS00031
IEF237I JES2 ALLOCATED TO SYSPRINT
IEF142I EQ110 GO TCPU - STEP WAS EXECUTED - COND CODE 5112
IEF285I   SYS78090.T151531.RA000.EQ110.GOSET            KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= WORK06.
IEF285I   SGB.SGBLIB                                    KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF285I   PRIV04.SYSCTLG                                KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= PRIV04.
IEF285I   JES2.JOB00010.S00104                          SYSOUT
IEF373I STEP /GO       / START 78090.1518
IEF374I STEP /GO       / STOP  78090.1520 CPU     0MIN 28.05SEC SRB     0MIN 00.02SEC VIRT     16K SYS    184K
IEF237I 137  ALLOCATED TO SYS00001
IEF285I   SYS78090.T152047.RA000.EQ110.R0000001         KEPT
IEF285I   VOL SER NOS= WORK06.
IEF285I   SYS78090.T151531.RA000.EQ110.GOSET            DELETED
IEF285I   VOL SER NOS= WORK06.
IEF375I  JOB /EQ110    / START 78090.1515
IEF376I  JOB /EQ110    / STOP  78090.1520 CPU     0MIN 41.60SEC SRB     0MIN 00.75SEC
```

LOAD REGISTER .

```
  LOC  OBJECT CODE    ADDR1 ADDR2  STMT   SOURCE STATEMENT                    ASM 0201 15.15 03/31/78
000000                             1 TCPU     CSECT                                          00000010
000000 90EC D00C      0000C        2          STM   14,12,12(13)                            00000020
000004 0530                        3          BALR  3,0                                     00000030
                            00006  4          USING *,3,4,5,6,7,8,9                        00000040
000006 4143 0FFF      00FFF        5          LA    4,4095(3)                              00000050
00000A 4144 0001      00001        6          LA    4,1(4)                                 00000060
00000E 4154 0FFF      00FFF        7          LA    5,4095(4)                              00000070
000012 4155 0001      00001        8          LA    5,1(5)                                 00000080
000016 4165 0FFF      00FFF        9          LA    6,4095(5)                              00000090
00001A 4166 0001      00001       10          LA    6,1(6)                                 00000100
00001E 4176 0FFF      00FFF       11          LA    7,4095(6)                              00000110
000022 4177 0001      00001       12          LA    7,1(7)                                 00000120
000026 4187 0FFF      00FFF       13          LA    8,4095(7)                              00000130
00002A 4188 0001      00001       14          LA    8,1(8)                                 00000140
00002E 4198 0FFF      00FFF       15          LA    9,4095(8)                              00000150
000032 4199 0001      00001       16          LA    9,1(9)                                 00000160
000036 41C0 4C52      01C58       17          LA    12,SAVE                                00000170
00003A 50CD 0008      00008       18          ST    12,8(13)                               00000180
00003E 50DC 0004      00004       19          ST    13,4(12)                               00000190
000042 18DC                       20          LR    13,12                                  00000200
000044 58A0 4E9A      01EA0       21          L     10,=F'20000'                           00000210
                                  22 **********************************                   00000220
                            00048 23 LOOP     EQU   *                                      00000225
000048 1878                       24          LR    7,8                                    00000230
00004A 1878                       25          LR    7,8                                    00000240
00004C 1878                       26          LR    7,8                                    00000250
00004E 1878                       27          LR    7,8                                    00000260
000050 1878                       28          LR    7,8                                    00000270
000052 1878                       29          LR    7,8                                    00000280
000054 1878                       30          LR    7,8                                    00000290
000056 1878                       31          LR    7,8                                    00000300
000058 1878                       32          LR    7,8                                    00000310
00005A 1878                       33          LR    7,8                                    00000320
00005C 1878                       34          LR    7,8                                    00000330
00005E 1878                       35          LR    7,8                                    00000340
000060 1878                       36          LR    7,8                                    00000350
000062 1878                       37          LR    7,8                                    00000360
000064 1878                       38          LR    7,8                                    00000370
000066 1878                       39          LR    7,8                                    00000380
000068 1878                       40          LR    7,8                                    00000390
00006A 1878                       41          LR    7,8                                    00000400
00006C 1878                       42          LR    7,8                                    00000410
00006E 1878                       43          LR    7,8                                    00000420
000070 1878                       44          LR    7,8                                    00000430
000072 1878                       45          LR    7,8                                    00000440
000074 1878                       46          LR    7,8                                    00000450
000076 1878                       47          LR    7,8                                    00000460
000078 1878                       48          LR    7,8                                    00000470
00007A 1878                       49          LR    7,8                                    00000480
00007C 1878                       50          LR    7,8                                    00000490
```

```
 LOC  OBJECT CODE    ADDR1 ADDR2  STMT   SOURCE STATEMENT                                00036000
001C3A 1878                      3601           LR     7,8                              00036010
001C3C 1878                      3602           LR     7,8                              00036020
001C3E 1878                      3603           LR     7,8                              00036030
001C40 1878                      3604           LR     7,8                              00036040
001C42 1878                      3605           LR     7,8                              00036050
001C44 1878                      3606           LR     7,8                              00036060
001C46 1878                      3607           LR     7,8                              00036070
                                 3608 **********************                          00036080
001C48 46A0 3042      00048      3609           BCT    10,LOOP                          00036090
001C4C 58DD 0004      00004      3610           L      13,4(13)                         00036100
001C50 98EC D00C      0000C      3611           LM     14,12,12(13)                     00036110
001C54 07FE                      3612           BR     14                               00036120
001C58                           3613 SAVE      DS     18F                              00036130
001CA0                           3614 Z1        DS     CL256                            00036140
001DA0                           3615 Z2        DS     CL256                            00036150
                                 3616           END                                     00036160
001EA0 00004E20                  3617                   =F'20000'
```

315. Calcul de la puissance du CPU par moniteur software .

Cette technique n'est généralement pas utilisée pour calibrer une configuration mais plutôt pour estimer et vérifier le comportement dans le temps de cette configuration.

Choisir un moniteur software est une tâche très difficile.

Ils sont en général adaptés à un type de mesure et donc inadaptés à d'autres.

Nous ne possédons jamais ou rarement la source ou une documentation technique de ces moniteurs et nous n'en connaissons donc pas le fonctionnement exact.

Envisageons le cas d'un moniteur software procédant par échantillonnage.

La période d'échantillonnage et l'intervalle entre deux mesures successives sont à spécifier par l'utilisateur comme paramètres du moniteur.

A chaque fin d'intervalle, le moniteur interrompt le CPU et prend le contrôle afin d'aller collecter des informations dans les blocs de contrôle du système d'exploitation.

Il va entre autre rechercher la dernière instruction exécutée et le nom du programme auquel appartient cette instruction.

Il calcule alors W (instruction, γ) en analysant le code opératoire et la longueur des opérants spécifiés dans l'instruction.

Ce procédé nécessite que l'on connaisse Tx(instr, γ). En général, les constructeurs fournissent des mesures précises permettant de calculer les temps d'exécution de toutes les instructions appartenant au langage machine du CPU fournit.

Notons par :

S : l'US analysée

NB : procédé identique pour plusieurs US et pour l'ØS.

$W(S,\gamma)$ le travail que nous voulons mesurer

$Tac(S,\gamma)$ le temps nécessaire pour effectuer le travail $W(S,\gamma)$

$W_1(S,\gamma)$ le travail calculé au moment de l'interruption par le moniteur.

$Tx_1(S,\gamma)$ le temps relatif à $W_1(S,\gamma)$

Alors nous supposons que :

$$\frac{W_1(S,\gamma)}{W(S,\gamma)} = \frac{Tx_1(S,\gamma)}{Tac(S,\gamma)}$$

ou encore : $P_1(S,\gamma) = P(S,\gamma)$

Cette hypothèse nous est déjà connue puisque nous supposons que pour tout S représentant une charge moyenne,

$P(\gamma) = P(L,\gamma) = P(S,\gamma) =$ constante. [cfr 3.1.3]

et $W(S,\gamma) = \frac{Tac(S,\gamma)}{Tx_1(S,\gamma)} \cdot W_1(S,\gamma)$

Il reste à calculer $Tx(S,\gamma)$.

Cette valeur est donnée par moniteur software de type évènement si S n'est pas le système d'exploitation.

Dans le cas contraire, il y a encore lieu d'utiliser la technique d'échantillonnage.

Si : S est le système d'exploitation

Posons : $N(S, \gamma)$ est le nombre d'interruptions qui se produisent quand S possède le CPU

et $N(L, \gamma)$ le nombre total d'interruption.

Alors on suppose encore que :

$$\frac{N(S,\gamma)}{N(L,\gamma)} = \frac{Tx(S,\gamma)}{Tx(L,\gamma)}$$

et $$Tx(S,\gamma) = Tx(L,\gamma) \cdot \frac{N(S,\gamma)}{N(L,\gamma)}$$

$Tx(L,\gamma)$ est déterminé par moniteur hardware .

$N(L, \gamma)$ doit être suffisamment grand.

Finalement :

$$W(S,\gamma) = Tx(L,\gamma) \cdot \frac{N(S,\gamma)}{N(L,\gamma)} \cdot \frac{W_a(S,\gamma)}{Tx_1(S,\gamma)}$$

Conclusions .

On remarque que ce procédé est loin d'être simple.

Beaucoup d'erreurs d'estimation peuvent se glisser dans notre calcul et il est nécessaire de déterminer un intervalle de confiance de cette mesure.

32. Les processeurs d'entrée-sortie

Les calculs de puissance seront différents selon que l'on envisage le processeur d'entrée-sortie proprement dit ou le canal qui supervise le processeur.

Cette discussion nécessitera alors deux démarches différentes que nous développerons successivement.

321. Puissance des périphériques .

3211. La puissance d'un périphérique bande .

La démarche que nous allons exposer est assez simple mais il y a lieu de bien connaître le fonctionnement du périphérique considéré.

Nous allons décomposer une action E/S en phases bien distinctes pour lesquelles nous calculerons le travail effectué et le temps d'exécution.

Il est à noter que la méthode utilisée est standard et ne subit que quelques transformations en fonction du mode de travail du processeur considéré.

Il est aussi nécessaire de préciser ce que nous entendons par action d'entrée-sortie.

Nous considérons toutes les actions réellement nécessaires à l'utilisateur.

Par exemple, nous excluons des rebobinages de bande, le formattage d'un disque ou d'une piste, la relecture d'un enregistrement pour vérification etc.

Une opération de lecture ou d'écriture sur bande est décomposée en 4 phases bien distinctes, correspondant à la répartition des informations sur la bande.

Nous noterons t1, t2, t3 et t4 les temps de traitements par l'armoire à bande de ces quatre phases.

Nous allons maintenant décrire ces différents traitements et en évaluer les durées.

Ces quatre phases sont les suivantes :

IRG : Inter record gap.

BOR : Beginning of record.

Une zone de longueur et de contenu fixé indique le début de l'enregistrement.

Entre 2 enregistrements se trouvent des informations utiles qui sont nécessaires au bon fonctionnement du périphérique ex : numéro de l'enregistrement.

action : READ ou WRITE.

La longueur est fixée par l'utilisateur.

EOR : End of record.

Comme BOR mais termine l'enregistrement.

Il reste maintenant à calculer t1, t2, t3 et t4.

Ces différents temps sont fonctions de deux caractéristiques techniques du processeur envisagé.

Ces deux facteurs sont :

- la densité d'information sur la bande.
- la vitesse de défilement de la bande devant la tête de lecture-écriture.

Ce dernier point introduit la notion du nombre maximum d'octets que le processeur peut transférer en une unité de temps. (une seconde).

Cette valeur sera notée MBTR pour "maximum byte transfer rate".

Prenons un exemple.

Soit l'armoire à bande IBM modèle 3420-7. [20,21]

Ses caractéristiques techniques sont :

MBTR = 320 K-octets/sec

densité d'information : 1600 bpi

Calculons t1.

l'IRG consiste en une zone de 0,6 inch
(1 inch = 1 pouce = 25,4 mm).

La vitesse de défilement est donc de :

$$v_{déf} = \frac{320.000}{1600} = 200 \text{ inch/sec}$$

Alors $t1 = \frac{0,6}{200} = 0,003$ sec

Si le BOR et le EOR sont des zones longues chacunes de 41 octets et si la longueur de l'enregistrement écrit ou lu est de W alors :

$$t2 + t3 + t4 = \frac{W + 82}{320000}$$

Le temps total de traitement pour un bloc physique sera donc de

$$Tx(L,\delta) = 0,003 + \frac{W + 82}{320.000} \quad \text{sec.}$$

Finalement la puissance de cette armoire à bande s'exprime par :

$$P(L,\delta\text{-}3420\text{-}7) = \frac{W}{0,003 + \frac{W+82}{320.000}} \quad W/s$$

$$= \frac{W}{3 + \frac{W+82}{320}} \quad Kw/s$$

Remarque

$$\lim_{W \to \infty} P(L,\delta) = \lim_{W \to \infty} \frac{W}{3 + \frac{W+82}{320}} = \lim_{W \to \infty} \frac{320}{1 + \frac{1042}{W}}$$

$$= 320 \text{ Kw/s}$$

320 Kw/s est appelé la puissance asymptotique de cette armoire à bande qui vaut donc MBTR.

Plus la taille du bloc croit, plus la puissance est importante.

Il est alors normal de parler de pourcentage d'efficacité de la taille du bloc, défini comme suit

$$\% \text{ blocksize efficiency} = \frac{P(L,\delta)}{MBTR} \cdot 100$$

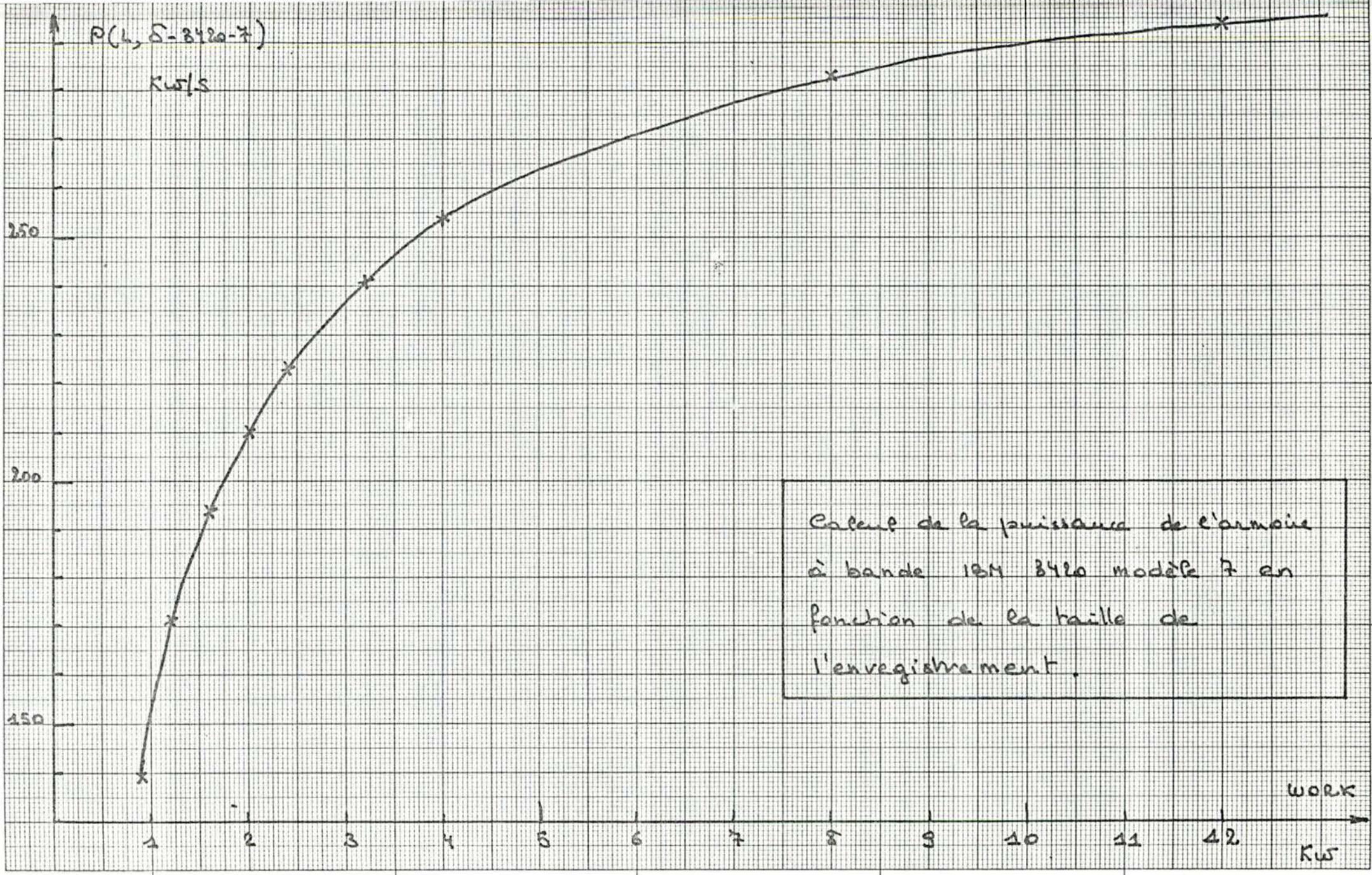
Une courbe ainsi que différentes valeurs de P(L,δ-3420-7)

sont données ci-dessous.

Calcul de P(L,δ-3420-7) en fonction de W .

W	Tx(L,δ) 10 sec	P(L,δ) Kw/s	% blocksize efficiency
800	5,75	138,9	43,40
1.200	7,006	171,2	55,35
1.600	8,256	193,7	60,53
2.000	9,506	210,3	65,71
2.400	10,756	223,1	69,71
3.200	13,256	241,3	75,40
4.000	15,756	253,8	79,31
8.000	28,256	283,1	88,46
12.000	40,756	294,4	92,00

Ces résultats seront réutilisés ultérieurement dans nos tests pratiques.



Calcul de la puissance de l'armoire à bande IBM 3420 modèle 7 en fonction de la taille de l'enregistrement.

Figure 18 .

3212. La puissance d'un périphérique disque .

Bien que semblable, le calcul de la puissance d'un périphérique disque peut parfois être beaucoup plus compliqué.

Il y a lieu de bien connaître le fonctionnement du disque.

L'opération E/S doit également être décomposée en phases bien distinctes pour lesquelles il est nécessaire de connaître les travaux et les temps respectifs.

Nous aurons également quatre phases bien distinctes.

- seek
- search
- action ou read/write
- terminaison.

La phase de terminaison consiste en actions complémentaires que le périphérique disque pourrait exécuter après l'action.

ex : - après avoir écrit le dernier enregistrement sur une piste, le périphérique peut écrire des zéros binaires jusqu'à la fin de la piste afin d'éviter des erreurs éventuelles.

- Les opérations de vérification que le périphérique est susceptible de faire.

etc.

Nous noterons t1, t2, t3 et t4 les temps de traitement par le périphérique disque de ces quatre phases.

Dans une première étape, nous n'envisagerons que les disques fonctionnent sans le dispostif RPS.
(RPS : Rotationnel positionning sensing , cfr [16,17,18,19]).

Ce dispositif permet au périphérique disque de se déconnecter plus longtemps du canal afin d'augmenter la puissance de ce canal.

Exemple.

Soit un périphérique disque IBM modèle 3330 [cfr 16,17]

Les caractéristiques techniques sont les suivantes :

MBTR : 806 K-octets/sec

temps de rotation : $16{,}66 * 10^{-3}$ sec.

(3600 tours par minute)

temps moyen de SEARCH : $8{,}33 * 10^{-3}$ sec

min (seek) = 10 ms

max (seek) = 55 ms

le temps moyen de seek est de 30 ms.

NB.

Il sera parfois nécessaire de mesurer pratiquement le temps de seek.

En effet, ce temps est fonction de la disposition des fichiers et des enregistrements sur le disque.

Le temps moyen, donné par le constructeur, nous donnera des résultats satisfaisants et nous n'avons pas jugé utile de faire cette mesure.

Calcul de P(L,δ-3330).

t1 = 30 ms

t2 = 8,33 ms

$t3 = \frac{W}{MBTR}$

t4 est à observer pratiquement.

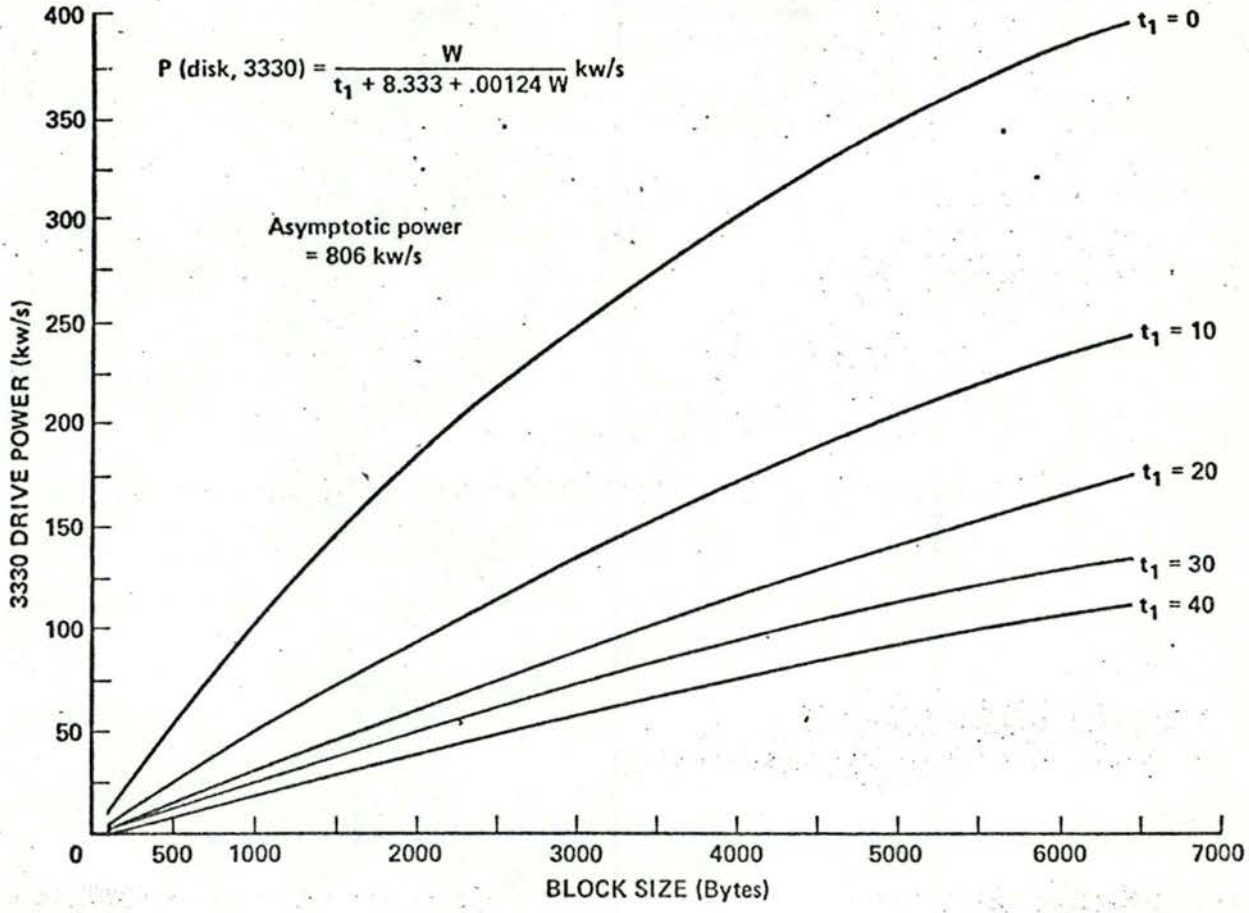
Il est évident qu'il soit nécessaire que t4 = 0 pour obtenir la puissance maximale.

Finalement

$$P(L, \delta - 3330) = \frac{W}{0{,}030 + 0{,}000\,833 + \frac{W}{806.00}} \text{ W/s}$$

$$= \frac{W}{38{,}38 + \frac{W}{806}} \text{ Kw/s}$$

Le tableau page 64.1 nous donne différentes valeurs de $P(L, \delta - 3330)$ en fonction de W et de t_1



• TABULAR VALUES: $\overline{P}$ (disk, 3330) = $\frac{W}{t_1 + 8.333 + .00124\,W}$ kw/s

Block Size (Bytes)	Non-Seek Executive Time (10^{-3} sec)	3330 Disk Drive Absolute Power (kw/s) Seek times in 10^{-3} seconds				
		$t_1 = 0$	$t_1 = 10$	$t_1 = 20$	$t_1 = 30$	$t_1 = 40$
80	8.43	9.5	4.3	2.8	2.1	1.7
256	8.65	29.6	13.7	8.9	6.6	5.3
512	8.97	57.1	27.0	17.7	13.1	10.5
1024	9.60	106.7	52.2	34.6	25.9	20.6
2048	10.87	188.4	93.6	66.3	50.1	40.3
4096	13.41	305.4	175.0	122.6	94.4	76.7
6447	16.33	394.8	244.9	177.5	139.2	114.5
13,030	24.29	536.4	391.4	294.2	240.0	202.7

• PERCENT BLOCK SIZE EFFICIENCY = $\overline{P}$ (disk, 3330) ÷ 806 kw/s

Block Size (Bytes)	% Block Size Efficiency as a function of seek time				
	$t_1 = 0$	$t_1 = 10$	$t_1 = 20$	$t_1 = 30$	$t_1 = 40$
80	1.18	0.53	0.34	0.26	0.21
256	3.67	1.70	1.11	0.82	0.66
512	7.08	3.35	2.20	1.63	1.31
1024	13.23	6.48	4.29	3.21	2.56
2048	23.37	11.61	8.23	6.22	5.00
4090	37.89	21.71	15.21	11.71	9.52
6447 (half track)	48.98	30.38	22.02	17.27	14.21
13,030 (full track)	66.55	48.56	36.50	29.78	25.15

Power Curves for IBM 3330 Disk Drives, Type 2 or 3 Modes of Operation

Figure 19 .

Le_dispositif_RPS_(Rotationnel_positionning_sensing).

Ce dispositif, comme nous l'étudierons ultérieurement, permet en fait d'augmenter la puissance du canal qui supervise des unités disques munies de ce système.

Il n'y a qu'une seule différence entre le disque déjà étudié et le disque RPS.

Chaque piste du disque est divisée en secteur.

Le SEARCH, action qui consiste à trouver l'enregistrement sur la piste, s'exécute en deux étapes.

La première consiste à localiser le secteur précédant celui sur lequel l'action de lecture-écriture doit être faite.

Dès cette action lancée , (SETSECTOR) par le canal, celui-ci se déconnecte afin de travailler sur une autre unité.

Quand le secteur désiré est trouvé, le périphérique disque prévient le canal qu'il est prêt à continuer.

Si à cet instant, le canal est libre, la deuxième phase du SEARCH peut s'exécuter, c.à.d. localisation du secteur désiré et passage à l'action de lecture-écriture proprement dite.

Si le canal n'est pas libre, l'unité disque réinitialise automatiquement un SETSECTOR, c.à.d. qu'il attend une rotation avant de réitérer le processus.

Les deux phases du SEARCH sont notées SEARCH(1) et SEARCH(2).

Formellement, nous dirons que le périphérique disque est en exécution pendant le SEARCH(1) si la phase suivante est un SEARCH(2).

Soient t21 et t22 les temps que nécessitent l'exécution de ces deux phases.
De part la définition précédente, on peut écrire que :

$$t2 = t21 + t22$$

c.à.d. que le périphérique disque possédant le RPS n'est pas plus puissant qu'un autre ne le possédant pas.

Nous verrons dans la section consacrée aux canaux, l'augmentation de puissance du canal due au RPS.

---

322. La puissance des canaux.

3221. Introduction.

En général, nous ne calculerons pas la puissance du processeur d'un périphérique sauf si on veut étudier un aspect bien particulier de ce périphérique.

En pratique, nous attacherons beaucoup plus d'importance aux calculs de puissance d'une configuration - canal.

Pour cela, nous devrons différencier et classer les canaux en fonction de leur mode de fonctionnement.

Nous distinguerons les modes suivants :

Mode 1 : utilisé pour des périphériques bandes.

Mode 2 : pour des périphériques disques ne fonctionnant pas avec RPS

Mode 3 : pour les périphériques disques fonctionnant avec RPS

Mode 4 : pour les canaux supportant des imprimantes, des terminaux et en général, des périphériques lents.

NB : De part la limitation que nous nous sommes données, les canaux de type 4 ne seront pas explicités.

Rappelons que nous n'envisageons que le CPU et les processeurs disques et bandes.

La démarche pour ces canaux sera d'ailleurs semblables à celles que nous exposerons pour les trois premiers modes.

Pour visualiser le mode de fonctionnement des différents canaux, nous allons utiliser des graphes d'états d'entrée-sortie.

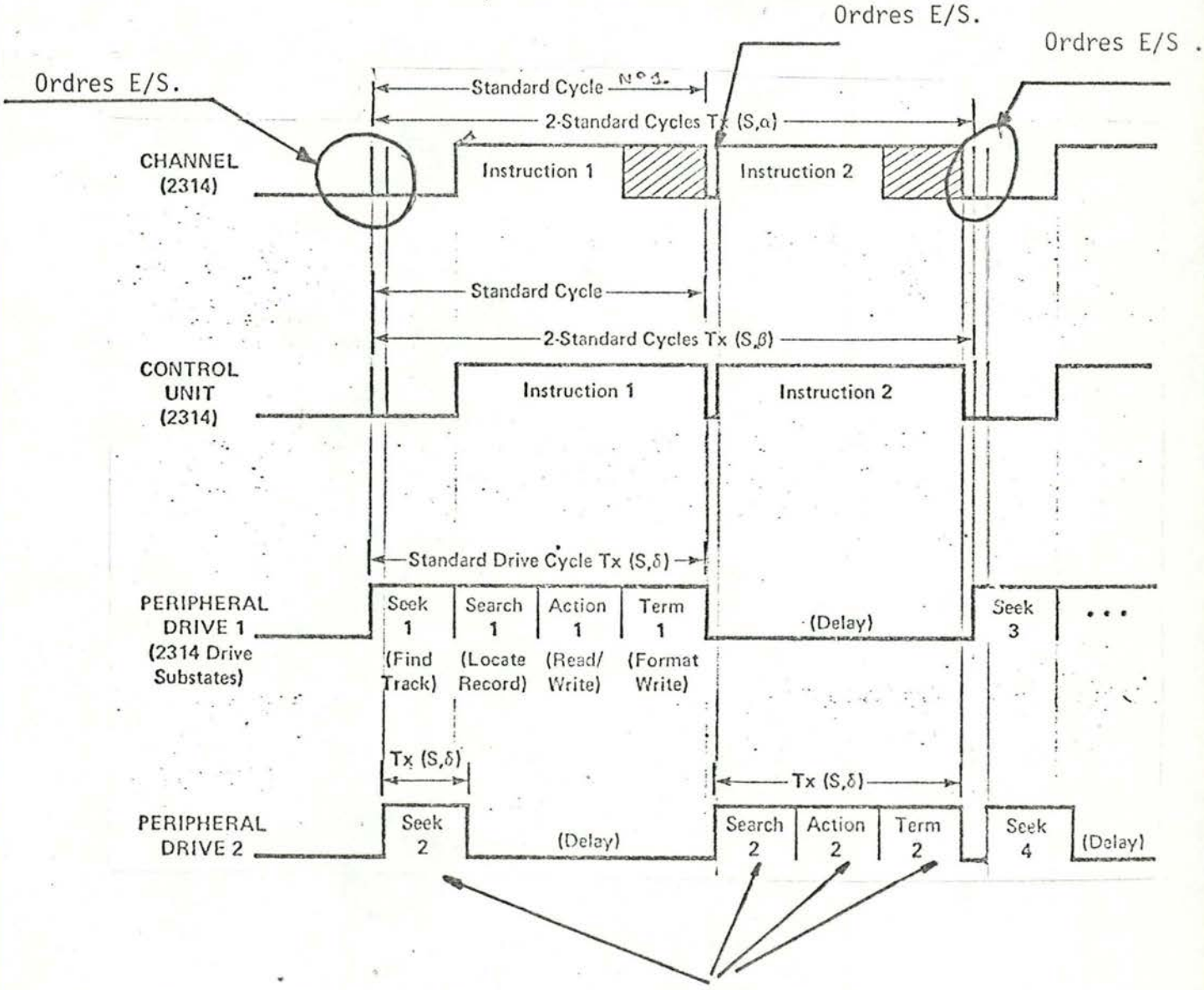
Nous croyons nécessaire de dire un mot à propos de ces graphes et d'en expliquer l'utilité.

Ces graphes permettent de montrer les temps d'exécution des différents niveaux de processeur dans une configuration entrée-sortie quelconque.

Ils sont utilisés à propos d'une configuration canal, unité de contrôle et même pour un processeur périphérique envisagé seul.

Nous allons nous aider d'un exemple afin de décrire ce type de graphique.

Cet exemple concerne le canal de mode 2.



Phases élementaires d'exécution d'une E/S .

Figure 20 .

La configuration représentée par ce graphe est donnée ci-dessous.

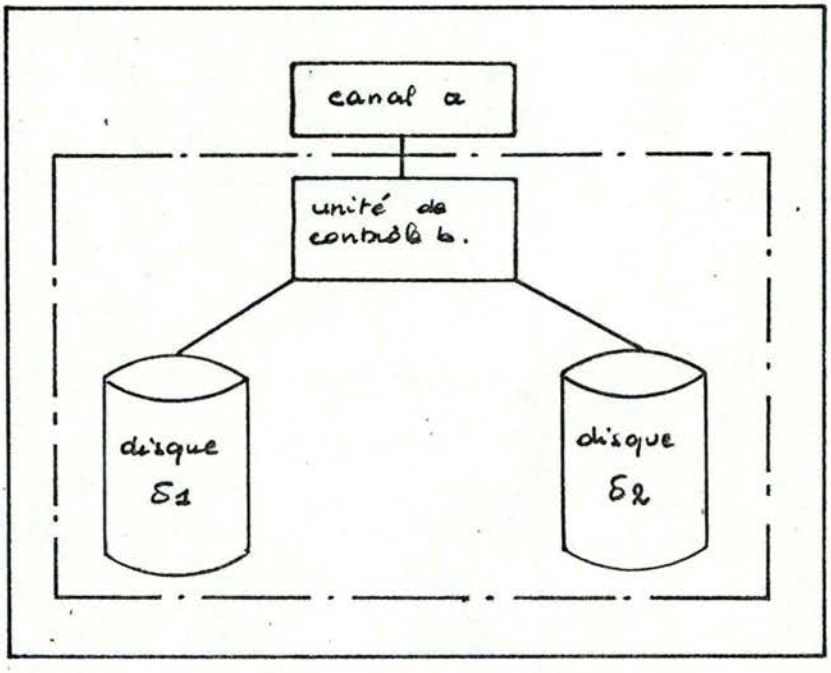


Figure 21 .

Chaque ligne horizontale du graphe représente un niveau de la configuration envisagé.

La ligne supérieure représente le niveau le plus général.

Sur chaque ligne ou axe on porte le temps d'exécution de la configuration représentée sur cette axe.

Des traits verticaux représentent des ordres donnés au canal et donc aux processeurs de niveau inférieur.

Chaque axe peut être décomposé en morceaux, chacun de ces morceaux représentent une phase élémentaire de l'exécution de l'entrée-sortie.

La dénomination "STANDARD CYCLE" est utilisée pour parler du temps nécessaire pour effectuer une entrée-sortie.

Des phases d'exécution de deux processeurs peuvent se dérouler en même temps.

C'est ainsi que 2 cycles standards du niveau canal peuvent être plus petits que 2 cycles standards au niveau unité disque.

Rappelons finalement qu'une configuration est dite en exécution lorsque un de ses processeurs est en exécution.

C'est ainsi que le cycle standard n° 1 au niveau α inclut le temps de SEEK 1 du disque 1.

Nous en connaissons maintenant assez pour étudier plus en profondeur le fonctionnement des canaux.

3222. Le mode 1 .

Comme on peut l'observer sur le graphique ci-dessous, le canal de mode 1 est en exécution durant le temps que travaille l'unité de contrôle et le périphérique.

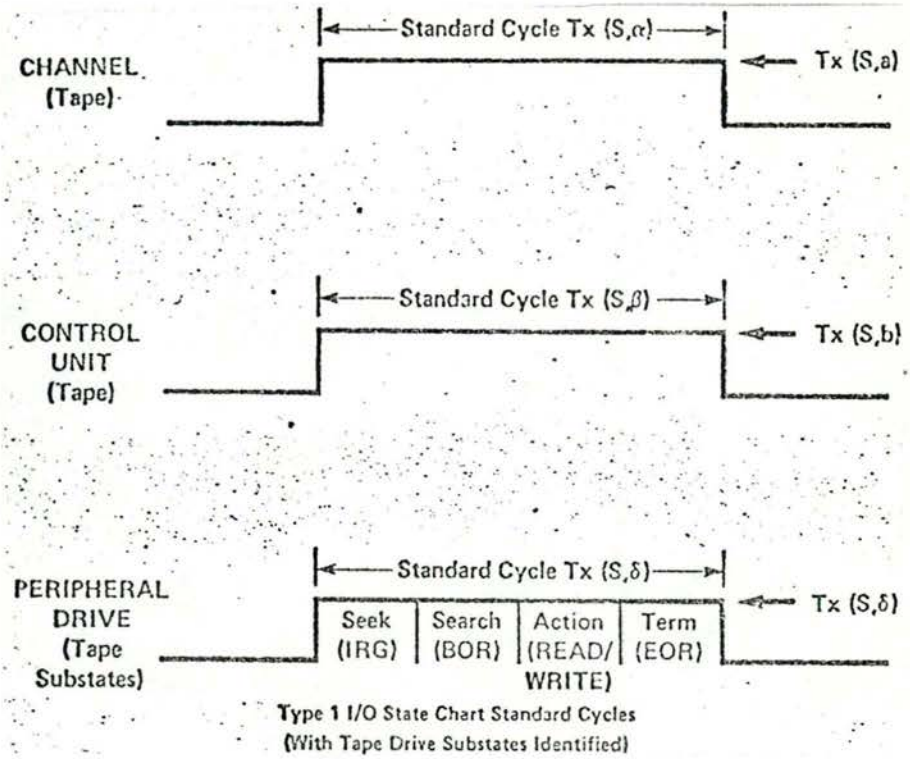


Figure 22.

Comme déjà signalé, on attache des périphériques bandes à ce canal et il n'est pas permis à 2 périphériques de travailler en même temps.

La puissance du canal est indépendante du nombre de périphériques attachés à ce canal.

La puissance de ce canal est donc égale à la puissance d'un périphérique bande en utilisant le blocksize moyen de tous les enregistrements traités sur les mémoires associées aux processeurs attachés à ce canal.

La taille moyenne de ces enregistrements sera notée $\overline{W}$.

La formule est identique à celle d'un périphérique bande.

En effet :

$$P(L, d\text{-mode } 1) = \frac{\overline{W}}{t_1 + \frac{\overline{W}+82}{MBTR}} \quad Kw/s$$

Calcul de la charge d'un canal de type 1.

Pour rappel, des armoires à bande sont connectées à ce canal.

Nous avons déjà vu que la formule de calcul de la puissance d'un canal de type 1 dépendait uniquement du blocksize moyen des fichiers de la configuration du canal et du taux maximum de transfert. (MBTR).

Pour le modèle d'armoire à bande mis à notre disposition pour réaliser notre test, c.à.d. IBM 3420-7, nous avons les caractéristiques suivantes : [20, 21]

MBTR = 320 KW/S

IRG = 0,6 inch

Densité = 1600 bpi

$$t1 = \frac{0,6}{\frac{320.000}{1600}} = 0,003 \text{ sec}$$

Le calcul de la puissance canal s'effectue comme suit :

$$P(L, d\text{-mode } 1) = \frac{W}{3 + \frac{W+82}{320}} \quad Kw/s$$

Successivement nous traiterons des enregistrements de 800, 1200, 1600, 2000, 2400, 3200, 4000,8000 et 12000 bytes de long.

Le travail exécuté par chacun des tests sera constant et vaudra 4,8 Mw.

NB : Pour des canaux de type 1, on a toujours

Tx (L,α) = Tx(L,α) pour une armoire donnée a.

Dans notre tableau de résultats, nous ne ferons donc pas de différence et nous utiliserons Tx simplement.

Conditions de réalisation du test.

Il s'agit de faire travailler notre canal au maximum de sa capacité.

Pour atteindre ce but, il y a lieu de prendre certaines précautions.

Il faut d'abord que nous soyons seul à travailler sur ce canal.

Alors nous serons sûr qu'il n'y aura qu'une armoire à bande active dont nous pourrons mesurer le travail et le temps mis pour effectuer ce travail sans erreur.

Cette précaution est nécessaire quand deux ordinateurs sont configurés de telle façon qu'ils peuvent se partager mutuellement leurs canaux respectifs.

La configuration mise à notre disposition possède ce dispositif.

Il faut également que nous soyons seul à travailler sur le CPU afin qu'il n'y ait pas d'interférence dans les mesures.

Procédé de prise de mesure.

Il y a lieu de connaître le travail effectué et le temps mis pour effectuer ce travail.

Le travail est constant et est déterminé par notre programme qui génère des ordres d'écriture sur bande.

Il y aura 48000 ordres d'écritures d'enregistrements logiques de 100 octets chacun.

Le temps mis pour effectuer ce travail sera déterminé par moniteur hardware.

Les relevés du moniteur sont présentés dans l'annexe A2.

Chaque ligne de ce relevé représente une période de 1 seconde pendant laquelle il y a 1000 échantillonnages du canal.

Le moniteur enregistre le fait que le canal est occupé ou non.

Pour chaque ligne, le pourcentage d'occupation du canal est donné.

Nous possédons donc maintenant tous les éléments pour effectuer valablement notre test.

Notre programme de test ainsi qu'un relevé de renseignements par moniteur software seront également présentés en A2.

Présentation des résultats.

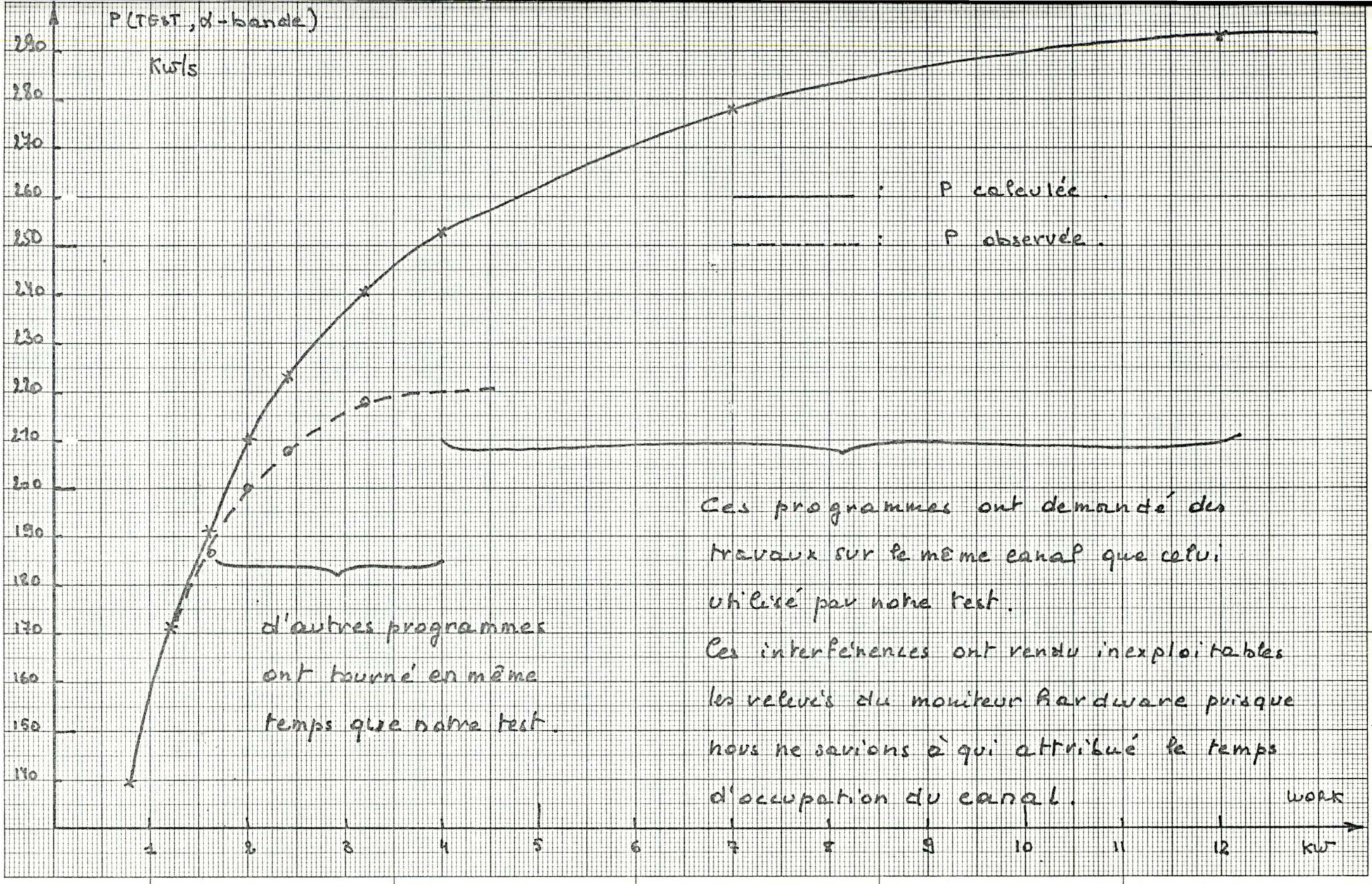
Les résultats seront présentés en deux étapes.

La première constituera les conclusions d'un test pour lequel nous n'avons pas tenu compte de toutes les conditions nécessaires pour obtenir des résultats cohérents.

Nous visualiserons sur un graphique les différences entre la puissance calculée et observée.

Suite à ce premier test, nous avons dégagé les conditions optimales pour réaliser notre second test, lequel nous donnera des résultats intéressants .

La présentation de ces résultats constituera la seconde étape.



Résultats du premier test.

74.1

Figure 23 .

Comparaison de la puissance théorique et pratique d'une configuration canal de type 1 en fonction de la taille du bloc

BLOCKSIZE	NOMBRE DE BLOCS PHYSIQUES	THEORIE	PRATIQUE	
		P (Kw/s)	Tx (Sec)	P (Kw/s)
800	6.000	138,9	34,864	137,677
1.200	4.000	171,2	28,254	169,887
1.600	3.000	193,7	24,944	192,431
2.000	2.400	210,3	23,037	208,36
2.400	2.000	223,1	21,71	221,09
3.200	1.500	241,3	20,3	236,453
4.000	1.200	253,8	19,249	249,363
8.000	600	283,1	17,359	276,513
12.000	400	294,4	16,79	286,738

WORK = CONSTANTE = 4.800.000 w = 4,8 Mw

TABLEAU 24

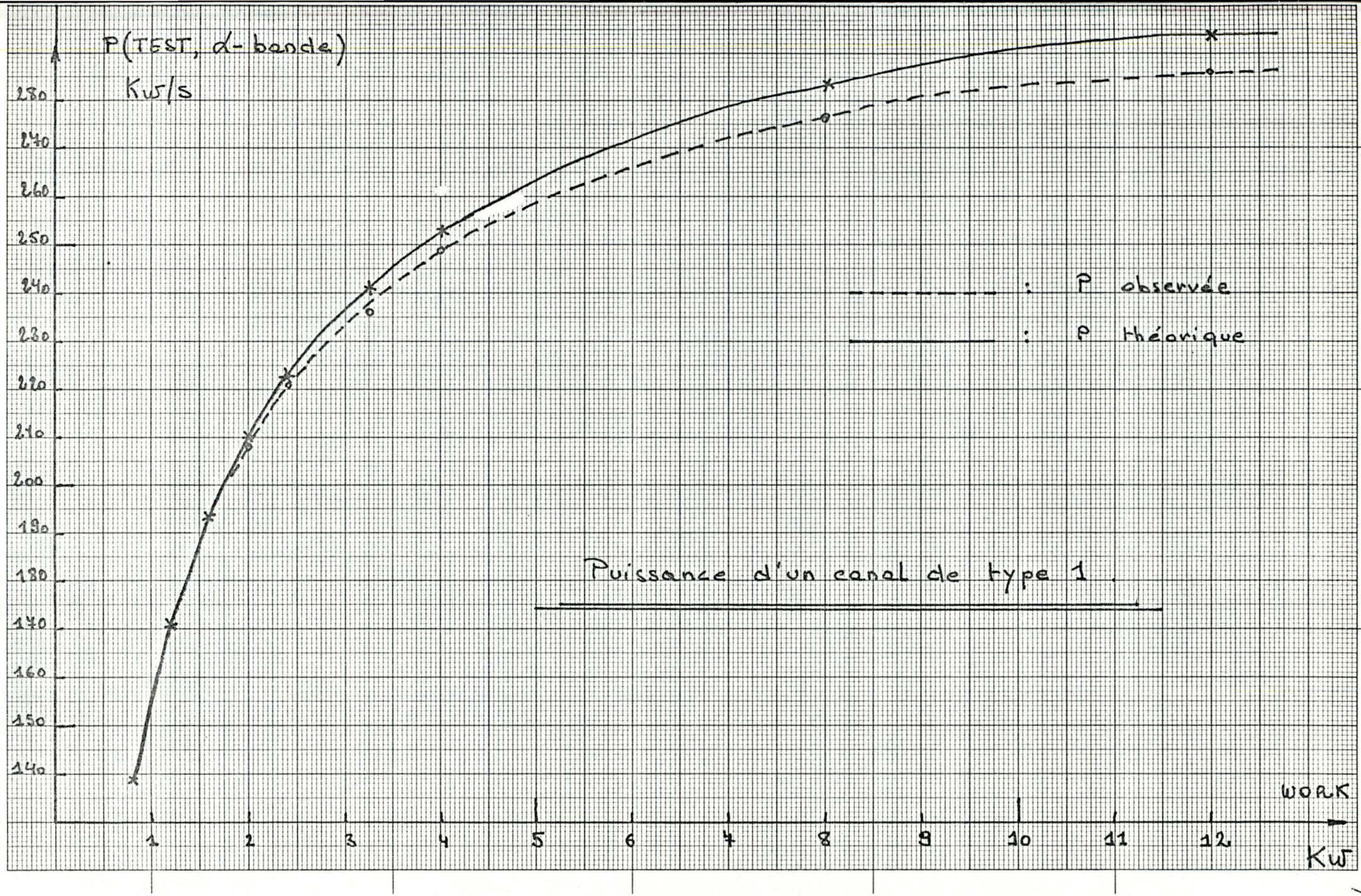

P(TEST, d-bande)
Kw/s
280
270
260
250
240
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
: P observée
: P théorique
Puissance d'un canal de type 1 .
WORK
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Kw

Figure 25 .

3223. Le mode 2 .

Ce mode est réservé aux canaux rattachés à des périphériques disques ne travaillant pas en RPS.

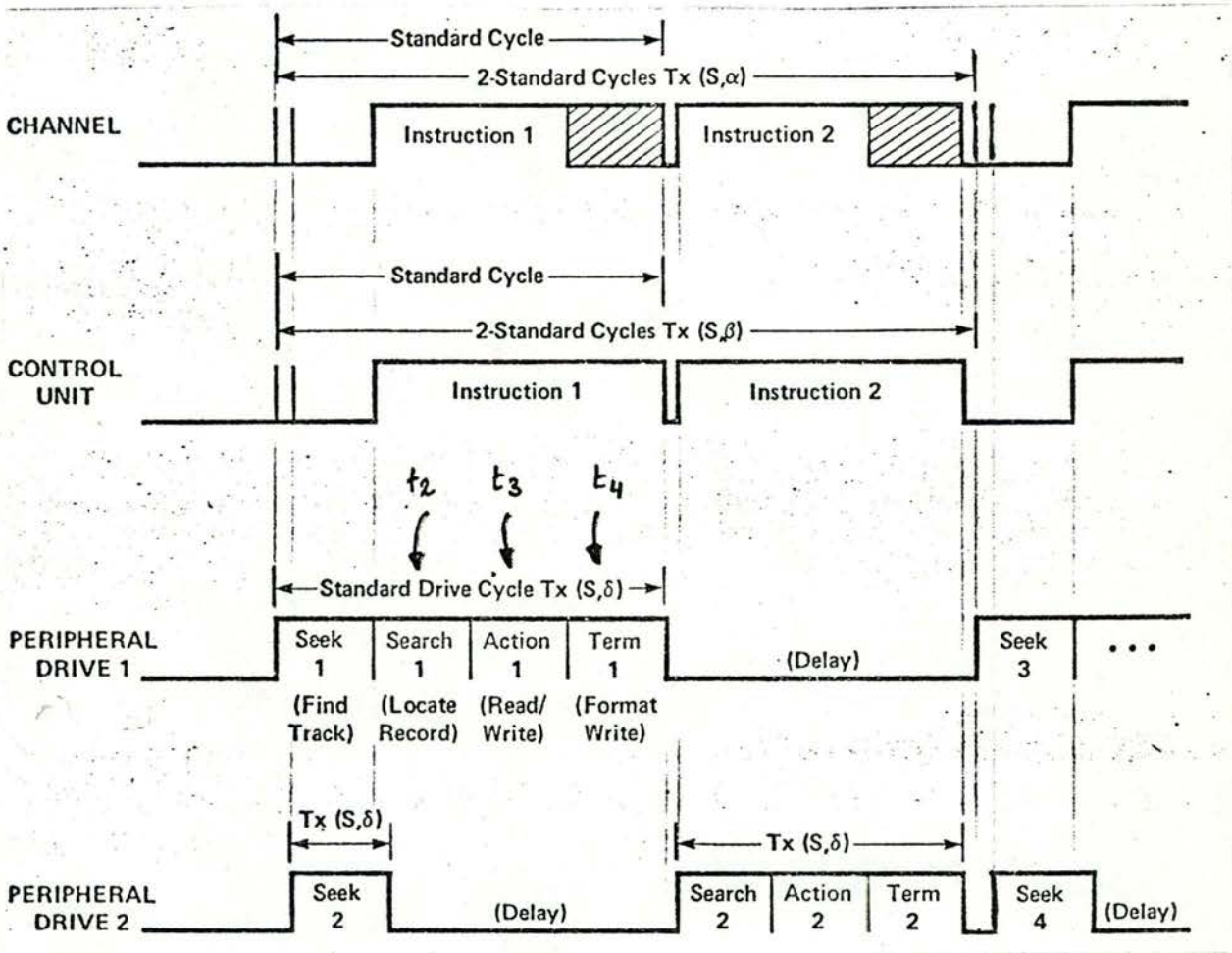


Figure 26.

Comme on le remarque sur le croquis ci-dessus, le canal ne travaille que pendant les temps t2 et t3.

Il n'est pas exigé que le canal soit connecté pendant t4, seul l'unité de contrôle travaille, et il peut donc y avoir recouvrement d'actions dans la configuration α envisagée pendant t1.

Le canal ne travaille donc que pour un search, un read ou un write et il doit attendre que la première commande soit achevée pour exécuter la seconde.

Un gestionnaire d'entrée-sortie est appelé lorsqu'un SEEK est terminé afin de décider si :

- on initialise le SEARCH et l'action consécutifs au SEEK achevé
- on initialise d'autres SEEK
- on effectue ces deux opérations en parallèlle.

Celà suppose évidemment que les demandes d'E/S sont disponibles dans une file d'attente.

1er cas.

Si à la fin du SEEK, on peut initialiser N nouvelles commandes SEEK, celle-ci s'exécuteront pendant le SEARCH consécutif au SEEK qui vient d'être terminé.

Si le travail moyen pour une E/S est noté $\overline{W}$ alors le temps nécessaire pour terminer ces N entrées-sorties sera de $N \cdot (t_2 + t_3)$ et le travail de $N \cdot \overline{W}$.

donc

$$P(L, d\text{-mode } 2) = \frac{N \times \overline{W}}{N \times (t_2 + t_3)} = \frac{\overline{W}}{t_2 + t_3}$$

$$= \text{constante} \qquad Kw/s$$

et $P(L, d\text{-mode } 2)$ est indépendant de N.

2ème cas.

Si aucun SEEK ne peut être initialisé à cet instant et ne peut l'être donc qu'après terminaison de toutes les commandes SEARCH, READ et WRITE alors le canal sera bloqué pendant :

$$t_1 + N \times (t_2 + t_3)$$

pour un travail égal à $N \times \overline{W}$

Ce cas est évidemment le plus courant.

Dans ce cas :

$$P(L,\alpha\text{-mode 2}) = \frac{N \cdot \overline{w}}{t_1 + N.(t_2+t_3)} \text{ kw/s}$$

Si on fait t1 = 0 on revient à la formule du 1er cas.

on peut maintenant préciser la signification exacte de N.

N est le nombre moyen d'instructions SEEK initialisées quand toutes commandes SEARCH, READ et WRITE sont terminées.

Illustrons ce cas par un exemple.

Soit la configuration suivante :

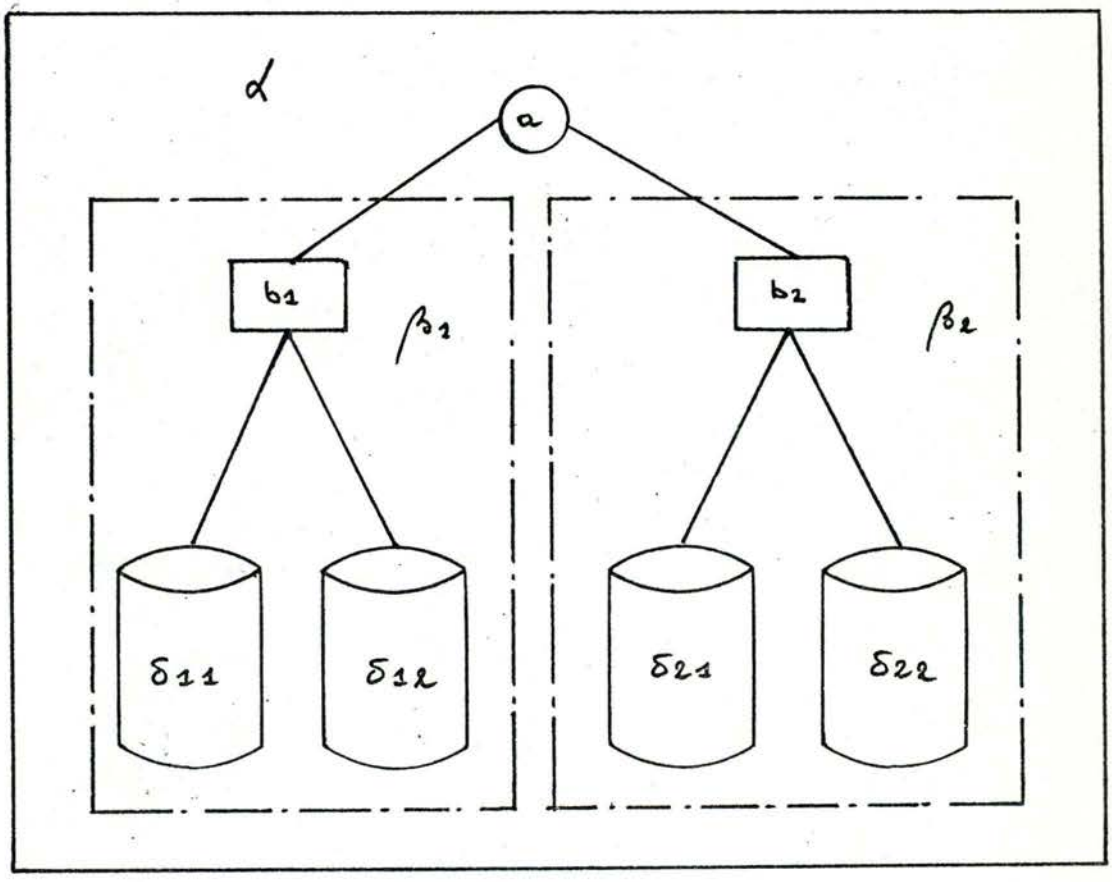
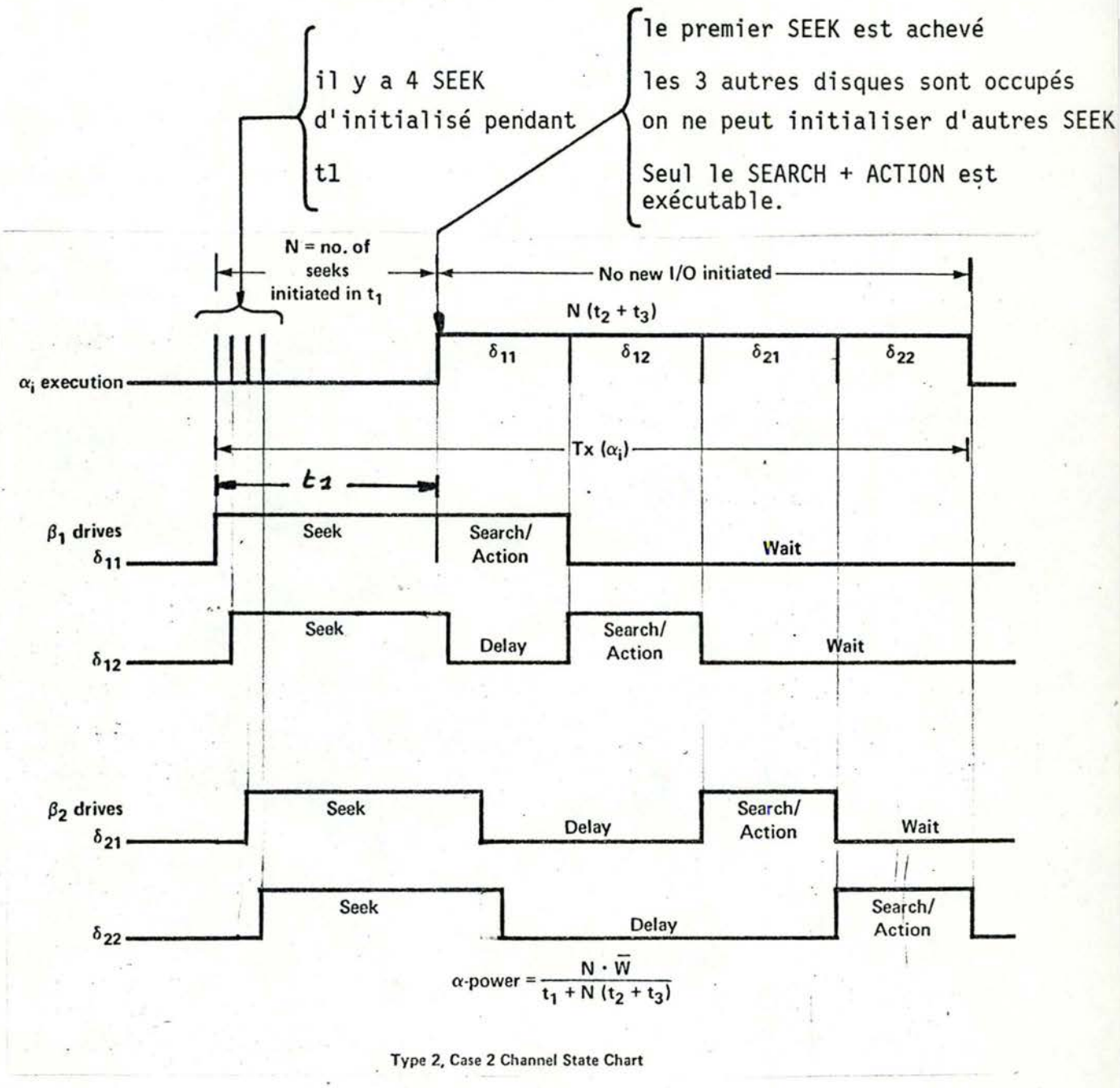


Figure 27 .

Dans cette configuration, nous voulons exécuter les opérations décrites par le croquis ci-dessous.



Type 2, Case 2 Channel State Chart

Figure 28 .

On remarque bien que la configuration canal est en exécution pendant :

t1 + N x (t2 + t3).

Conclusions .

Nous possédons maintenant toutes les formules nécessaires pour calculer P(L, d - mode 2).

Constatons encore que dans le cas 2, en faisant N = 1 on obtient P(L, δ - disque) .

Des résultats condensés de calcul de P(L, d - mode 2) en fonction de N et de t1 sont montrés sur la figure ci-dessous.

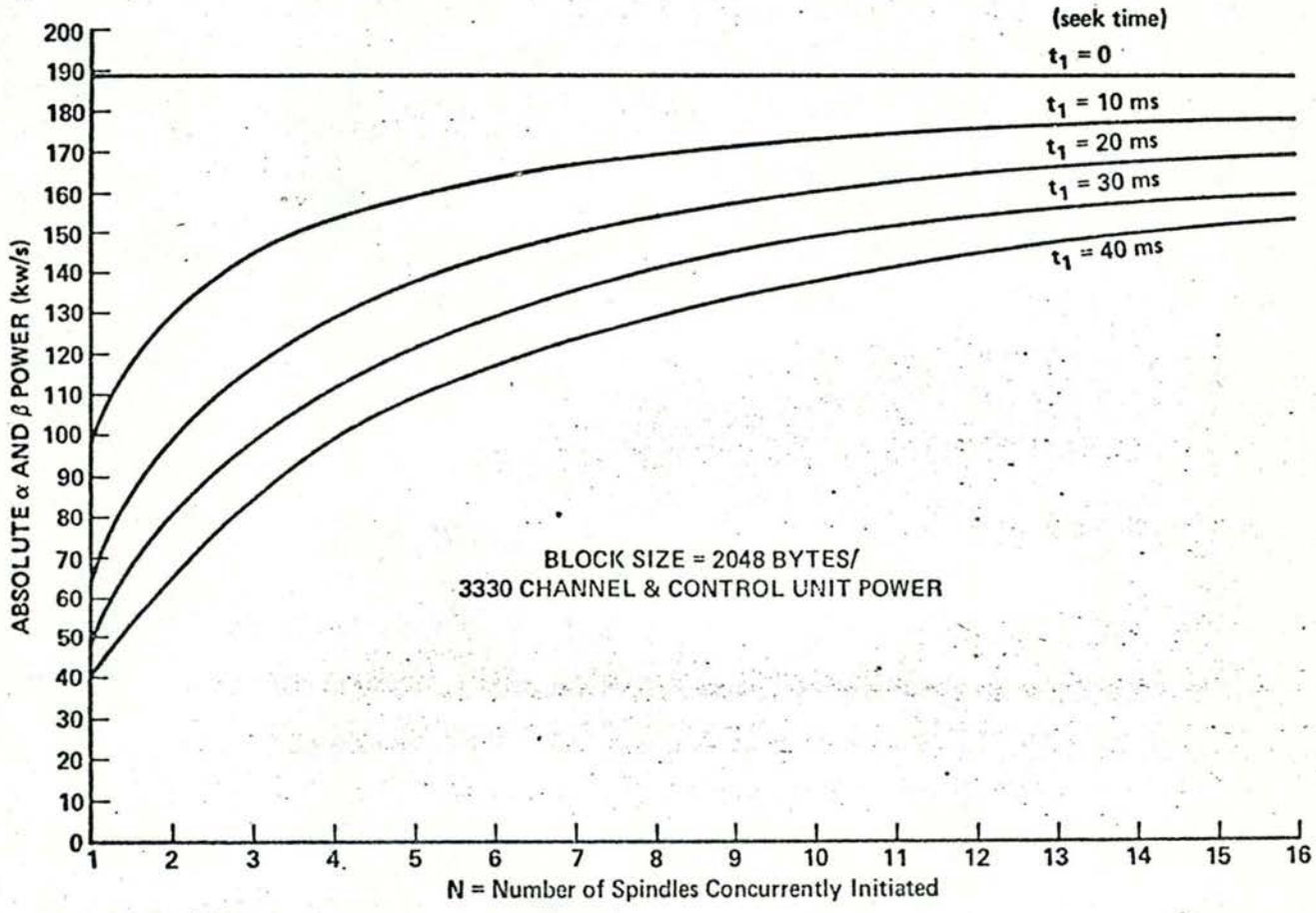
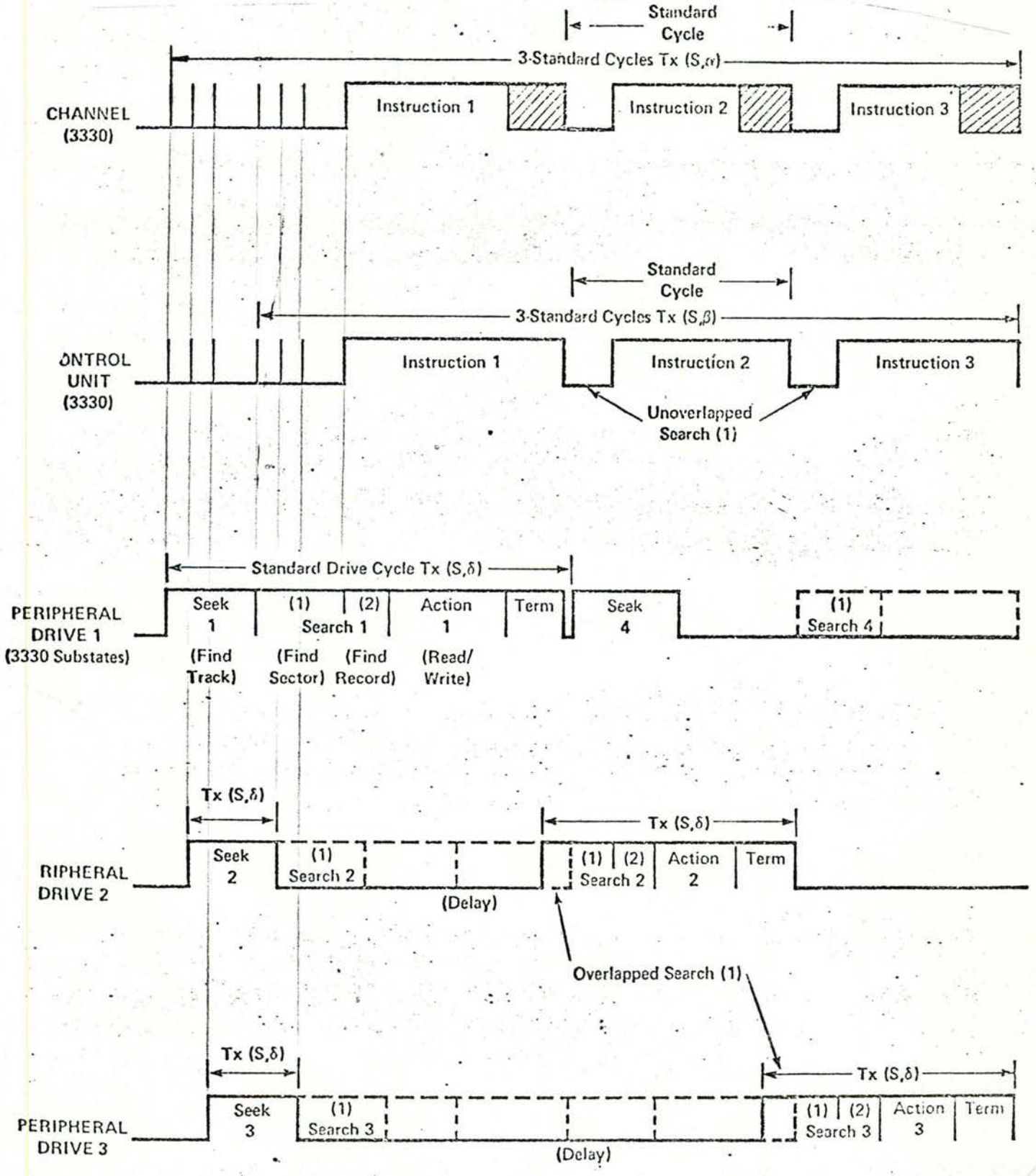


Figure 29.

3224. Le mode 3 .

Rappelons que les canaux de ce type supportent des unités périphériqes disques munies du dispositif RPS.



Type 3 I/O State Chart Standard Cycles
(For Three 3330 Disk Drives)

Figure 30.

Le dispositif RPS a déjà été expliqué dans la section consacrée au calcul de la puissance d'un périphérique disque.

Il est intéresssant de bien comprendre la signification du SEARCH(1) afin de pouvoir calculer P(L, α - mode 3).

Dans les opérations d'un canal de mode 3, il est possible d'avoir simultanément un nombre de disques plus important dans un état SEARCH(1), quoique seulement un seul état SEARCH(2) existera à un instant donné dans la configuration α.

Rappelons-nous que dans les opérations de mode 2, il ne peut y avoir qu'un seul SEARCH à un instant donnée dans α, lequel nécessite beaucoup plus de temps que le temps d'exécution du SEARCH(2).

L'importance du SEARCH(1) est primordiale et ceci pour deux raisons :

- Le temps de rotation moyen t2 mesuré au niveau de la configuration β ou α n'est plus simplement une fonction des caractéristiques techniques des unités périphériques disques connectées.

  t2 est fonction de la taille des blocs écrits ou lus et du nombre de disques se trouvant en même temps dans un état SEARCH(1).

- Les temps d'exécution du SEARCH(2) et de l'ACTION sont insignifiants par rapport aux temps de SEEK et de SEARCH(1).

  Ceci implique que l'unité de contrôle et le canal ne sont jamais occupés 100% du temps permettant ainsi l'initialisation d'autres SEEK et d'autres opérations entrée-sortie.

Au maximum, on pourra initialiser autant de SEEK qu'il y a d'unités disques raccordées à la configuration α.

Notons M le nombre de disques de α en exécution à un instant donné.

N et M n'on pas du tout la même signification.

Dans le mode 2, on ne pouvait initialiser d'opérations E/S tant que les N dernières demandes de lecture ou d'écriture ne soient achevées.

Tandis que dans le mode 3, on pourra initialiser autant d'opérations qu'il y a d'unité disque dans la configuration α.

Calcul de $P(L,\alpha)$.

Le temps d'exécution $Tx(L, \alpha)$ d'un SEEK ne comptabilise aucun temps perdu à attendre une fin de SEEK tant que :

- $M > 1$ disques sont concourrement en exécution
- et que $t_1 < M \times (t_2' + t_3)$

  avec t2' égal à la somme du temps d'exécution du SEARCH(1) qui n'a pas été recouvert par une autre action et de t_{22}.

Alors

$$P(L, \alpha\text{-mode 3}) = \frac{\overline{W}}{t_2' + t_3}$$

pour $t_1 < M \times (t_2' + t_3)$

et $M > 1$

S'il n'y a qu'une unité-disque en exécution ou susceptible de travailler ; alors

$$P(L, \alpha\text{-mode 3}) = \frac{\overline{W}}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}$$

avec $t_2 = t_{21} + t_{22}$

t21 et t22 ont été définis dans la section 3212 consacrée aux unités disques.

et si pour M > 1 on a $t_1 > M * (t_2' + t_3)$

alors

$$P(L, \alpha\text{-mode } \beta) = \frac{\overline{W}}{t_1} = C^{te}$$

pour $M > 1$

et $t_1 > M * (t_2' + t_3)$

Il reste à calculer t_2'.

Posons t21' la partie du temps d'exécution du SEARCH(1) qui n'a pas été recouverte.

Alors $t_2' = t_{21}' + t_{22}$.

Si t22 est généralement connu, il n'en est pas de même pour t21' et par conséquent la mesure de t2' est difficile à obtenir.

Nous allons nous en tirer en utilisant le calcul de probabilité.

Posons tr le temps de rotation du disque et supposons que nous avons une configuration canal constitutée de deux disques.

Les pistes de ces disques sont divisées en portions, ou en secteurs.

Rappelons que le SEARCH(1) localise le secteur précédent celui dans lequel l'action sera exécutée, et que SEARCH(2) localise le secteur dans lequel cette action sera exécutée.

Nous supposons que lorsqu'une entrée-sortie est terminée dans la configuration α, tous les disques restant en exécution sont dans l'état SEARCH(1).

Posons N le nombre de disques se trouvant en SEARCH(1).

Alors M = N + 1.

Supposons N = 1.

Pour que le disque puisse exécuter une action (READ ou write), il faut attendre que le secteur dans lequel cette action doit être exécutée soit localisé et passe donc devant la tête de lecture-écriture du disque.

En moyenne, le disque tournera d'un demi tour avant de trouver le bon secteur.

Donc $\overline{t_2'} = 0,5 \times t_k$

Pour $N > 1$, nous allons nous aider d'un exemple afin de calculer $\overline{t_2'}$.

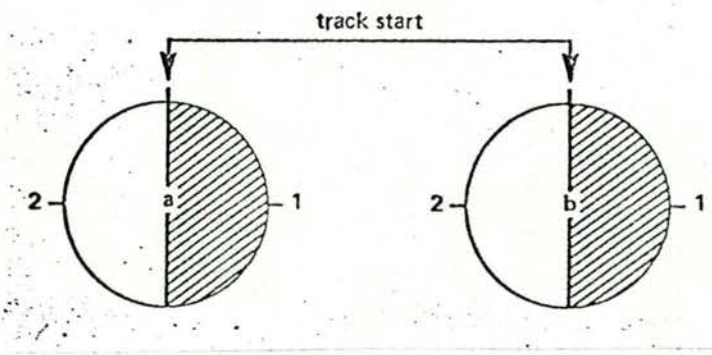
Supposons N = 2.

Ces 2 disques, qui se trouvent donc dans l'état SEARCH(1), sont représentés sur le croquis ci-dessous.

1er cas.

Supposons que chaque piste du disque est partagée en 2 secteurs.

Chaque disque possède donc 2 états.



Nous avons donc les états a(1) et a(2) pour le disque a et les états b(1) et b(2) pour le disque b.

L'état 1 signifie que la tête de lecture se trouve dans la première moitié du disque et sera en moyenne au milieu de ce secteur.

Ce secteur est celui dans lequel l'action doit être exécutée.

L'action pourra être déclenchée quand la tête de lecture sera revenue au début du premier secteur.

Le disque tournera donc de 3/4 de tour.

$$T1 = (\frac{1}{4} + \frac{1}{2}) * tr = \frac{3}{4} tr$$

L'état 2 signifie que la tête de lecture se trouve au milieu du secteur précédant le secteur dans laquelle l'action sera exécutée.

Pour exécuter cette action, le disque doit encore tourner de 1/4 de tour en moyenne.

$$T2 = \frac{1}{4} tr$$

Déterminons maintenaint l'ensemble des combinaisons des états des deux disques.

Nous avons quatre combinaisons :

a(1), b(1)	T1
a(1), b(2)	T2
a(2), b(1)	T2
a(2), b(2)	T2

Dans trois combinaisons, nous trouvons l'état 2.

Pour ces combinaisons, une action pourra être déclenchée sur un disque de la configuration canal après un délai

$$T1 = \frac{3}{4} tr.$$

La première combinaison nécessitera un délai de

$$T2 = \frac{1}{4} tr.$$

Il reste à faire la moyenne de ces délais pondérée par la probabilité d'occurrence de chacune de ces combinaisons.

La probabilité d'avoir une de ces quatre combinaisons est de 1/4

Alors

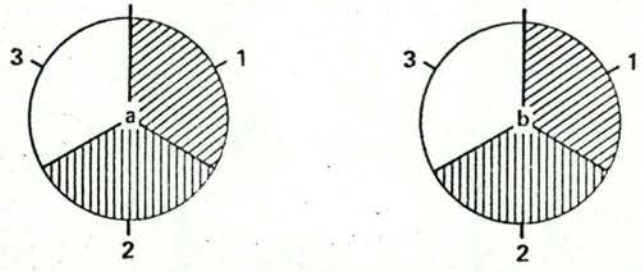
$$t2' = \frac{1 \times (\frac{3}{4} \times tr) + 3 \times (\frac{1}{4} * tr)}{4}$$

$$= \frac{6}{16} \times tr = 0{,}375\ tr$$

2ème cas .

Chaque piste est divisée en 3 secteurs comme sur le croquis ci-dessous.

Il y a donc 3 états par disque et neuf combinaisons possibles reconnues par le canal.



Le temps moyen d'attente pour déclencher l'action sera

pour l'état 1 : $T_a = \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{6}\right) . t_r = \frac{5}{6} . t_r$

pour l'état 2 : $T_2 = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right) . t_r = \frac{3}{6} . t_r$

pour l'état 3 : $T_3 = \frac{1}{6} . t_r$.

Les combinaisons d'états sont les suivantes :

a(1),	b(1)	T1
,	b(2)	T2
,	b(3)	T3
a(2) ,	b(1)	T2
	b(2)	T2
	b(3)	T3
a(3) ,	b(1)	T3
	b(2)	T3
	b(3)	T3

La probabilité d'avoir une de ces 9 combinaisons est donc de 1/9.

Alors $\overline{t_2'} = \frac{1}{9} . T_1 + \frac{3}{9} . T_2 + \frac{5}{9} . T_3$

$$= \frac{5 + 9 + 5}{54} . t_r$$

$$= \frac{19}{54} . t_r = 0,344 . t_r$$

Il faudrait réitérer ce calcul pour 4, 5, 6... états et calculer ainsi le $\overline{t_2'}$ correspondant.

Le nombre d'états d'un disque est évidemment égal au nombre de secteurs de ce disque.

Il y aura au maximum, autant de secteurs qu'il y a d'octets sur une piste.

Ce calcul doit être refait pour N = 3, 4 .... 15 si 16 est le nombre maximum de disque en exécution dans la configuration canal

Mais on peut, en procédant de cette façon, déduire la loi de calcul de $\overline{t_2'}$.

Finalement $\overline{t_2'}$ est donné par l'expression compliquée ci-dessous :

$$\overline{t_2'} = \frac{t_r}{2s^{N+1}} \sum_{i=0}^{s-1} k_i \left[(s-i)^N - (s-i-1)^N \right]$$

Avec k_i = 1,3,5, ,2s - 1

= 2i + 1 .

S : le nombre d'états d'un disque .

N : le nombre de disques se trouvant en même temps en SEARCH(1) .

Par chance, nous ne devons pas réeffectuer ce calcul pour toutes les valeurs de S.

En effet on remarque que pour un nombre N donné, on constate une convergence de $\frac{t_2'}{t_2}$ à partir d'une certaine valeur de S.

On obtient finalement les résultats suivants

si $M = 1$ alors	$\frac{t_2'}{t_2} = 0{,}5$
si $M > 1$ alors	$\frac{t_2'}{M} = \frac{1}{M}$

Des renseignements complémentaires relatifs à cette convergence sont donnés dans l'annexe A1.
Nous donnons le résultat de ces calculs pour des valeurs de M allant de 1 à 16 à la page suivante.

La puissance d'une configuration canal de mode 3 se calcule en utilisant une des formules du tableau ci-dessous.

$M = 1 \qquad P(L,\alpha) = \dfrac{\overline{W}}{t_1 + \frac{t_2}{2} + t_3 + t_4}$

$= P(L,\alpha\text{-mode 2})$

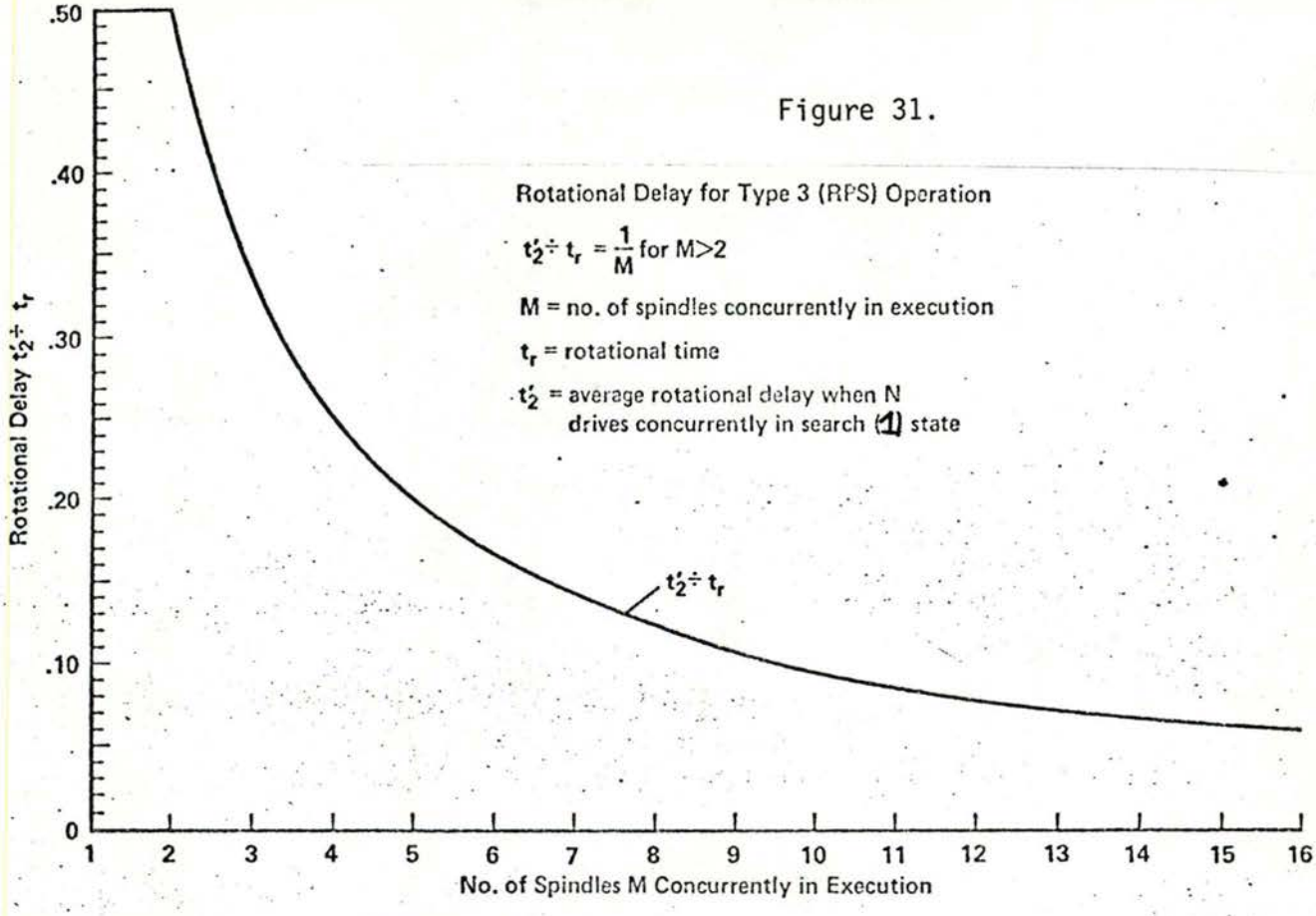
$M \geq 2 \quad$ et $\quad t_1 \geqslant M.\left(\frac{t_2}{M} + t_3 + t_4\right)$

alors $\quad P(L,\alpha) = \dfrac{\overline{W}}{t_1}$

$M \geq 2 \quad$ et $\quad t_1 < M.\left(\frac{t_2}{M} + t_3 + t_4\right)$

alors $\quad P(L,\alpha) = \dfrac{\overline{W}}{\frac{t_2}{M} + t_3 + t_4}$

Figure 31.

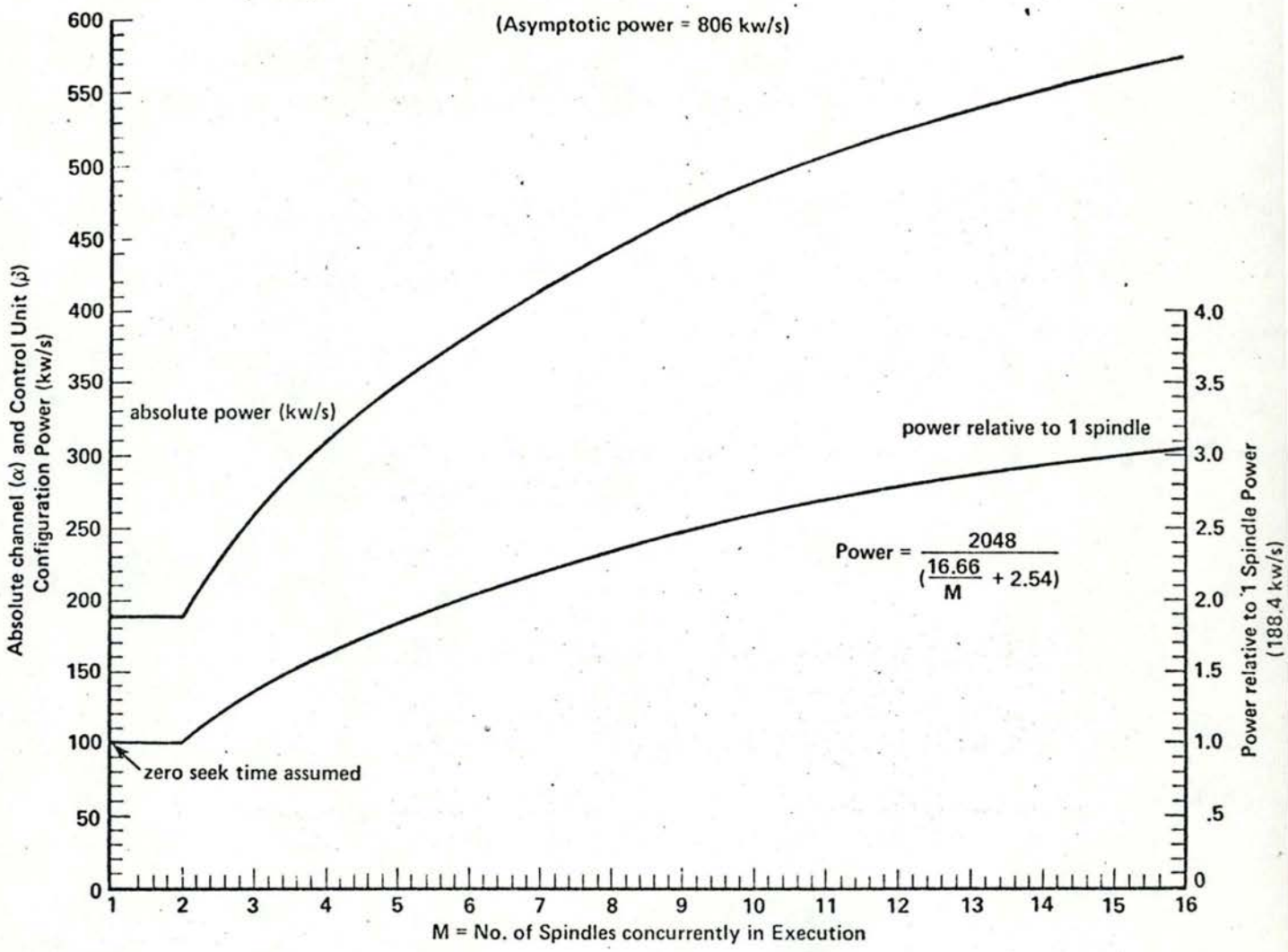


- To obtain value of rotational delay (t_2'), multiply y-value by corresponding rotational time t_r, use t_r = 16.67 ms for 3330's and 3350's, and 20.2 ms for 3340's.
- TABULAR VALUES

M = no. of spindles	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_2' \div t_r$	.500	.500	.333	.250	.200	.167	.143	.125
t_2' for 3330/3350	8.3	8.3	5.55	4.17	3.33	2.78	2.38	2.08
t_2' for 3340	10.1	10.1	6.06	5.05	4.04	3.37	2.89	2.52
M = no. of spindles	9	10	11	12	13	14	15	16
$t_2' \div t_r$	.111	.100	.091	.083	.077	.071	.067	.062
t_2' for 3330/3350	1.85	1.67	1.52	1.38	1.28	1.18	1.12	1.03
t_2' for 3340	2.24	2.02	1.84	1.68	1.56	1.43	1.35	1.25

Finalement, le tableau de la page suivante donnera la puissance d'une configuration canal de mode 3 supportant des disques IBM modèle 3330.

Les caractéristiques techniques de ces disques ont été donnée en 3212.



AVERAGE BLOCK SIZE = 2048, 3330 parameters assumed

- TABULAR DATA

M	$t_2' = t_r \div M$	+	t_3	=	$t_2' + t_3$	$N(t_2' + t_3)$		Power (α and β) for $t_1 \leq M$ $(t_2' + t_3)$	Power relative to 1 Spindle
1	8.33		2.54		10.87	10.87	($t_1 = 0$)	188.4	1.00
2	8.33		2.54		10.87	21.74		188.4	1.00
3	5.55		2.54		7.87	23.61		260.2	1.38
4	4.17		2.54		6.71	26.84		305.2	1.62
5	3.33		2.54		5.87	29.35		348.9	1.85
6	2.78		2.54		5.32	31.92		385.0	2.04
7	2.38		2.54		4.92	34.44		416.3	2.21
8	2.08		2.54		4.62	36.96		443.3	2.35
9	1.85		2.54		4.39	39.51		466.5	2.48
10	1.67		2.54		4.21	42.10		486.5	2.58
11	1.52		2.54		4.06	44.66		504.4	2.68
12	1.38		2.54		3.92	47.04		522.4	2.77
13	1.28		2.54		3.82	49.66		536.1	2.85
14	1.18		2.54		3.72	52.08		550.5	2.92
15	1.12		2.54		3.66	54.90		559.6	2.97
16	1.03		2.54		3.57	57.12		573.7	3.04

α and β Configuration Power for 3330 Drives With RPS

Figure 32 .

Calcul de la Puissance d'une configuration canal de mode 3 .

Procédé de prise de mesure.

Les mesures ont été prises en suivant la même procédure que celle utilisée pour le canal de type 1.

Le programme exécuté est d'ailleurs exactement le même.

Présentation des résultats.

On remarque des écarts entre Pth(L, α) et Pobs(L, α), bien que l'ordre de grandeur soit respecté.

On peut tenter d'expliquer ces écarts de plusieurs manières différentes.

Nous avions demandé d'effectuer nos tests seul en machine.

Si cette condition a été vérifiée pour le CPU, il n'en est pas forcément de même pour les canaux disques.

En effet, ceux-ci sont partagés par deux ordinateurs.

Le premier était le nôtre et nous ne pouvions arrêter la production du second, lequel pouvait utiliser les mêmes unités disques que nous.

Nous ne pouvons donc pas assurer que pendant notre test on ait M = 1 comme on aurait pu l'attendre au départ.

Le fait que nos disques aient pu être partagés implique que Tx(L,α) n'est pas seulement fonction de la charge que nos programmes étaient censés donner.

Et W(L,α) est peut être plus grand que les 4,8 x 10^6 octets que nous voulions transférer.

Il nous était difficile de mesurer M par moniteur hardware pour des raisons semblables à celles déjà expliquées préalablement dans le chapitre consacré au CPU.

Il ne nous était également pas possible de mesurer Tx(L,α) par moniteur hardware.

Ce dernier ne nous donne que Tx(L,a).

Il y a deux moyens d'approximer Tx(L,α).

- comme nous sommes seul à tourner en ordinateur, notre programme et les routines de gestion des E/S s'exécutent entre deux entrées-sorties.

NB : Pth(L,α) : puissance theorique de la configuration α .
Pobs(l,α) : puissance observee de la configuration α .

En effet, ces programmes s'arrêtent dès que l'E/S a été initialisée et attendent la fin de celle-ci pour initialiser l'entrée-sortie suivante .

Or, ce temps CPU est obtenu par moniteur software (cfr. Listing SMF en annexe A2 et A3).

Nous pouvons dire alors que pour un programme test, nous avons :

$$T_{cc}(L,\Psi) \simeq T_{cc}(L,\delta) + T_{cc}(L,\alpha)$$

ou $$T_{cc}(L,\alpha) \simeq T_{cc}(L,\Psi) - T_{cc}(L,\gamma)$$

- Nous pouvons calculer le temps nécessaire au périphérique pour exécuter une action.

Ce temps vaut :

$$T_{cc}(L,\delta) = t_1 + \frac{t_2}{2} + t_3$$

Nous supposons t4 = 0 car actuellement, il ne nous est pas possible de le mesurer.

Si nous écrivons q enregistrements, le temps de traitement par le périphérique sera de :

$$T_{cc}(L,\delta) = q \cdot \left(t_1 + \frac{t_2}{2} + t_3 \right)$$

Si M = 1, on a : $T_{cc}(L,\alpha) = T_{cc}(L,\delta)$

$$= q \cdot \left(t_1 + \frac{t_2}{2} + t_3 \right)$$

Il reste à connaître t1.

Lorsque nous avons réservé notre fichier sur disque pour réaliser nos tests, nous l'avons réservé en cylindres consécutifs.

Il y aura donc un SEEK lors du passage d'un cylindre à un autre.

Ce temps sera minimal puisque les cylindres sont consécutifs et sera de l'ordre de 10 ms.

Comme au maximum, nous utilisons 4 cylindres, le temps total perdu en seek sera environ de 40 ms pour l'ensemble du test.

Au niveau d'un test, le temps de SEEK sera alors pratiquement nul.

En effet, si on écrit 400 enregistrements, le temps de seek pour un enregistrement sera de :

$$t1 = \frac{40}{400}$$

$$= 0{,}0001 \text{ sec} \approx 0$$

Donc $Tx(L, \alpha) = q \cdot (\frac{tr}{2} + t3)$

Tous les résultats figurant dans le tableau 34 page 95 supposent que M = 1 et que t1 = 0.

Nous sommes maintenant pratiquement sûr que pendant notre test, M = 1.

En effet, nous avons donné dans ce tableau, les deux procédés de calcul de $Tx(L,\alpha)$.

Les deux valeurs de $Tx(L, \alpha)$ sont très proches.

Comme un seul calcul tient compte de M = 1 et que les résultats obtenus sont semblables à ceux obtenus par un autre moyen, nous pouvons dire que M = 1 et que nous étions seul à travailler dans la configuration disque testée.

Nous pouvons encore justifier ces écarts en constatant que le remplissage d'une piste est fonction de la taille des blocs et que pour certaines tailles, ce remplissage est vraiment très mauvais.

Ce qui implique l'utilisation d'un plus grand nombre de pistes et donc d'un temps de traitement plus important.

Nous utilisions un disque IBM modèle 3350 dont les caractéristiques techniques sont les suivantes : [18,19].

Taille disponible de la piste : 19.069 octets

Taille maximale de la piste : 19.254 octets

MBTR : 1198 K-octet/sec

Seek time : min = 10 ms

max = 50 ms

moyenne = 25 ms

Temps de rotation : 16,66 ms

Utilisation du RPS.

Sur ce type de disque, les blocs physiques sont séparés par des gaps de 185 octets de long.

Nous pouvons alors calculer le nombre de bloc que nous pourrons écrire sur une piste en utilisant la formule ci-dessous :

$$Nw = \left[\frac{19.254}{W + 185}\right]$$

Nw : nombre de bloc

w : taille du bloc

$[\ ]$ signifie la partie entière de la valeur entre paranthèses.

Alors la perte de place sur une piste sera de :

$$Pw = 19.245 - Nw * (W + 185)$$

Nous utiliserons alors pour chaque test un certain nombre de pistes Np égal à :

$$Np = \frac{4,8 * 10^6}{Nw * (W + 185)}$$

Nous donnons les résultats de ces 3 calculs dans le tableau suivant :

TEST	Nw	Pw	Np
800	19	539	257
1200	13	1249	267
1600	10	1404	269
2000	8	1774	275
2400	7	1159	265
3200	5	2329	284
4000	4	2514	287
8000	2	2884	294
12000	1	7069	394
16000	1	3069	297
19069	1	0	252

Tableau 33 .

On remarque des pertes de plus en plus importante et l'utilisation d'un nombre de plus en plus important de pistes pour des tailles de bloc dépassant 2400 octets. (sauf pour W = 19069).

L'accroissement du nombre de pistes impliquent un accroissement du temps d'exécution du processeur disque.

C'est à dire que $Tx(L,\delta)$ et $Tx(L,\Psi)$ augmentent.

Comme : $Tx(L,\alpha) = Tx(L,\Psi) - Tx(L,\gamma)$ et que $tX(L,\gamma)$ reste constant, on en conclut que $Tx(L,\alpha)$ augmente.

C'est à dire que la puissance de la configuration canal $P(L,\alpha)$ diminue, ce qui justifie peut-être les écarts observés.

Les listings obtenus par moniteurs hardwares et softwares relatifs à l'ensemble des tests et des calculs de puissance de la configuration canal de mode 3 sont présentés en annexe A3 .

Comparaison entre la puissance théorique et observée d'une configuration canal de mode 3												
W	Tx(Ti,Ψ) sec	Tx(T,γ) sec	Tx(Ti,α) sec	NOMBRE BLOC PHYSIQUE	$\frac{Tr}{2}$ + t3	Tx(Ti,λ) sec	$\overline{Tx(Ti,\alpha)}$ sec	P(ti,α) obs	P(Ti,α) th M = 1	Tx(Ti,a) sec	P(Ti,a) obs	P(ti,α) th M = 1,6
800	65	13,66	51,34	6.000	8,99	53,94	52,64	91,185	88,91	13,708	350,16	468,11
1.200	44	11,71	32,29	4.000	9,33	37,32	34,80	137,931	128,59	9,851	487,26	587,37
1.600	32	8,28	23,72	3.000	9,66	28,98	26,35	182,163	165,53	9,063	529,62	673,11
2.000	80	7,29	22,71	2.400	9,99	23,97	23,34	205,655	200,01	8,399	571,49	737,73
2.400	26	6,46	19,54	2.000	10,33	20,66	20,1	238,805	232,25	8,046	596,57	788,43
3.200	21	5,61	15,39	1.500	11,00	16,5	15,94	301,129	290,87	8,218	584,08	862,06
4.000	19	5,02	13,98	1.200	11,66	13,99	13,98	343,347	342,79	7,329	654,93	913,24
8.000	14	3,87	11,13	600	15,00	9	10,6	452,830	533,05	6,877	697,97	1036,40
12.000	12	3,47	8,53	400	18,34	7,33	7,93	605,296	654,06	6,239	769,35	1085,18

Remarque : Pobs : puissance observée

Pth : puissance théorique

Les puissances sont mesurées en Kw/s

TABLEAU 34

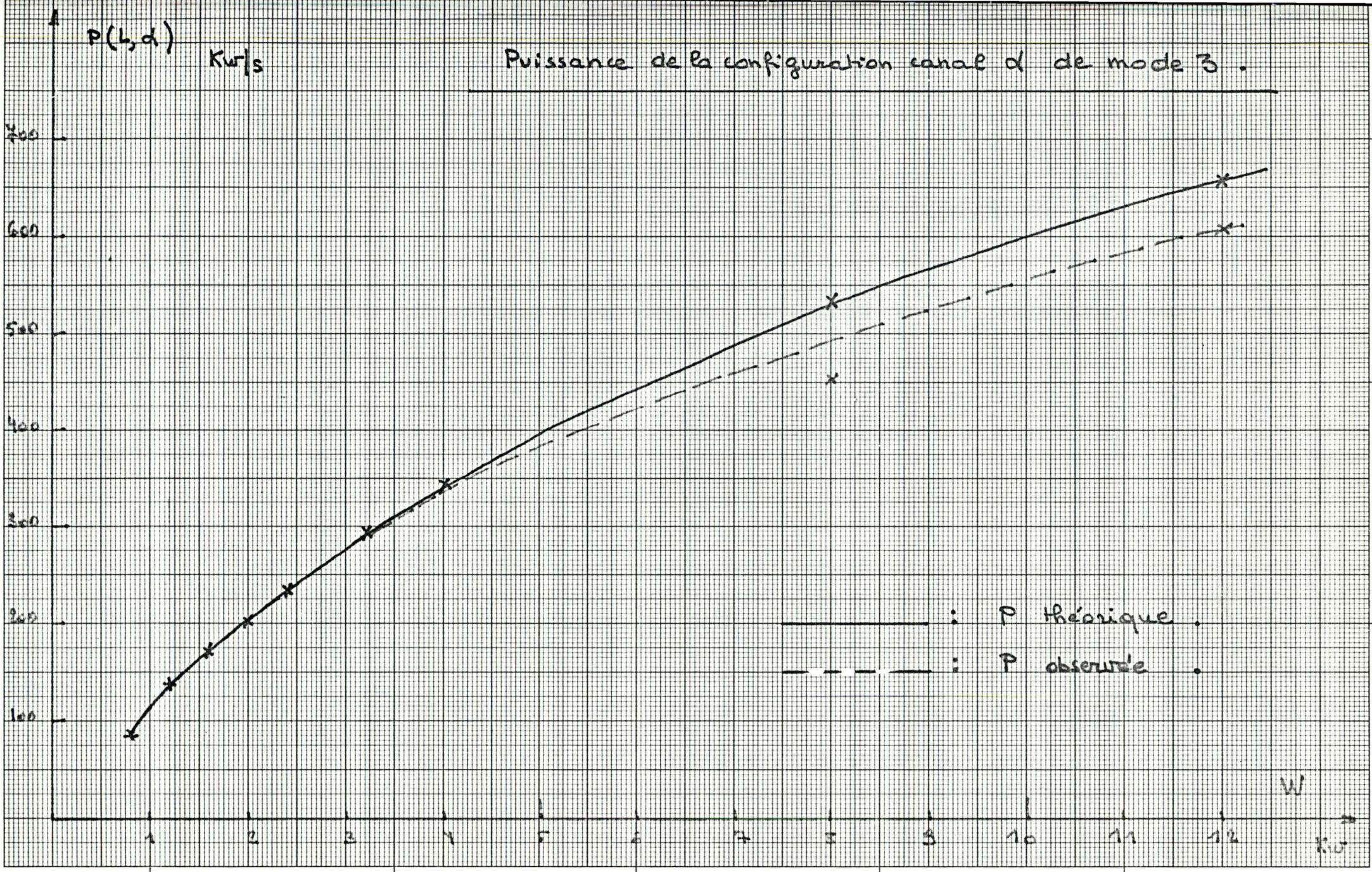

P(L,d)
Kw/s
Puissance de la configuration canal d de mode 3 .
700
600
500
400
300
200
100
: P théorique .
: P observée .
W
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Kw

Figure 35 .

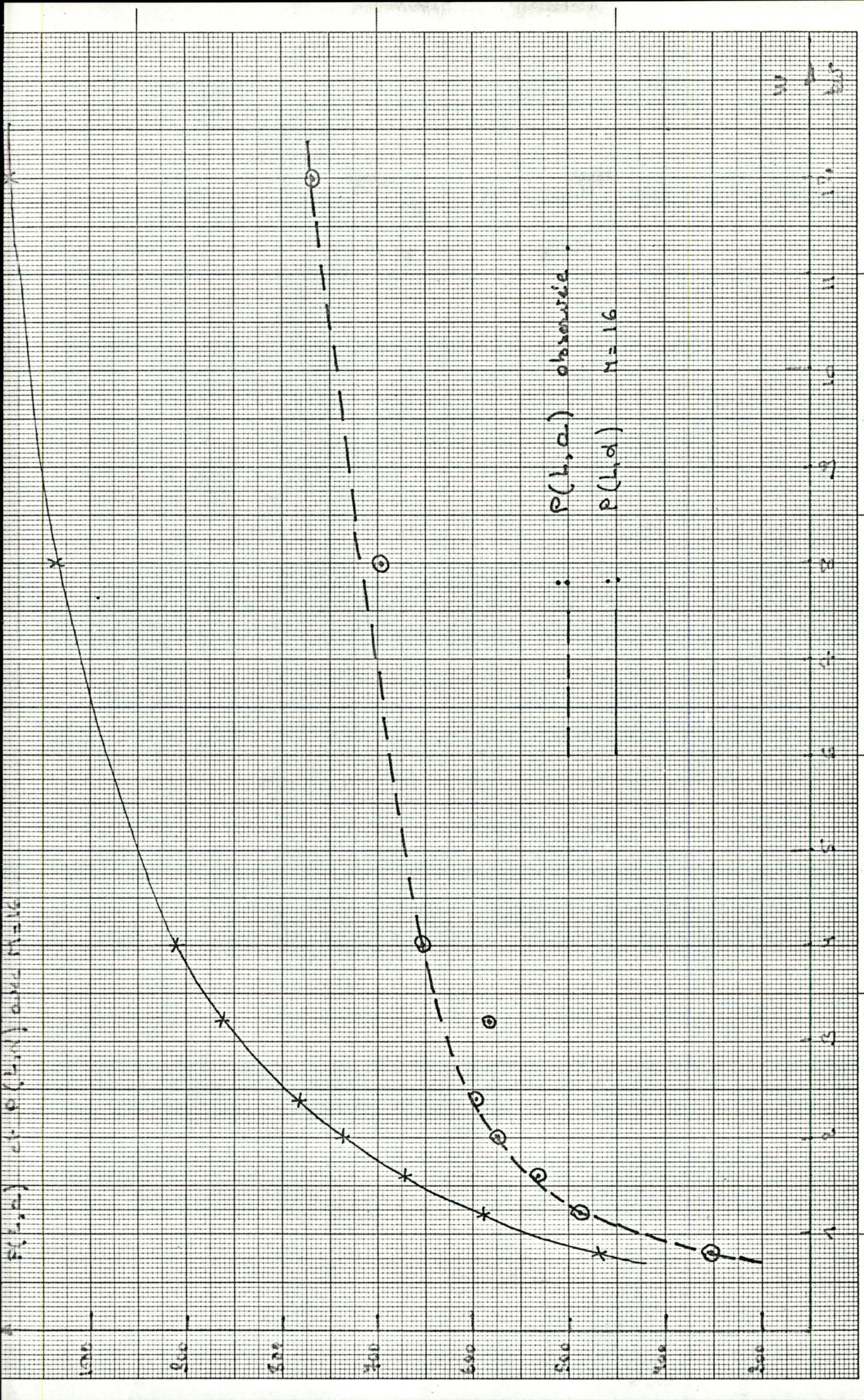


Figure 36 .

33. Conclusions sur l'ensemble des mesures effectuées .

Nous pouvons tirer deux types de conclusions.

Dans une première étape nous émettrons des conclusions d'ordre général et nous terminerons par des constatations sur les chiffres obtenus.

La plus grande difficulté rencontrée dans notre travail a été de pouvoir effectuer nos mesures dans des conditions optimales de succès.

Nous y sommes finalement parvenus pour presque la totalité de nos mesures.

Nous devons également tenir compte de la difficulté d'être absolument seul à travailler sur la configuration mise à notre disposition.

Comme déjà expliqué, cette condition n'a pu être toujours vérifiée et des écarts de mesure ont été enregistrés.

Il nous reste à diserter sur l'utilité d'un moniteur hardware ou sur la manque d'outils adéquats.

Nous restons néanmoins convaincus qu'une façon d'obtenir des mesures exactes est d'utiliser un moniteur hardware conjointement à une méthode d'approche rigoureuse du phénomène étudié.

Nous avons néanmoins montré qu'il ne pouvait nous aider dans certains cas et que les outils adéquats ne nous étaient pas disponibles.

Nous avons également proposé différentes méthodes pour pallier ces ambiguités.

A propos des conclusions relatives aux résultats obtenus, nous nous limiterons aux tests et aux calculs de puissance des configurations bande et disque.

Nous ne pouvons raisonnablement pas déduire des conclusions sur les mesures de puissance du CPU à cause des ennuis que nous avons eu.

Des constatations beaucoup plus intéressantes peuvent être faites à propos des capacités des configurations disques et bandes.

Ces conclusions sont résumées dans le tableau 38 page 101.

Constatons qu'au niveau de chaque programme de test, le pourcentage d'utilisation du processeur ou de la configuration testée reste constant ou augmente en fonction de la taille des enregistrements traités.

A ce niveau, il n'y a pas d'amélioration notable si ce n'est que le temps de transit du programme diminue.

Mais si on envisage l'utilisation de la configuration Ψ pendant une période $Tx(L,\Psi)$ fixe, on peut déduire des résultats intéressants.

Prenons par exemple $Tx(L,\Psi) = Tx(T1,\Psi)$ c.à.d. le temps de transit du premier programme exécuté.

Les performances des programmes suivants vont être comparées aux performances de ce premier programme.

Si on définit le taux d'utilisation du canal après modification par l'expression suivante :

$$t_{mod}(Ti,\alpha) = \frac{Tx(Ti,\alpha)}{Tx(T800,\Psi)} * \frac{Tx(Ti,\alpha)}{Tx(T4,\Psi)}$$

on remarque une diminution continuelle de ces rapports successifs.

C'est à dire que le canal est libéré pendant une grande période et pourra donc effectuer des entrées-sorties supplémentaires.

Si on définit le pourcentage de temps disponible pour la configuration par l'expression suivante :

$$\% \text{ gain}(Ti,\alpha) = \frac{Tx(T800,\alpha) - Tx(Ti,\alpha)}{Tx(T800,\alpha)} * 100$$

on constate un accroissement de temps disponible pour la configuration α.

Ces résultats sont visualisés par le graphique ci-dessous

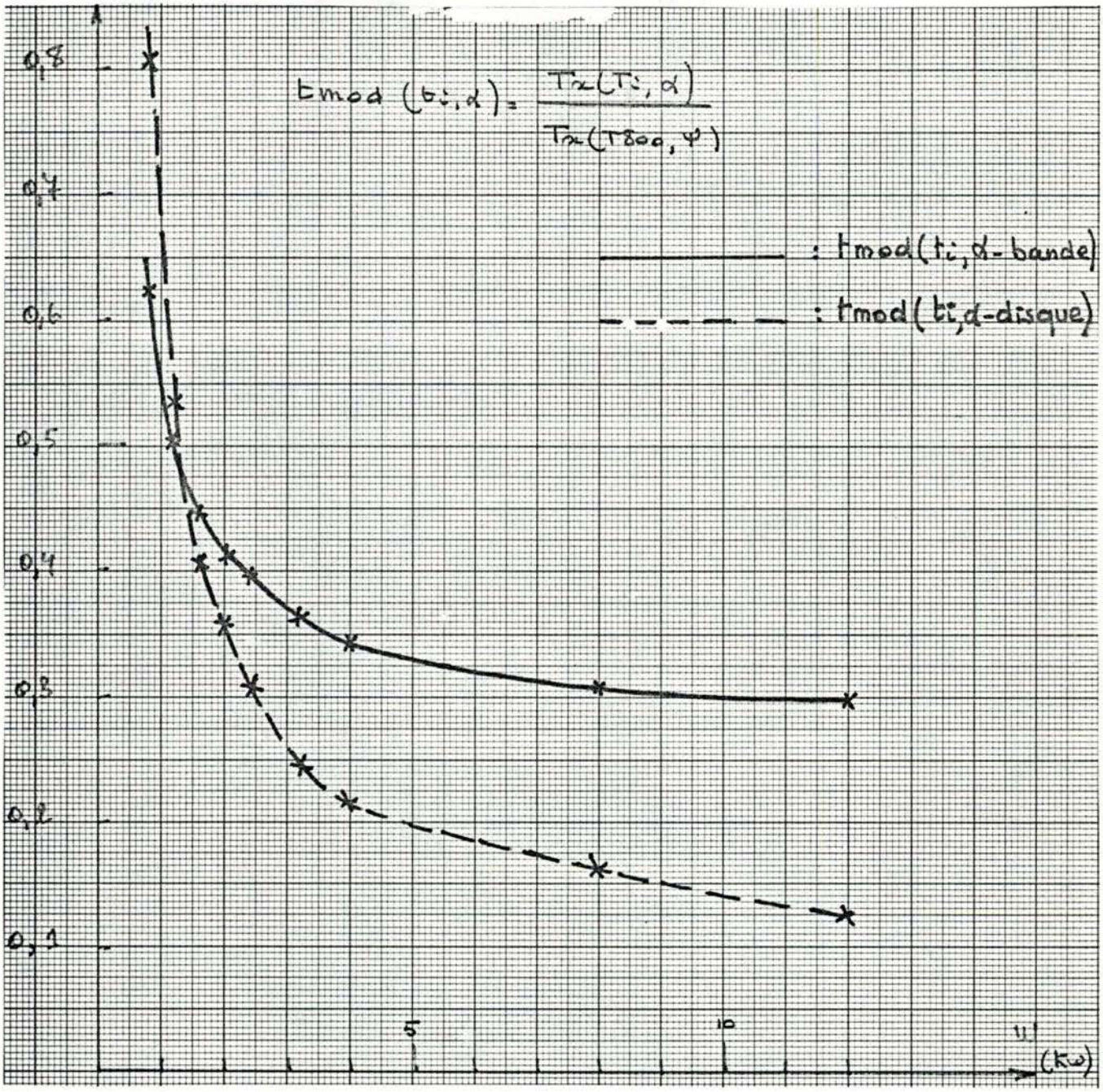


Figure 37 .

Donc les modifications exécutées apportent de réelles améliorations au niveau de la configuration et de l'ensemble de la charge susceptible d'être exécutée par cette configuration.

Néanmoins l'accroissement de cette amélioration diminuera en même temps que croît la taille des enregistrements traités.

Amélioration des performances des canaux disques et bandes après modification de la taille moyenne des enregistrements traités.

W.	BANDE					DISQUE				
	$Tx(Ti,\alpha)$	$Tx(Ti,\Psi)$	$\frac{Tx(ti,\alpha)}{Tx(Ti,\Psi)}$	$\frac{Tx(Ti,\alpha)}{Tx(T800,\Psi)}$	% gain	$Tx(Ti,\alpha)$	$Tx(Ti,\Psi)$	$\frac{Tx(Ti,\alpha)}{Tx(Ti,\Psi)}$	$\frac{Tx(Ti,\alpha)}{Tx(T800,\Psi)}$	% gain
800	34,864	56	0,622	0,622	0	52,64	65	0,809	0,809	0
1200	28,254	44	0,642	0,504	11,8	34,80	44	0,790	0,535	0,274
1600	24,944	38	0,656	0,445	17,7	26,35	32	0,823	0,405	0,404
2000	23,037	35	0,658	0,411	21,1	23,34	30	0,777	0,359	0,450
2400	21,71	33	0,657	0,387	23,48	20,1	26	0,773	0,309	0,500
3200	20,3	32	0,634	0,362	26,0	15,94	21	0,759	0,245	0,564
4000	19,249	30	0,641	0,343	27,8	13,98	19	0,735	0,215	0,594
8000	17,859	26	0,667	0,309	31,2	10,6	14	0,757	0,163	0,646
12000	16,74	25	0,669	0,298	32,3	7,93	12	0,660	0,122	0,687

Remarque :-

- i = 1 à 9 puisqu'il y a 9 tests.
- Les Tx sont mesurés en secondes
- Le pourcentage de gain de la configuration après modification est définit par la relation : $\%\ gain = \frac{Tx(T800,\alpha) - Tx(Ti,\alpha)}{Tx(T800,\Psi)} \times 100$
- T800 désigne le test utilisant des enregistrements de 800 octets de long.

Tableau 38 .

CHAPITRE 4 .

UTILISATION PRATIQUE DES CALCULS DE PUISSANCE DES PROCESSEURS D'UNE CONFIGURATION .

4. UTILISATION PRATIQUE DES CALCULS DE PUISSANCE DES PROCESSEURS D'UNE CONFIGURATION.

41. Introduction.

Dans le chapitre précédent, nous avons montré comment calculer les capacités théoriques et réelles d'une configuration donnée.

Software Physics ne serait pas réellement intéressant s'il s'arrêtrait à ce niveau et s'il ne permettrait pas de répondre à des questions semblables aux questions suivantes :

Ma configuration est-elle bien utilisée ?

Mon équipement est-il bien utilisé ?

Où sont les points faibles ?

Théoriquement et en appliquant Software Physics, que peut-on faire pour remédier à ces points faibles ?

Y-a-t-il lieu de faire une modification hardware ?

Quelle modification et importance de cette modification ?

Quelles seront les influences de ces modifications ?

etc.

Nous utiliserons alors les graphes de Kiviat pour visualiser les résultats obtenus par Software Physics et par la pratique.

---

42. Définition d'un ensemble de classes d'équipements .

Nous allons maintenant essayer de caractériser une configuration.

Il est d'abord nécessaire de trouver un moyen de décrire cette configuration.

Nous pouvons décrire cette configuration par un ensemble de classes d'équipements.

C'est en fonction du problème et du but désiré que nous choisissons les classes d'équipements pour former un modèle de configuration.

Par exemple, nous pourrions nous intéresser aux processeurs suivants :

1. CPU
2. disques
3. bandes
4. terminaux
5. imprimantes
6. Lecteur-perforateur de cartes.

Ces différents processeurs de Ψ forment un ensemble de classes d'équipement désigné par Ψ_1 .

Nous allons utiliser la notation vectorielle pour parler de la puissance ou du travail de Ψ_1.

Exemple :

$$\overrightarrow{P(\Psi_1)} = \begin{bmatrix} P(CPU) \\ P(disques) \\ P(bandes) \\ P(terminaux) \\ P(imprimantes) \\ P(lect\text{-}perf) \end{bmatrix}$$

avec $\Psi_1 \subset \Psi$

43. Opérations sur les vecteurs .

Il est nécessaire de définir les opérations que nous ferons sur ces vecteurs.

si - $\overrightarrow{w_1} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$ et $\overrightarrow{w_2} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$

- a_i , b_i , q sont des nombres reels positifs ou nuls .

alors :

- $W_1 = a_1 + a_2 = |\overrightarrow{w_1}|$

- $\overrightarrow{w_1} \pm \overrightarrow{w_2} = \begin{bmatrix} a_1 \pm b_1 \\ a_2 \pm b_2 \end{bmatrix}$

- $q \times \overrightarrow{w_1} = \begin{bmatrix} q \times a_1 \\ q \times a_2 \end{bmatrix}$

- $\overrightarrow{w_1} \times \overrightarrow{w_2} = \begin{bmatrix} a_1 \times b_1 \\ a_2 \times b_2 \end{bmatrix}$

- $\overrightarrow{w_1} \div \overrightarrow{w_2} = \begin{bmatrix} a_1 \div b_1 \\ a_2 \div b_2 \end{bmatrix}$

si $\div$ représente l'opération de division .

A cause de ces différentes définitions, les vecteurs ont toutes les propriétés algébriques normalement rencontrées.

ex. W1 (W1 + W3) = W1.W2 = W1.W3

etc.

Remarque : Pour la soustration de deux vecteurs, il y a lieu de s'assurer que $a_i \geq b_i \quad \forall i$.

En effet, toutes les valeurs utilisées dans software physics (W, P, T, R, Z, $C_\sim$) sont positives ou nulles.

.· En utilisant les différentes notations, nous pouvons écrire :

$$\overrightarrow{P(L,\Psi_1)} = \frac{\overrightarrow{W(L,\Psi_1)}}{\overrightarrow{Tx(L,\Psi_1)}}$$

$$= \begin{bmatrix} W(L,\gamma) & \div & Tx(L,\gamma) \\ W(L,\text{disque}) & \div & Tx(L,\text{disque}) \\ W(L,\text{bande}) & \div & Tx(L,\text{bande}) \\ W(L,\text{terminal}) & \div & Tx(L,\text{terminal}) \\ W(L,\text{imprimante}) & \div & Tx(L,\text{imprimante}) \\ W(L,\text{Lect-perf}) & \div & Tx(L,\text{Lect-perf}) \end{bmatrix}$$

44. <u>La configuration idéale</u> .

La configuration idéale est définie comme suit :

$$\Psi = \gamma \cup \phi$$

avec $\gamma = \gamma_1 \cup \gamma_2 \ldots \cup \gamma_n \quad n \geq 1$

$$\phi = \bigcup_j \beta_j$$

Il est à noter que la puissance d'une configuration E/S est maximale quand on attache une et une seule unité de contrôle à un canal.

Alors la puissance de la configuration idéale est définie comme suit :

$$P(\Psi) = P(\gamma) + P(\phi)$$

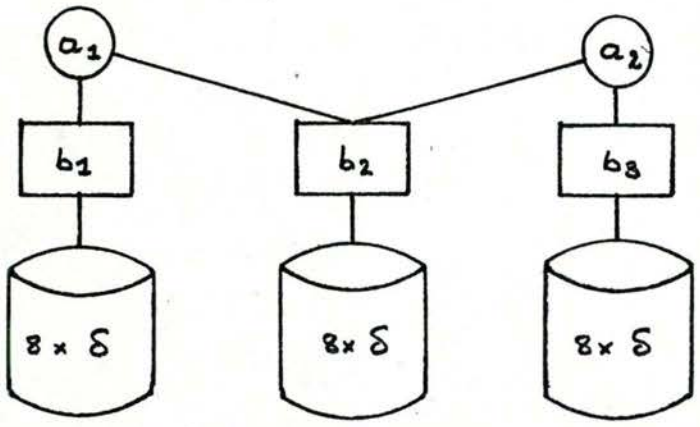
avec : $$P(\gamma) = \sum_{i=1}^{n} P(\gamma_i)$$

et $$P(\phi) = \sum_{j=1}^{m} P(\beta_j)$$

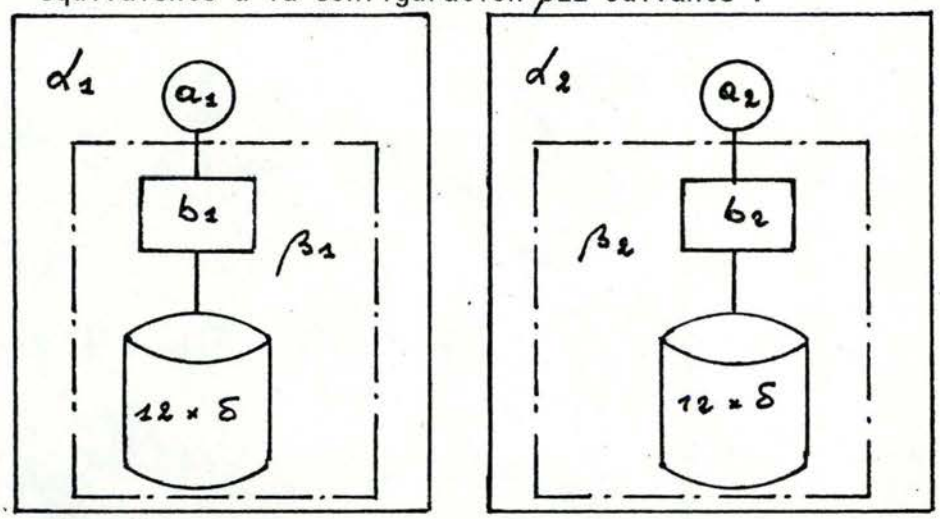
On peut s'étonner que la configuration idéale E/S est définie par rapport aux configurations unité de contrôle.

Nous illustrerons ce fait par quelques exemples.

- Soit la configuration Ø1 :

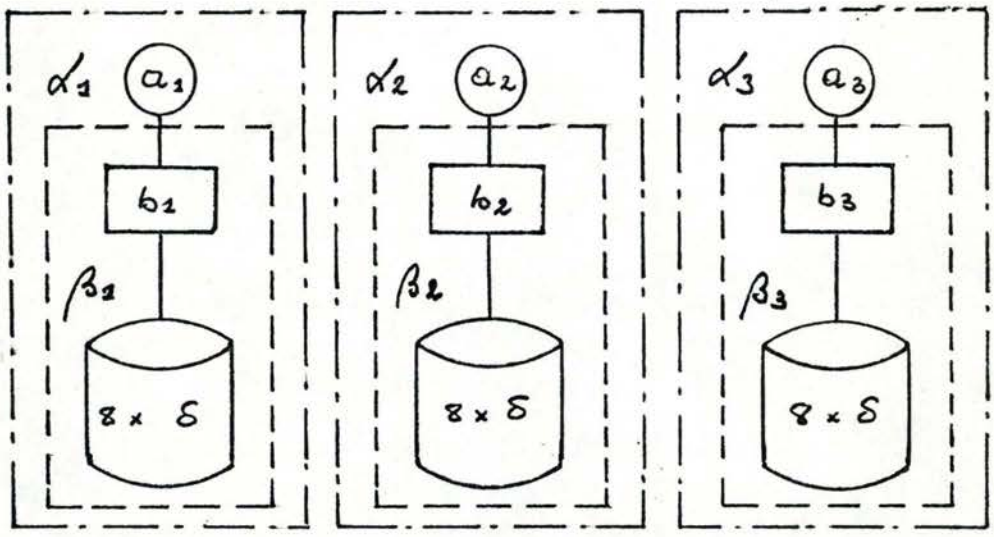


Du point de vue de la puissance, la configuration Ø1 est équivalente à la configuration Ø11 suivante :



c'est à dire que nous avons 12 périphériques disques connectés à chaque unité de contrôle au lieu de 8.

- Soit la configuration $\phi 2$



- Envisageons la puissance de ces différentes configurations

$$P(\phi_1) = P(\phi_{11}) = P(\beta_1) + P(\beta_2) = P(\alpha_1) + P(\alpha_2)$$

Dans chacune des configurations β de $\phi 11$, nous avons au maximum M = 12 processeurs en exécution.

$$P(\phi_2) = P(\beta_1) + P(\beta_2) + P(\beta_3) = P(\alpha_1) + P(\alpha_2) + P(\alpha_3)$$

Dans chacune des configurations β de $\phi 2$, nous avons au maximum M = 8 processeurs en exécution.

Alors $P(\phi_2) \geqslant P(\phi_1) = P(\phi_{11})$

C'est évident pour des canaux de mode 1 puisque le canal travaille exactement en même temps qu'un seul de ces processeurs périphériques connectés, les autres étant arrêtés.

Ajouter des armoires à bande ou des configurations unité de contrôle n'augmenterait donc pas la puissance du canal.

Pour les canaux de mode 2 et 3, il suffit de se référer aux graphiques n°25 et 35 afin de constater que l'accroissement de la puissance du canal diminue en fonction de l'accroissement de N ou M c.à.d. du nombre de périphériques connectés. (En supposant qu'ils sont tous en exécution).

Si on ajoute des disques et des unités de contrôle, la puissance de la configuration E/S sera au moins égale à ce qu'elle était avant modifications et l'accroissement de puissance sera d'autant plus faible que le nombre de périphériques connectés augmente.

La puissance de cette configuration sera donc optimale lorsque l'on aura connecté chaque unité de contrôle à un canal différent.

C'est pourquoi nous avons :

$$P(\phi) = \sum_{j=1}^{m} P(\beta_i)$$

---

45. Les différents types de puissance d'une configuration .

451. La puissance asymptotique .

La puissance asymptotique d'une configuration Ψ est symbolisée par le vecteur :

$$\overrightarrow{PA(\Psi)}$$

Les composantes de ce vecteur sont les puissances asymptotiques des classes d'équipement de la configuration idéale.

Nous avons montré dans les sections 311 et 312 comment calculer $PA(\gamma)$.

La puissance asymptotique de la configuration β de la configuration idéale est le taux maximum de transfert des processeurs connectés.

Nous avons montré dans la section 3211 comment obtenir la puissance asymptotique d'un processeur bande.

La calcul est semblable pour tout autre processeur.

Cette puissance, bien que jamais atteinte représente une bonne supérieure de la puissance théorique d'une configuration.

452. La puissance bloc .

La puissance bloc d'une configuration est la puissance calculée théoriquement en tenant compte de certaines caractéristiques de l'installation.

La puissance bloc concerne toujours la configuration idéale.

Ces différentes caractéristiques sont:

- taille moyenne des enregistrements traités dans les différentes configurations

- le mélange d'instruction du processeur principal permettant d'obtenir la puissance maximale de ce processeur .

Comme la puissance bloc tient compte des caractéristiques de la charge L exécutée, nous utiliserons la notations suivante :

$$\overrightarrow{PB(L,\Psi)}$$

Evidemment $PA(\Psi) \geq PB(L,\Psi)$

453. La puissance de la configuration.

C'est la puissance théorique de la configuration actuelle (c.à.d. opposé à idéale) en tenant compte ces caractéristiques de l'installation que nous avons définis en 452 et de la compositions exacte de la configuration entrée-sortie.

Cette puissance sera notée $PC(L,\Psi)$.

454. La puissance utilisée d'une configuration.

En pratique, il est rare qu'une configuration soit utilisée de façon optimale.

Sachant que nous pouvons mesurer le taux d'utilisation d'un processeur de Ψ, on définit la puissance utilisée ou OBSERVEE par la relation suivante :

$PO(L,\chi)$ = (taux d'utilisation de χ) . $P(\chi)$

$$= \frac{Tx(L,\chi)}{Tx(L,\Psi)} \cdot P(\chi)$$

Il nous faut préciser la signification de $P(\chi)$.

Puisque $PO(L,\chi)$ représente la puissance réellement utilisée par le processeur χ par rapport à la puissance disponible de ce processeur χ, alors $P(\chi) = PC(L,\chi)$.

$$PO(L,\chi) = \frac{Tx(L,\chi)}{Tx(L,\Psi)} \cdot PC(L,\chi)$$

c.à.d. que $PO(L,\chi)$ est la puissance relative de χ par rapport à Ψ. (cfr. section 17)

De même :

$$\overrightarrow{PO(L,\Psi)} = \begin{bmatrix} Tx(L,\gamma) \\ Tx(L,\text{disque}) \\ Tx(L,\text{bande}) \\ Tx(L,\text{terminal}) \\ Tx(L,\text{imprimante}) \\ Tx(L,\text{lect-perf}) \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{Tx(L,\Psi)} \cdot \begin{bmatrix} PC(L,\gamma) \\ PC(L,\text{disque}) \\ PC(L,\text{bande}) \\ PC(L,\text{terminal}) \\ PC(L,\text{imprimante}) \\ PC(L,\text{lect-perf}) \end{bmatrix}$$

46. La charge idéale d'une configuration .

La charge idéale est la charge qui en une seconde de temps de transit (Te(L,Ψ)), sera caractérisée par un vecteur de travail identique à $\overrightarrow{PC(L,\Psi)}$.

Dans ce cas ;

$$\overrightarrow{W(L,\Psi)} = \overrightarrow{PC(L,\Psi)} \cdot 1 \text{ sec}$$

Si pour Te(L,Ψ) > 1 on obtient :

$$\overrightarrow{W(L,\Psi)} = \overrightarrow{PC(L,\Psi)} \cdot Te(L,\Psi)$$

et la charge L est également idéale.

47. Les vecteurs d'efficacité.

Ayant défini différents types de puissances, il nous reste à introduire des rapports entre ces puissances.

Ces rapports nous permettront de mesurer l'efficacité de la configuration, de l'équipement, du design de cette configuration et l'efficacité de la charge totale L exécutée.

Ces rapports seront exprimés sous la forme d'un vecteur d'efficacité.

A. L'efficacité de l'équipement d'une installation .

L'efficacité de l'équipement est mesurée par le vecteur suivant :

$$\overrightarrow{Eff(equip)} = \frac{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}}$$

L'équipement sera utilisé au maximum quand :

$$\overrightarrow{PB(L,\Psi)} = \overrightarrow{PA(\Psi)}$$

Cette condition n'est pratiquement jamais atteinte .

B. L'efficacité de la configuration .

Etant donné un ensemble de classes d'équipements bien définit dont on a mesuré la puissance $\overrightarrow{PA(\Psi)}$, $\overrightarrow{PB(L,\Psi)}$, $\overrightarrow{PC(L,\Psi)}$,

alors l'efficacité de la configuration Ψ est donnée par le vecteur suivant :

$$\overrightarrow{Eff(config)} = \frac{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}$$

Les seules différences entre $\overrightarrow{PC(L,\Psi)}$ et $\overrightarrow{PB(L,\Psi)}$

se situeront dans les composantes relatives aux configurations entrée-sortie.

Ce vecteur mesure donc la façon dont la configuration entrée-sortie a été pratiquement implantée.

C. L'efficacité de la charge

L'efficacité de la charge est donnée par le vecteur suivant :

$$\overrightarrow{Eff(charge)} = \frac{\overrightarrow{PO(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}$$

Quand $\overrightarrow{PO(L,\Psi)} = \overrightarrow{PC(L,\Psi)}$,
la charge est dite parfaitement balancée, c.à.d. que cette charge utilise de façon optimale l'ensemble des ressources réelles de la configuration

Une charge parfaitement balancée est également une charge idéale.

D. L'efficacité du design.

L'efficacité du design par rapport à la charge réellement exécutée est mesurée par le vecteur suivant :

$$\overrightarrow{Eff(design)} = \frac{\overrightarrow{Po(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}$$

Remarque :

$$\overrightarrow{Eff(design)} = \frac{\overrightarrow{Po(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}} \cdot \frac{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}$$

$$= \frac{\overrightarrow{Po(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}} \cdot \frac{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}$$

$$= \overrightarrow{Eff(change)} \cdot \overrightarrow{Eff(config)}$$

E. L'efficacité absolue d'une configuration.

Le vecteur d'efficacité absolue d'une configuration est défini par le rapport de la puissance utilisée sur la puissance asymptotique de la configuration

$$\overrightarrow{Eff(absolue)} = \frac{\overrightarrow{Po(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}}$$

Remarque :

$$\overrightarrow{Eff(absolue)} = \frac{\overrightarrow{Po(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}} \cdot \frac{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}} \cdot \frac{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}$$

$$= \frac{\overrightarrow{Po(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}} \cdot \frac{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}} \cdot \frac{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}}$$

$$\text{et } \overrightarrow{Eff(absolue)} = \overrightarrow{Eff(charge)} \cdot \overrightarrow{Eff(conf)} \cdot \overrightarrow{Eff(equip)}$$
$$= \overrightarrow{Eff(design)} \cdot \overrightarrow{Eff(equip)}.$$

48. Méthode d'amélioration des capacités .

Nous possédons maintenant tous les outils qui nous permettront d'améliorer les capacités d'une configuration informatique.

La démarche à suivre comporte les étapes suivantes :

A. Calculer $\overrightarrow{PA(\Psi)}$, $\overrightarrow{PB(L,\Psi)}$, $\overrightarrow{PC(L,\Psi)}$ et $\overrightarrow{PO(L,\Psi)}$

Ce calcul implique la définition de Ψ en classes d'équipement . (définition de Ψ_1). Connaissance des caractéristiques techniques de l'équipement.

Evaluation de la taille moyenne des enregistrements écrits et lus sur les canaux disques et bandes.

Mesurer au moyen de moniteur, les taux d'utilisation des différents processeurs retenus dans notre calcul.

B. Suivant que nous désirons améliorer la puissance de la configuration, de l'équipement, l'efficacité du design ou l'utilisation réelle de la configuration, on analyse le vecteur d'efficacité relatif au but poursuivi.

On peut envisager ce vecteur de deux façons.

La première consiste à observer de façon générale la norme de ce vecteur.

Décider que la valeur ainsi obtenue est suffisamment grande pour pouvoir dire que la configuration ,l'équipement, le design ou la charge exécutée est bien utilisée ou décider d'observer plus en profondeur ce vecteur.

La seconde manière consiste à analyser chaque composante du vecteur d'efficacité étudié et de relever les composantes jugées faibles.

On peut alors décider d'améliorer les processeurs relatifs à ces composantes.

C. Ayant relevé les points faibles ou ayant décidé de rendre encore plus performants certains processeurs de la configuration, il faut déterminer les mesures et actions à prendre pour améliorer cette configuration.

Pour se faire, on reprend la formule de capacité du processeur à rendre plus performant. On joue alors sur les paramètres utilisés dans cette formule afin d'obtenir une puissance supérieure.

Il y a deux types de paramètres :

- les paramètres logiciels ou modifiables .

  ex. - la taille des enregistrements

  - le comportement d'un programme

  - le temps de SEEK peut être modifié en disposant de façon adéquate les enregistrements et les fichiers sur les disques.

- les paramètres techniques .

  Ces paramètres ne peuvent être changés que par modification du matériel hardware.

  Dans ce cas, augmenter la puissance d'un processeur impliquera le changement de ce processeur par un autre plus puissant, ou le dédoublement de ce processeur.

D. Ayant déterminé les modifications à faire, les ayant appliqués, contrôler en mesurant que les espérances théoriques concordent avec la réalité observée.

En cas d'insatisfaction, on réitère le processus.

49. Méthode de visualisation de l'efficacité d'un système .

Nous allons visualiser l'efficacité d'un système au moyen des graphes de KIVIAT. [24,27,28].

Ce graphe est composé d'un cercle partagé en secteurs égaux par des rayons.

Il y aura autant de rayons qu'il y a de classes d'équipements retenues dans Ψ_1.

On peut alors visualiser les différents vecteurs d'efficacité étudiés.

Ces vecteurs sont obtenus par division de deux puissances.

On représente donc sur chaque rayon, une composante de ce vecteur.

Cette composante est le rapport entre deux puissances relatives au processeur associé à cette composante.

Le dénominateur de ce rapport est représenté par la longueur du rayon tandis que le numérateur est représenté par une portion de ce rayon.

Le rapport de ces deux distances est évidemment proportionnel à la valeur de la composante du vecteur d'efficacité représentée sur ce rayon.

Donnons ci-après quelques exemples de graphes de KIVIAT.

La configuration représentée par le graphe de KIVIAT de la figure n° 39 est composée de 10 classes d'équipements.

Il y donc 10 rayons représentant chacun une de ces classes.

Les rapports $\frac{P(B)}{P(A)}$ et $\frac{P(C)}{P(A)}$ ont été représenté pour

chacune de ces classes d'équipements.

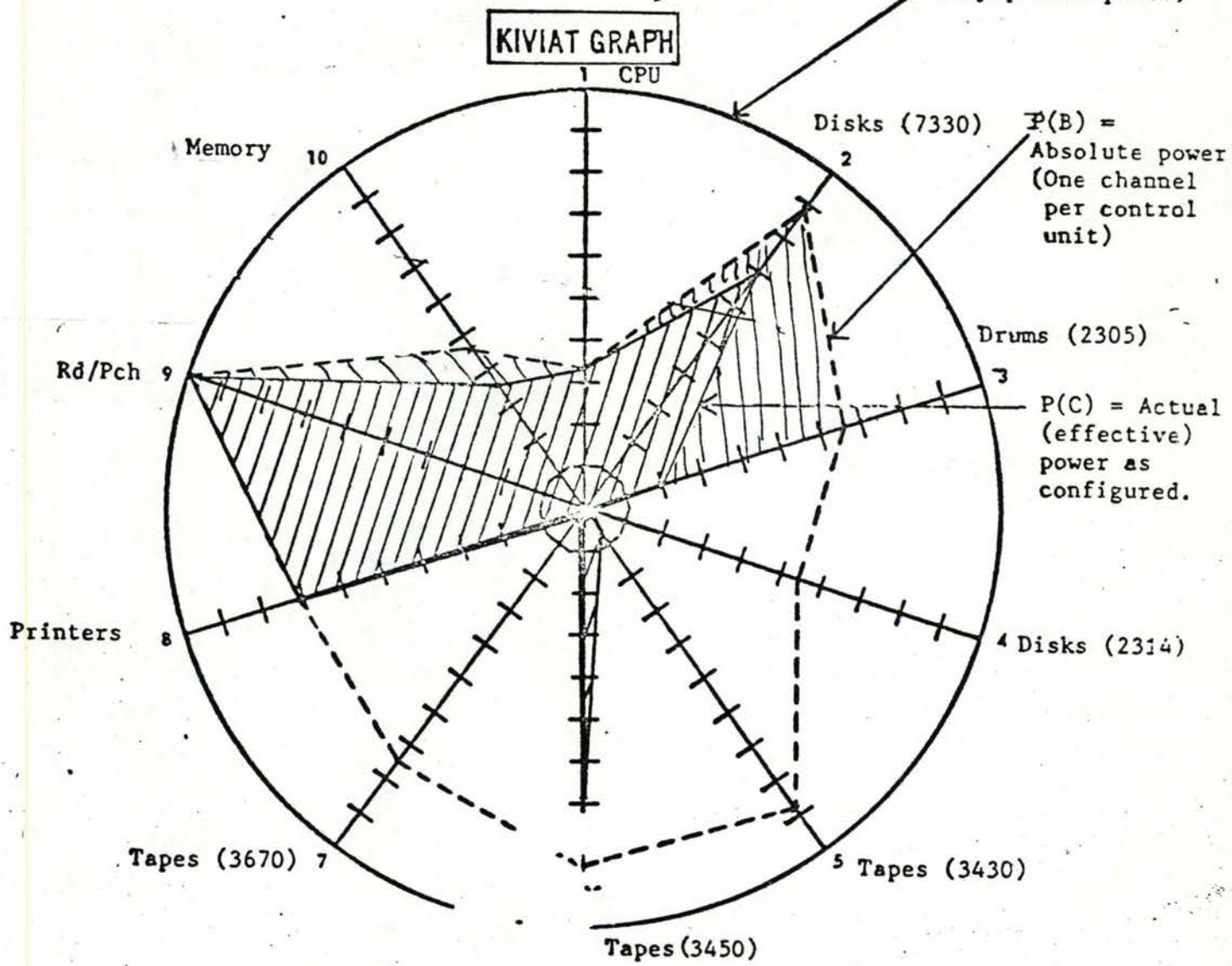
Si on relie les points marqués sur les rayons du graphe, pour un même vecteur d'efficacité, on obtient une surface.

Suivant le vecteur envisagé, la surface est délimitée et hachurée en traits différents.

Optimiser une configuration consiste en fait à rendre le surface relative à un vecteur d'efficacité la plus grande possible.

Au maximum, cette surface sera un polygone à 10 côtés inscrit dans le cercle du graphe.

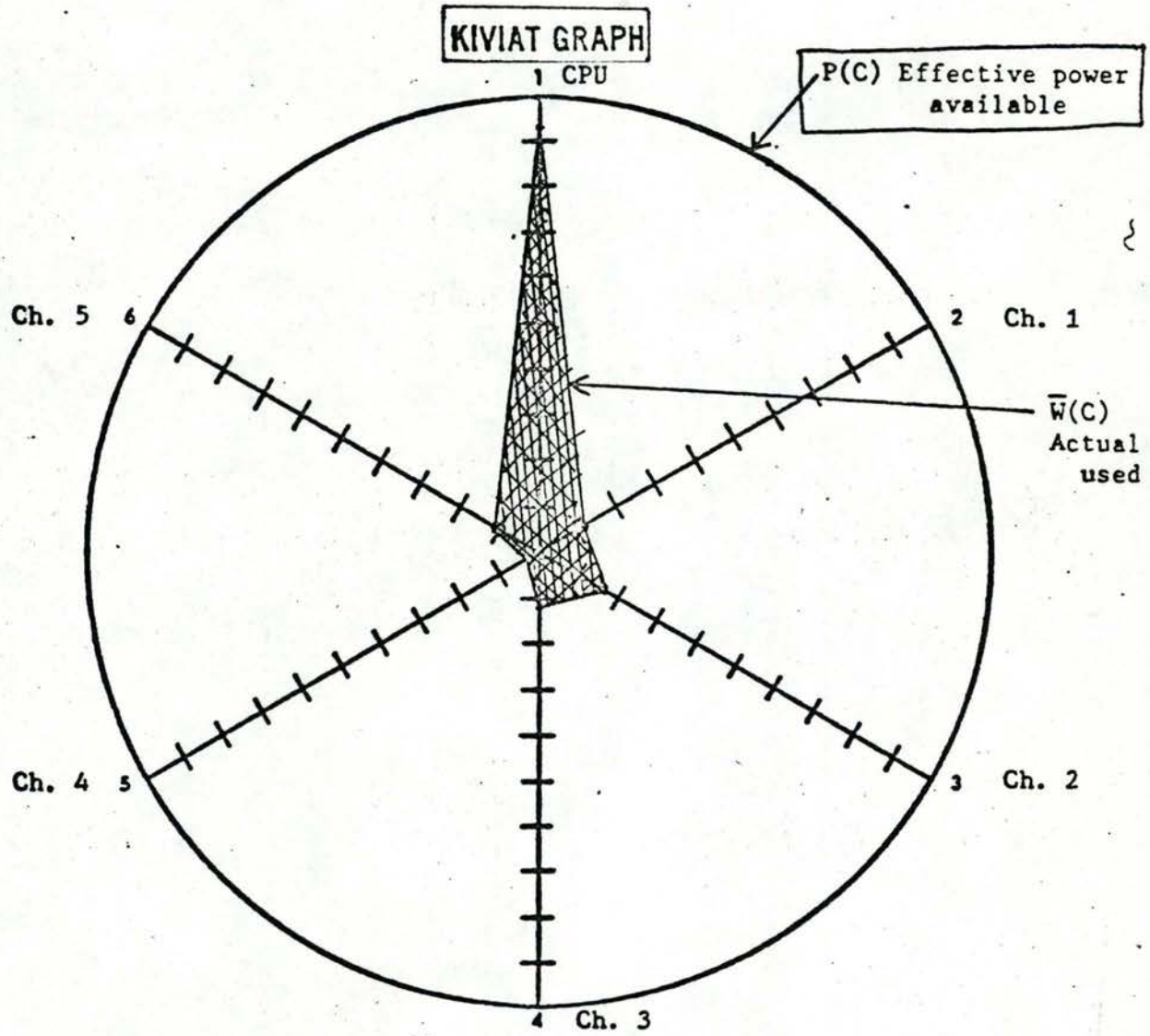
System Power Levels



		P(B)/P(A)	P(C)/P(A)			P(B)/P(A)	P(C)/P(A)
1	CPU	.33	.33	2	Disk: 7330	.89	.70
3	Drum: 2305	.66	.20	4	Disk: 2314	.54	.01
5	Tape: 3430	.88	.07	6	Tape: 3450	.85	.69
7	Tape: 3670	.75	.02	8	Printer	.71	.71
9	Cd Rd/Pch	1.00	1.00	10	Main Storage	.47	.36

Figure 39 .

CPU and High-speed Channel Usage



	$\frac{\bar{W}(C)}{P(C)}$		$\frac{\bar{W}(C)}{P(C)}$
1 CPU	.93	2 Channel 1	.12
3 Channel 2	.16	4 Channel 3	.12
5 Channel 4	.03	6 Channel 5	.11

Figure 40 .

La configuration représentée par le graphe de KIVIAT de la figure n° 40 est composée du CPU et des canaux raccordés à des périphériques rapides.

Bien que utilisant des notations légèrement différentes, le rapport $\frac{Po(L,\Psi)}{Pc(L,\Psi)}$ est représenté pour chacun des processeurs χ de la configuration.

Si on mesure une configuration Ψ pendant une seconde, le travail observé sera de $W(L,\Psi)$.

Alors :

$W(L,\Psi) = PO(L,\Psi) \times 1$ seconde

Le graphe utilise la notation $\overline{W(C)}$ plutôt que $W(L,\Psi)$ ou que $PO(L,\Psi)$.

On remarque directement que seul le CPU est bien utilisé et que les canaux pourraient être utilisés de façon beaucoup plus intense.

410. Etude pratique des performances d'une configuration .

Rappelons que dans notre étude, nous n'avons envisagé que le calcul de puissance des processeurs suivants :

- le CPU
- les périphériques E/S
- les canaux

Nous définissons alors un ensemble Ψ_1 de classes d'équipements dont la puissance est donnée par :

$$P(\Psi_1) = \begin{bmatrix} P(CPU) \\ P(disques) \\ P(bandes) \end{bmatrix}$$

Dans cet exemple nous utiliserons aussi bien Ψ que Ψ_1.

Il nous reste à définir la configuration étudiée ainsi que d'en donner les caractéristiques techniques.

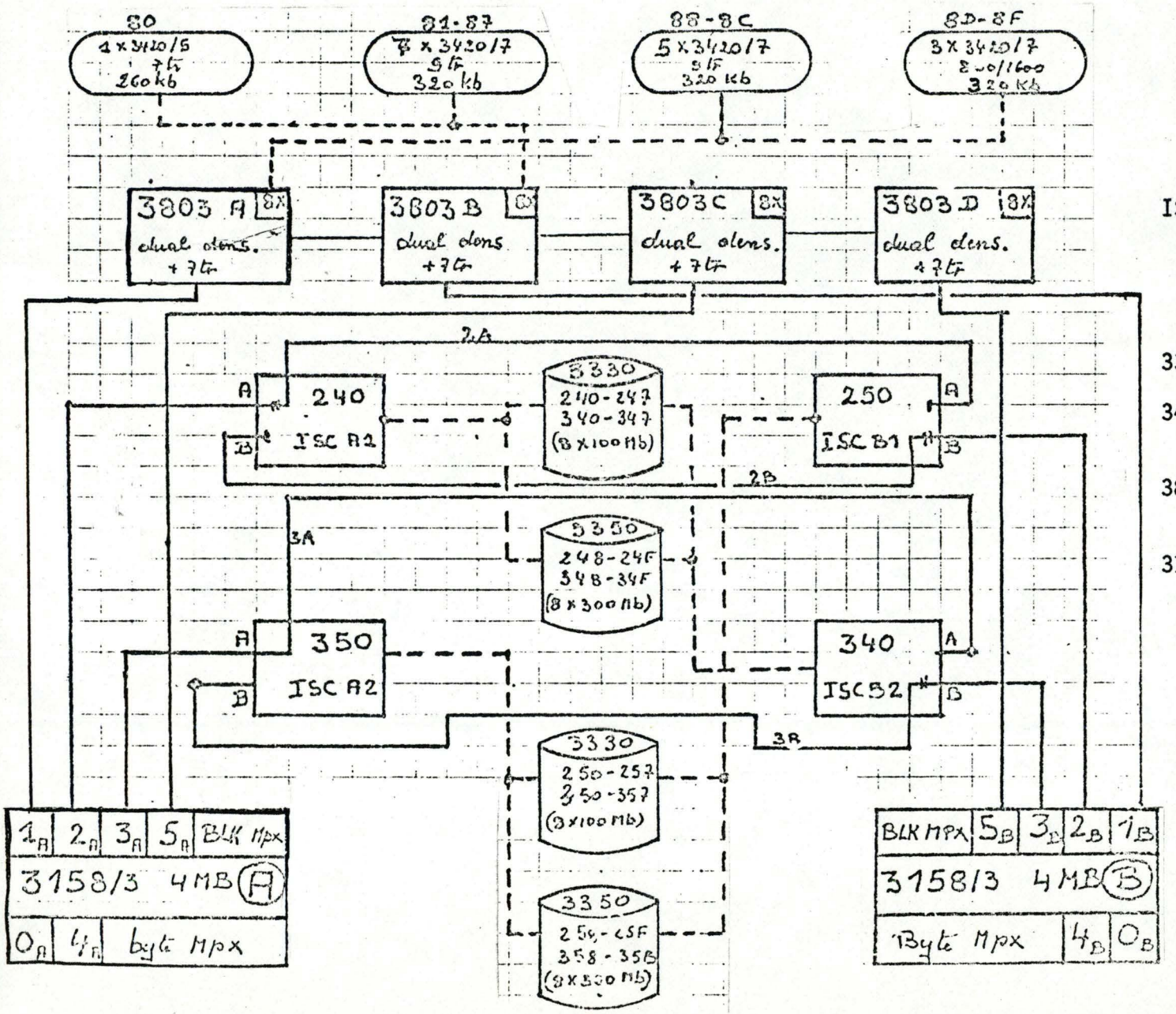
Cette configuration sera décrite par le croquis de la page 121.

Nous avons relativement simplifié ce croquis car nous aurions dû introduire certains processeurs spécialisés permettant à deux ordinateurs de se partager leurs périphériques respectifs.

Après réflexion, nous avons constaté que ces processeurs n'augmentent pas la puissance des canaux mais permettent simplement à un canal d'accéder à plus de périphériques.

Ces processeurs sont connus sous les dénominations de "TWO CHANNEL SWITCH" et de "TWO STRING SWITCH".

Croquis de la configuration étudiée.



Légende.

ISC : Integrated Storage control.

Permettent aux 2 CPU de se partager leurs périphériques disques.

3330, 3350 : périphériques disques.

3420/5 et 3420/7 : armoires à bandes.

3803 : unité de contrôle bande.

3158/3 : le CPU IBM 370-158 modèle 3.

Figure 41.

1. Le CPU .

La configuration Ψ possède deux CPU γ_1 et γ_2 de mêmes caractéristiques .

$PA(\gamma_1) = PA(\gamma_2) = 11,59$ Mw/s [cfr 3.1.2]

$PB(L,\gamma_1) = PB(L,\gamma_2) = 8,179$ Mw/s

N.B. La puissance bloc est obtenue en ayant un mélange idéal d'instruction du CPU.

En se référant aux résultats obtenus en 314, la puissance maximale est obtenue pour une US composée uniquement d'instructions de MOVE CHARACTER (MVC).

Alors :

$PA(\gamma_1 \cup \gamma_2) = 2 * 11,59 = 23,18$ Mw/s

$PB(L,\gamma_1 \cup \gamma_2) = 2 * 8,179 = 16,358$ Mw/s

$PC(L,\gamma_1 \cup \gamma_2) = PB(L,\gamma_1 \cup \gamma_2) = 16,358$ Mw/s

2. Les disques .

La configuration est constituée de 4 canaux de mode 3 et de 4 unités de contrôle désignées par ISC.

Chacune de ces unités permet l'accès aux 16 disques 3330 et aux 16 disques 3350.

En moyenne, une unité de contrôle supervise 8 périphériques disques au maximum.

En rappelant que :

MBTR - 3330 = 806 Kw/s
MBTR - 3350 = 1198 Kw/s

alors : PA(disque) = 2 * 806 + 2 * 1198
= 4008 Kw/s

La taille moyenne des enregistrements traités dans la configuration disque a été estimée par moniteur software et est de 2300 octets.

Pour une configuration β-3330, nous avons :

M = 8

$\overline{t1}$ = 30 ms

MBTR = 806 Kw/s

$$M \cdot \left(\frac{tr}{M} + t_3 \right) = 8 \cdot \left(\frac{16,16}{8} + \frac{2300}{806} \right)$$

$$= 41,46 \text{ ms}$$

Comme $t1 < 41,46$ ms, alors :

$$PB(L, \beta\text{-}3330) = \frac{\overline{W}}{\frac{tr}{M} + \frac{\overline{W}}{MBTR}} = \frac{2300}{\frac{16,16}{8} + \frac{2300}{806}}$$

$$= \frac{2300}{5,12} = 444,015 \text{ Kw/s}$$

Pour une configuration β-3350, nous avons :

M = 8

t1 = 25 ms

MBTR = 1198 Kw/s

$$M \cdot \left(\frac{tr}{M} + t_3 \right) = 8 \cdot \left(\frac{16,16}{8} + \frac{2300}{1198} \right)$$

$$= 33,99 \text{ ms}$$

Comme $t1 < 33,99$ ms, alors :

$$PB(L, \beta\text{-}3350) = \frac{\overline{W}}{\frac{tr}{M} + \frac{\overline{W}}{MBTR}} = \frac{2300}{\frac{16,66}{8} + \frac{2300}{1198}}$$

$$= \frac{2300}{4,24} = 542,45 \text{ Kw/s}$$

Comme nous avons 2 β-3330 et 2 β-3350, alors

$$PB(L, \phi\text{-disque}) = 2 \cdot (444,015 + 542,45)$$
$$= 1972,93 \text{ Kw/s}$$

Comme nous avons un canal par configuration β, alors

PC(L, Ø-disque) = PB(L, Ø-disque)
= 1972,93 Kw/s

3. Les bandes.

La configuration possède 4 canaux de mode 1 connecté chacun à une unité de contrôle.

Comme MBTR = 320 Kw/s, alors :

PA(α-bande) = PA (β-bande)
= 320 Kw/s

Et PA(ϕ-bande) = 4 * 320
= 1280 Kw/s

Comme la taille moyenne des enregistrements traités sur bande est de 4850 octets,
alors :

$$PB(\alpha\text{-bande}) = \frac{4850}{3 + \frac{4850 + 82}{320}}$$

$$= \frac{4850}{18,41} = 263,44 \text{ Kw/s}$$

Finalement, PB(L, Ø-bande) = PC(L,Ø-bande)

= 4 * 263,44 = 1053,76 Kw/s

4. Calcul de $PO(L,\Psi)$.

Nous avons pour une période de un mois, enregistré les renseignements suivants :

- la configuration a été disponible pendant 546 heures.

  Puisqu'il y a deux ordinateurs Ψ_1 et Ψ_2, alors

  $$Tx(L,\Psi) = Tx(L,\Psi_1 \cup \Psi_2)$$
  $$= Tx(L,\Psi_1) + Tx(L,\Psi_2)$$
  $$= 2 \times 546 \times 3600$$
  $$= 3.931.200 \text{ secondes}$$

- La somme des temps d'occupation des CPU γ_1 et γ_2 est de :

  $$Tx(L,\gamma) = Tx(L,\gamma_1 \cup \gamma_2) = 2.938.700 \text{ secondes}$$

- Nombre d'actions sur disque : 77.508.400

- Nombre d'actions sur bande : 79.672.850

Ces renseignements nous permettent de calculer que :

- $$PO(L,\gamma) = PC(L,\gamma) \cdot \frac{Tx(L,\gamma)}{Tx(L,\Psi)}$$
  $$= 16,358 \times \frac{2.938.700}{3.931.200} = 12,219 \text{ Mw/s}$$

- $$PO(L, \text{Ø-bande}) = PC(L,\text{Ø-bande}) \cdot \frac{Tx(L,\text{Ø-bande})}{Tx(L,\Psi)}$$

  Comme une action sur bande nécessite un temps de traitement de 18,41 ms, alors :

  $$Tx(L,\text{Ø-bande}) = 18,41 \times 79.672.850$$
  $$= 1.466.777 \text{ sec}$$
  $$PO(L,\text{Ø-bande}) = 1053,76 \times \frac{1.466.777}{3.931.200}$$
  $$= 393,157 \text{ Kw/s}$$

- $$PO(L,\text{Ø-disque}) = PC(L,\text{Ø-disque}) \cdot \frac{Tx(L,\text{Ø-disque})}{Tx(L,\Psi)}$$

Il ne nous était pas possible de calculer Tx(L,Ø-disque) de la même façon que pour les bandes.

Ce calcul aurait nécessité de connaître le nombre moyen M de disques en exécution dans chaque configuration α.

Cette mesure nécessitant un cablage spécial du moniteur hardware, nous avons préféré utiliser des mesures obtenues de façon permanente par ce moniteur.

En effet, le moniteur hardware nous donne les pourcentage d'utilisation des canaux.

En faisant la moyenne de ces pourcentages pour la période de un mois considérée, nous obtenons :

$$\frac{Tx(L, \text{Ø-disque})}{Tx(L, \Psi)} \times 100 = 36\ \%$$

Alors :

$$PO(L,\text{Ø-disque}) = 0{,}36 \times 1972{,}93$$

$$= 710{,}25 \text{ Kw/s}$$

5. Les vecteurs de puissance de

- $\overrightarrow{PA(\Psi)} = \begin{bmatrix} 23180 \\ 4008 \\ 1280 \end{bmatrix}$

$PA(\Psi) = \left| \overrightarrow{PA(\Psi)} \right| = 24.468$ Kw/s

- $\overrightarrow{PB(L,\Psi)} = \begin{bmatrix} 16.358 \\ 1.972{,}93 \\ 1.053{,}76 \end{bmatrix}$

$PB(L,\Psi) = \left| \overrightarrow{PB(L,\Psi)} \right| = 19.384{,}69$ Kw/s

- $\overrightarrow{PC(L,\Psi)} = \overrightarrow{PB(L,\Psi)}$
- $\overrightarrow{PO(L,\Psi)} = \begin{bmatrix} 12.219 \\ 710{,}25 \\ 393{,}157 \end{bmatrix}$

$PO(L,\Psi) = \left| \overrightarrow{PO(L,\Psi)} \right| = 13.322{,}407$ Kw/s

Remarque

Comme $\gamma = \gamma_1 \cup \gamma_2$ et que $P(\gamma_1) = P(\gamma_2)$

Alors $PO(L,\gamma_1) = PO(L,\gamma_2) = \frac{12.219}{2}$

$= 6.109,5$ Kw/s $= 6,1$ Mw/s

Cette valeur est proche de celle qui nous a été donnée par Monsieur KOLENCE et proche de celle que nous avons mesuré par Benchmark en 314.

6. Les vecteurs d'efficacité.

- $\overrightarrow{Eff(équip)} = \frac{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}} = \begin{bmatrix} 16.358 \div 23.180 \\ 1.972,33 \div 4.008 \\ 1.053,76 \div 1.280 \end{bmatrix}$

$$= \begin{vmatrix} 0,706 \\ 0,492 \\ 0,823 \end{vmatrix}$$

- $Eff(équip) = \frac{|\overrightarrow{PB(L,\Psi)}|}{|\overrightarrow{PA(\Psi)}|} = \frac{19.384,69}{24.468}$

$= 0,792$

En fonction de certaines caractéristiques de l'installation,

c.à.d., . taille moyenne des enregistrements de $\emptyset$
. mélange optimale d'instruction de γ .

alors, les CPU, les disques et les bandes sont respectivement utilisés à 70,5 %, 49,2 % et 82,3 % de leurs capacités théoriques.

Donc l'équipement pourrait être utilisé plus intensivement .

- $\overrightarrow{Eff(config)} = \dfrac{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}$

Comme $\overrightarrow{PB(L,\Psi)} = \overrightarrow{PC(L,\Psi)}$, Alors $\overrightarrow{Eff(config)} = \overrightarrow{Eff(équip)}$

- $\overrightarrow{Eff(charge)} = \dfrac{\overrightarrow{PO(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}$ $\begin{bmatrix} 12.219 & \div & 16.358 \\ 710,25 & \div & 1.372,93 \\ 393,157 & \div & 1.053,76 \end{bmatrix}$

$$= \begin{bmatrix} 0,747 \\ 0,359 \\ 0,373 \end{bmatrix}$$

En fonction des caractéristiques réelles de la charge L exécutées et des possiblités réelles des processeurs de γ, alors le CPU est utilisé pendant 74,7% du temps et les pourcentages d'utilisation des disques et des bandes sont respectivement de 35,9% et de 37,3%.

$$Eff(charge) = \frac{\left|\overrightarrow{PO(L,\Psi)}\right|}{\left|\overrightarrow{PC(L,\Psi)}\right|} = \frac{13.322.407}{19.384,69}$$

$$= 0,687$$

La charge L exécutée n'est pas bien balancée , elle utilise en moyenne 69% des ressources de la configuration

- $\overrightarrow{Eff(design)} = \dfrac{\overrightarrow{PO(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}$

comme $\overrightarrow{PB(L,\Psi)} = \overrightarrow{PC(L,\Psi)}$,

Alors $\overrightarrow{Eff(design)} = \overrightarrow{Eff(charge)}$

- $\overrightarrow{Eff(absolue)} = \dfrac{\overrightarrow{PO(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}} =$ $\begin{bmatrix} 12.219 & \div & 23.180 \\ 710,25 & \div & 4.008 \\ 893,157 & \div & 1.280 \end{bmatrix}$

$$= \begin{bmatrix} 0,527 \\ 0,177 \\ 0,307 \end{bmatrix}$$

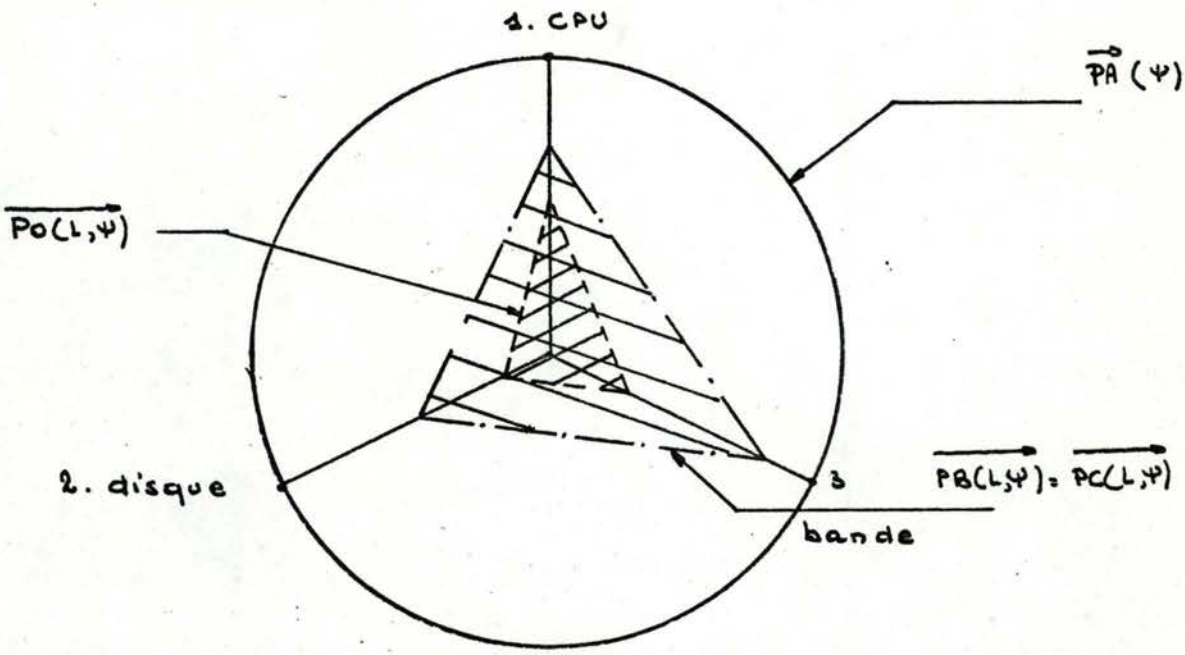
Ce vecteur nous permet de dire que le CPU,
les disques et les bandes sont respectivement utilisés
à 52,7%, 17,7% et 30,7% de leurs capacités théoriques

$$\text{Eff(absolue)} = \frac{|\overrightarrow{PO(L,\Psi)}|}{|\overrightarrow{PA(\Psi)}|} = \frac{13.322,407}{24.468}$$

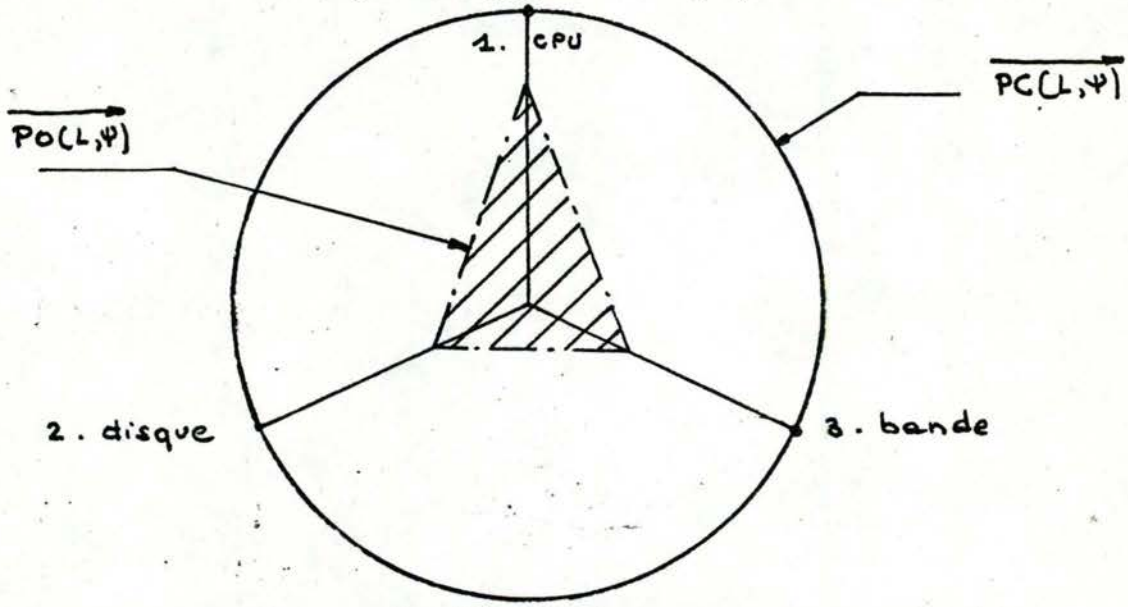
$$= 0,544$$

De façon générale, l'équipement de Ψ est utilisé
à 54,4% de ses capacités théoriques.

Il nous reste à visualiser tous ces résultats sur un graphe de KIVIAT.



Dans ce premier graphe, nous avons représenté les rapports $\frac{\overrightarrow{PB(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}}$ et $\frac{\overrightarrow{PO(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PA(\Psi)}}$.



Dans ce deuxième graphe, nous avons représenté le rapport $\frac{\overrightarrow{PO(L,\Psi)}}{\overrightarrow{PC(L,\Psi)}}$.

Supposons que nous voulions augmenter la puissance des configurations disques et bandes et qu'il nous est facile d'augmenter la taille des enregistrements des fichiers de ces configurations.

Si nous portons la taille moyenne des enregistrements sur disque à 5000 octets et à 7000 octets pour les enregistrements sur bande, alors :

- $PC(L, \alpha\text{-bande}) = \dfrac{7000}{3 + \dfrac{7000 + 82}{320}} = 278{,}53$ Kw/s

et $PC(L, \emptyset\text{-bande}) = 4 \times 278{,}53 = 1.114{,}12$ Kw/s

- $PC(L, \alpha\text{-disque}) = \dfrac{5000}{\dfrac{16{,}66}{2} + \dfrac{5000}{1002}} = 683{,}05$ Kw/s

NB: 1002 est le taux moyen de transfert de la configuration composée, rappelons-le, de disque 3330 et 3350

et $PC(L, \emptyset\text{-disque}) = 4 \times 683{,}05 = 2.732{,}2$ Kw/s

Et finalement :

$$\overrightarrow{PC(L, \Psi)} = \begin{bmatrix} 16.358 \\ 2.732{,}2 \\ 1.114{,}12 \end{bmatrix}$$

Il reste à appliquer ces modifications et à constater le comportement de la configuration entrée-sortie.

On peut néanmoins prévoir ce comportement si on considère l'utilisation des capacités de Ψ pendant une période de temps $Tx(L, \Psi)$ égale avant et après modification.

Si on se réfère au tableau 38 construit à partir des renseignements donnés dans les sections 3222 et 3224 et dans les annexes, on constate que les taux d'utilisation des canaux (par rapport à $Tx(L,\Psi)$ constant dans les mesures) diminuent en fonction de l'accroissement de la taille des enregistrements traités.

C'est à dire que le gain de temps et la puissance disponible des canaux augmentent.

Pendant la période de temps $Tx(L,\Psi)$ considérée, on pourra donc exécuter des entrées-sorties supplémentaires.

On peut vérifier cette affirmation par la formule suivante.

En effet, si on note P disp(L, Ø) la puissance disponible de la configuration entrée-sortie, alors :

$$Pdisp(L,\emptyset) = PC(L,\emptyset) - PO(L,\emptyset)$$

$$= PC(L,\emptyset) - PC(L,\emptyset) \cdot \frac{Tx(L,\emptyset)}{Tx(L,\Psi)}$$

$$= PC(L,\emptyset) \cdot \left\{ 1 - \frac{Tx(L,\emptyset)}{Tx(L,\Psi)} \right\}$$

Après modifications, nous constatons que :

- PC(L,Ø) augmente
- le pourcentage d'utilisation de Ø diminue

donc Pdisp(L,Ø) augmente.

411. Conclusion.

La méthode d'amélioration d'une installation informatique proposée dans ce chapitre permet facilement de détecter les points faibles de cette installation et de proposer des modifications afin d'accroître la puissance réelle et disponible de cette installation.

L'impact de ces modifications est prévisible par calcul et pourra être vérifié ultérieurement.

Le mérite de cette méthode est de pouvoir quantifier tous les facteurs de décision d'amélioration d'une installation.

Cet outil est donc une aide appréciable nécessaire aux responsables d'un centre informatique.

Il leur permet de mieux apprécier l'influence des décisions qu'ils pourraient prendre et surtout de justifier mathématiquement les modifications qu'ils sont susceptibles d'entreprendre.

CONCLUSIONS .

CONCLUSION

Les conclusions relatives à notre travail sur Software Physics peuvent être nombreuses et variées et permettront de mieux cerner le domaine d'application d'une théorie que nous avons tenté de comprendre et d'appliquer.

La première remarque qui nous est venue à l'esprit après avoir obtenu nos premiers résultats est relative aux difficultés d'acquisition de mesures valides et cohérentes.

Il n'est pas suffisant de savoir ce que l'on veut mesurer, encore faut-il savoir comment et avec quel outil.

Le manque d'outils appropriées nuit actuellement au développement des techniques de mesure.

Les moniteurs softwares sont rarement adaptés à la mesure désirée et les moniteurs hardwares ne sont pas aussi maniables que les constructeurs veulent le faire croire.

Il n'est pas de notre ressort de juger pourquoi il en est ainsi mais plutôt de s'étonner de voir un tel effort de développement du "monitoring" être freiné par cet état de fait.

Historiquement, la science a toujours suivi la création d'un outil.

Paradoxalement, il n'en est pas de même pour le "monitoring".

Que dire de Software Physics sans être influencé par ces problèmes de mesure.

Software Physics a introduit un ensemble de notations et de propriétés permettant de caractériser et de décrire une installation informatique.

Il est possible de diserter de deux manières différentes à propos de ces notations.

Nous distinguerons en effet l'aspect facilité et l'aspect cohérence et validité de l'utilisation de ces notations.

Nous serions malhonnêtes de ne pas signaler qu'il nous a fallu un certain temps avant de posséder les notations et concepts proposés.

Dès que nous avons pu les manier avec facilité, nous avons constaté qu'elles étaient claires et suffisamment générales et complètes pour être utilisées dans n'importe quel contexte informatique.

La méthode proposée par ce biais nous semble suffisamment rigoureuse et précise pour permettre d'éviter toute ambiguité dans la démarche d'approche d'un problème de mesure.

Signalons encore qu'elle nécessite des connaissances en architecture de système et qu'elle diffère peut-être ainsi de certains outils préalablement utilisés.

A cet égard, nous croyons que chacun est capable de comprendre Software Physics sans toutefois pouvoir en utiliser toutes les possibilités.

En effet, la prise de mesure nécessite des connaissances précises sur le hardware de la configuration mesurée mais les résultats obtenus peuvent être compris et interprêté par toute personne connaissant les propriétés fondamentales de Software Physics.

Nous pouvons au vu des résultats obtenus, conclure à la cohérence de ces notations et des propriétés des concepts qu'elles représentent.

Nous avons utilisé pour caractériser une configuration les concepts de puissance, de travail et de temps, que Software Physics développent et qui sont habituellement utilisés en physique et en mécanique.

Notre but n'était pas de vérifier que l'application de ces concepts à l'informatiuqe était théoriquement justifiée mais plutôt d'en tester pratiquement la vraisemblance.

Afin d'atteindre ce but, nous avons mesuré par des méthodes "traditionnelles" les capacités de quelques processeurs d'un ordinateur, que nous avons représenté par des courbes.

Nous avons alors, au moyen des caractéristiques techniques de cet ordinateur et au moyen de Software Physics, calculer la puissance logicielle de cette configuration.

Cette puissance logicielle a été également représentée par des courbes.

La comparaison de ces deux courbes, l'une obtenue traditionnellement et l'autre en appliquant Software Physics, nous autorise à dire que les concepts fondamentaux que sont la puissance, le travail et le temps, tels qu'ils ont été définis, peuvent être utilisés dans toutes mesures relatives aux performances d'un ordinateur.

Nous avons également constaté qu'il nous était possible de contrôler l'efficacité d'une installation sur base de différents critères.

L'exemple que nous avons traité, bien que incomplet dans la mesure où nous n'avons étudié que le processeur principal et les canaux bandes et disques, est à notre avis un modèle de démarche à utiliser dans la gestion d'un centre informatique.

Nous avons montré comment il était possible d'améliorer les capacités d'un ordinateur et comment il était possible d'estimer l'amélioration susceptible d'être obtenue après une modification de la configuration.

Le gestionnaire d'un centre informatique peut ainsi quantifier tous les facteurs de décision qu'ils lui sont nécessaires et apprécier l'influence de ces décisions.

Bien que nous n'avons étudié que quelques aspects de Software Physics, il nous semble également important d'introduire les extensions possibles et, nous croyons, nécessaires à la bonne gestion d'un centre informatique.

De part la définition du travail, telle qu'elle a été faite et qui est utilisable sur n'importe quel ordinateur, nous pouvons comparer les capacités des équipements d'ordinateurs différents.

Nous pouvons également comparer la répartition de ces capacités en fonction des différentes classes d'équipement de chaque ordinateur et juger de la faiblesse ou de la puissance de ces équipements.

Ces différentes démarches nous sont permises uniquement par la propriété d'invariance du travail.

Nous pouvons même au moyen de certains concepts secondaires, que nous avons ignorés, apprécier l'utilisation des mémoires et traduire cette utilisation en une et une seule unité : le travail.

Cette traduction est permise au moyen de la variable Intensité que nous avons signalé au passage.

De plus, et toujours grâce à cette propriété du travail, il nous est loisible d'utiliser Software Physics comme moyen de comptabilisation des services prèstés par un ordinateur et comme outil d'aide à la prévision des exigences en ressources des applications traitées par cet ordinateur.

Le lecteur pourrait se demander alors pourquoi nous n'avons pas étudié ces différentes extensions que nous proposons actuellement.

L'étude plus développée de Software Physics n'est permise qu'à la seule condition que les concepts fondamentaux introduits soient jugés utilisables en informatique.

Nous sommes donc attachés uniquement à cette étude.

Nous avons répondu par l'affirmative à cet examen et il nous est maintenant possible de proposer ces extensions à la théorie que nous avons étudiée.

Nous espérons que notre travail sensibilisera le lecteur et que d'autres études pourront être entreprise permettant ainsi de faire évoluer les techniques de mesure de performance d'un ordinateur.

Seul une plus grande diffusion de Software Physics, l'expérience et la pratique, nous permettrons de juger si les résultats que nous avons obtenus et déduits seront vérifiés et permettront réellement d'aider le responsable d'un centre informatique.

Acutellement, nous poursuivons notre étude et nous espérons recevoir à ce sujet des critiques et des suggestions permettant de nous aider.

Nous sommes évidemment disponibles à toutes remarques faites par le lecteur, lesquelles pourraient nous amener à compléter plus encore notre travail et à rendre la méthode proposée plus utilisable, voire plus utilisées .

ANNEXE N° 1 .

CONVERGENCE DU TEMPS DE ROTATION D'UN DISQUE

MUNI DU DISPOSITIF RPS . (ROTATIONNAL POSITIONNING SENSING.)

Convergence du temps de rotation d'un disque muni du dispositif RPS .

Pour rappel , la formule permettant le calcul du temps de rotation d'un disque muni du dispositif RPS , est donnée ci-dessous . (cfr section 3224.)

$$t_2' = \frac{t_r}{2S^{N+1}} \sum_{i=0}^{S-1} k_i \left[(S-i)^N - (S-i-1)^N \right]$$

avec k_i = 1,3,5, ,2s-1

$= 2i + 1$

S : le nombre d'états d'un disque

N : le nombre de disques se trouvant en même temps en SEARCH(1) .

Nous ne sommes pas obliger d'envisager ce calcul pour des valeurs de S tendant vers l'infini .

En effet , un disque comporte au moins 128 secteurs et on constate une convergence du rapport $\frac{t_2'}{t_r}$ pour des valeurs de $S \leq 50$.

Les résultats obtenus sont donc parfaitement utilisables dans toute application de calcul de puissance d'un canal de mode 3 .

Ci-dessous figure le programme utilisé pour obtenir les résultats donnés aux pages suivantes .

```
PL/I CHECKOUT COMPILER  RPS : PROC OPTIONS(MAIN) ;

SOURCE LISTING

    NUMB

      10  RPS : PROC OPTIONS(MAIN) ;
      20        DCL  (S,N,M,I,KI)  BIN FIXED(15,0) ;
      30        DCL (UNSURM,T2SURTR) DEC FIXED(5,3);
          /*****************************************/
      50  DO N = 1 TO 15 ;
      60     M = N + 1 ;
      70     UNSURM = 1 / M ;
      80     PUT DATA(M)PAGE ;
      90     PUT DATA(UNSURM)SKIP;
     100     PUT LIST('******************')SKIP;
     110     DO S = 1 TO 50 ;
     120        SUM = 0 ;
     130          DO I = 0 TO S - 1 ;
     140             KI = 2*I + 1 ;
     150             SUM = SUM + KI * ((S-I)**N - (S-I-1)**N) ;
     160          END ;
     170        T2SURTR = SUM / ( 2 * (S**(N+1))) ;
     180        PUT DATA(S,T2SURTR)SKIP;
     190     END ;
     200  END ;
          /*****************************************/
     220  END RPS ;
```

M= 2;			M= 3;			M= 4;		
UNSURM= 0.500;			UNSURM= 0.333;			UNSURM= 0.250;		
**********			**********			**********		
S= 1	T2SURTR=	0.500;	S= 1	T2SURTR=	0.500;	S= 1	T2SURTR=	0.500;
S= 2	T2SURTR=	0.500;	S= 2	T2SURTR=	0.375;	S= 2	T2SURTR=	0.312;
S= 3	T2SURTR=	0.500;	S= 3	T2SURTR=	0.351;	S= 3	T2SURTR=	0.277;
S= 4	T2SURTR=	0.500;	S= 4	T2SURTR=	0.343;	S= 4	T2SURTR=	0.265;
S= 5	T2SURTR=	0.500;	S= 5	T2SURTR=	0.339;	S= 5	T2SURTR=	0.259;
S= 6	T2SURTR=	0.500;	S= 6	T2SURTR=	0.337;	S= 6	T2SURTR=	0.256;
S= 7	T2SURTR=	0.500;	S= 7	T2SURTR=	0.336;	S= 7	T2SURTR=	0.255;
S= 8	T2SURTR=	0.500;	S= 8	T2SURTR=	0.335;	S= 8	T2SURTR=	0.253;
S= 9	T2SURTR=	0.500;	S= 9	T2SURTR=	0.335;	S= 9	T2SURTR=	0.253;
S= 10	T2SURTR=	0.500;	S= 10	T2SURTR=	0.334;	S= 10	T2SURTR=	0.252;
S= 11	T2SURTR=	0.500;	S= 11	T2SURTR=	0.334;	S= 11	T2SURTR=	0.252;
S= 12	T2SURTR=	0.500;	S= 12	T2SURTR=	0.334;	S= 12	T2SURTR=	0.251;
S= 13	T2SURTR=	0.500;	S= 13	T2SURTR=	0.334;	S= 13	T2SURTR=	0.251;
S= 14	T2SURTR=	0.500;	S= 14	T2SURTR=	0.334;	S= 14	T2SURTR=	0.251;
S= 15	T2SURTR=	0.500;	S= 15	T2SURTR=	0.334;	S= 15	T2SURTR=	0.251;
S= 16	T2SURTR=	0.500;	S= 16	T2SURTR=	0.333;	S= 16	T2SURTR=	0.250;
S= 17	T2SURTR=	0.500;	S= 17	T2SURTR=	0.333;	S= 17	T2SURTR=	0.250;
S= 18	T2SURTR=	0.500;	S= 18	T2SURTR=	0.333;	S= 18	T2SURTR=	0.250;
S= 19	T2SURTR=	0.500;	S= 19	T2SURTR=	0.333;	S= 19	T2SURTR=	0.250;
S= 20	T2SURTR=	0.500;	S= 20	T2SURTR=	0.333;	S= 20	T2SURTR=	0.250;
S= 21	T2SURTR=	0.500;	S= 21	T2SURTR=	0.333;	S= 21	T2SURTR=	0.250;
S= 22	T2SURTR=	0.500;	S= 22	T2SURTR=	0.333;	S= 22	T2SURTR=	0.250;
S= 23	T2SURTR=	0.500;	S= 23	T2SURTR=	0.333;	S= 23	T2SURTR=	0.250;
S= 24	T2SURTR=	0.500;	S= 24	T2SURTR=	0.333;	S= 24	T2SURTR=	0.250;
S= 25	T2SURTR=	0.500;	S= 25	T2SURTR=	0.333;	S= 25	T2SURTR=	0.250;
S= 26	T2SURTR=	0.500;	S= 26	T2SURTR=	0.333;	S= 26	T2SURTR=	0.250;
S= 27	T2SURTR=	0.500;	S= 27	T2SURTR=	0.333;	S= 27	T2SURTR=	0.250;
S= 28	T2SURTR=	0.500;	S= 28	T2SURTR=	0.333;	S= 28	T2SURTR=	0.250;
S= 29	T2SURTR=	0.500;	S= 29	T2SURTR=	0.333;	S= 29	T2SURTR=	0.250;
S= 30	T2SURTR=	0.500;	S= 30	T2SURTR=	0.333;	S= 30	T2SURTR=	0.250;
S= 31	T2SURTR=	0.500;	S= 31	T2SURTR=	0.333;	S= 31	T2SURTR=	0.250;
S= 32	T2SURTR=	0.500;	S= 32	T2SURTR=	0.333;	S= 32	T2SURTR=	0.250;
S= 33	T2SURTR=	0.500;	S= 33	T2SURTR=	0.333;	S= 33	T2SURTR=	0.250;
S= 34	T2SURTR=	0.500;	S= 34	T2SURTR=	0.333;	S= 34	T2SURTR=	0.250;
S= 35	T2SURTR=	0.500;	S= 35	T2SURTR=	0.333;	S= 35	T2SURTR=	0.250;
S= 36	T2SURTR=	0.500;	S= 36	T2SURTR=	0.333;	S= 36	T2SURTR=	0.250;
S= 37	T2SURTR=	0.500;	S= 37	T2SURTR=	0.333;	S= 37	T2SURTR=	0.250;
S= 38	T2SURTR=	0.500;	S= 38	T2SURTR=	0.333;	S= 38	T2SURTR=	0.250;
S= 39	T2SURTR=	0.500;	S= 39	T2SURTR=	0.333;	S= 39	T2SURTR=	0.250;
S= 40	T2SURTR=	0.500;	S= 40	T2SURTR=	0.333;	S= 40	T2SURTR=	0.250;
S= 41	T2SURTR=	0.500;	S= 41	T2SURTR=	0.333;	S= 41	T2SURTR=	0.250;
S= 42	T2SURTR=	0.500;	S= 42	T2SURTR=	0.333;	S= 42	T2SURTR=	0.250;
S= 43	T2SURTR=	0.500;	S= 43	T2SURTR=	0.333;	S= 43	T2SURTR=	0.250;
S= 44	T2SURTR=	0.500;	S= 44	T2SURTR=	0.333;	S= 44	T2SURTR=	0.250;
S= 45	T2SURTR=	0.500;	S= 45	T2SURTR=	0.333;	S= 45	T2SURTR=	0.250;
S= 46	T2SURTR=	0.500;	S= 46	T2SURTR=	0.333;	S= 46	T2SURTR=	0.250;
S= 47	T2SURTR=	0.500;	S= 47	T2SURTR=	0.333;	S= 47	T2SURTR=	0.250;
S= 48	T2SURTR=	0.500;	S= 48	T2SURTR=	0.333;	S= 48	T2SURTR=	0.250;
S= 49	T2SURTR=	0.500;	S= 49	T2SURTR=	0.333;	S= 49	T2SURTR=	0.250;
S= 50	T2SURTR=	0.500;	S= 50	T2SURTR=	0.333;	S= 50	T2SURTR=	0.250;

```
M=          5;
UNSURM=    0.199;
******************
S=          1          T2SURTR=    0.500;
S=          2          T2SURTR=    0.281;
S=          3          T2SURTR=    0.236;
S=          4          T2SURTR=    0.220;
S=          5          T2SURTR=    0.213;
S=          6          T2SURTR=    0.209;
S=          7          T2SURTR=    0.206;
S=          8          T2SURTR=    0.205;
S=          9          T2SURTR=    0.204;
S=         10          T2SURTR=    0.203;
S=         11          T2SURTR=    0.202;
S=         12          T2SURTR=    0.202;
S=         13          T2SURTR=    0.201;
S=         14          T2SURTR=    0.201;
S=         15          T2SURTR=    0.201;
S=         16          T2SURTR=    0.201;
S=         17          T2SURTR=    0.201;
S=         18          T2SURTR=    0.201;
S=         19          T2SURTR=    0.200;
S=         20          T2SURTR=    0.200;
S=         21          T2SURTR=    0.200;
S=         22          T2SURTR=    0.200;
S=         23          T2SURTR=    0.200;
S=         24          T2SURTR=    0.200;
S=         25          T2SURTR=    0.200;
S=         26          T2SURTR=    0.200;
S=         27          T2SURTR=    0.200;
S=         28          T2SURTR=    0.200;
S=         29          T2SURTR=    0.200;
S=         30          T2SURTR=    0.200;
S=         31          T2SURTR=    0.200;
S=         32          T2SURTR=    0.200;
S=         33          T2SURTR=    0.200;
S=         34          T2SURTR=    0.200;
S=         35          T2SURTR=    0.200;
S=         36          T2SURTR=    0.200;
S=         37          T2SURTR=    0.200;
S=         38          T2SURTR=    0.200;
S=         39          T2SURTR=    0.200;
S=         40          T2SURTR=    0.200;
S=         41          T2SURTR=    0.200;
S=         42          T2SURTR=    0.200;
S=         43          T2SURTR=    0.200;
S=         44          T2SURTR=    0.200;
S=         45          T2SURTR=    0.200;
S=         46          T2SURTR=    0.200;
S=         47          T2SURTR=    0.200;
S=         48          T2SURTR=    0.200;
S=         49          T2SURTR=    0.200;
S=         50          T2SURTR=    0.200;
```

```
M=          6;
UNSURM=    0.166;
******************
S=          1          T2SURTR=    0.500;
S=          2          T2SURTR=    0.265;
S=          3          T2SURTR=    0.211;
S=          4          T2SURTR=    0.192;
S=          5          T2SURTR=    0.183;
S=          6          T2SURTR=    0.178;
S=          7          T2SURTR=    0.175;
S=          8          T2SURTR=    0.173;
S=          9          T2SURTR=    0.171;
S=         10          T2SURTR=    0.170;
S=         11          T2SURTR=    0.170;
S=         12          T2SURTR=    0.169;
S=         13          T2SURTR=    0.169;
S=         14          T2SURTR=    0.168;
S=         15          T2SURTR=    0.168;
S=         16          T2SURTR=    0.168;
S=         17          T2SURTR=    0.168;
S=         18          T2SURTR=    0.167;
S=         19          T2SURTR=    0.167;
S=         20          T2SURTR=    0.167;
S=         21          T2SURTR=    0.167;
S=         22          T2SURTR=    0.167;
S=         23          T2SURTR=    0.167;
S=         24          T2SURTR=    0.167;
S=         25          T2SURTR=    0.167;
S=         26          T2SURTR=    0.167;
S=         27          T2SURTR=    0.167;
S=         28          T2SURTR=    0.167;
S=         29          T2SURTR=    0.167;
S=         30          T2SURTR=    0.167;
S=         31          T2SURTR=    0.167;
S=         32          T2SURTR=    0.167;
S=         33          T2SURTR=    0.167;
S=         34          T2SURTR=    0.167;
S=         35          T2SURTR=    0.167;
S=         36          T2SURTR=    0.166;
S=         37          T2SURTR=    0.166;
S=         38          T2SURTR=    0.166;
S=         39          T2SURTR=    0.166;
S=         40          T2SURTR=    0.166;
S=         41          T2SURTR=    0.166;
S=         42          T2SURTR=    0.166;
S=         43          T2SURTR=    0.166;
S=         44          T2SURTR=    0.166;
S=         45          T2SURTR=    0.166;
S=         46          T2SURTR=    0.166;
S=         47          T2SURTR=    0.166;
S=         48          T2SURTR=    0.166;
S=         49          T2SURTR=    0.166;
S=         50          T2SURTR=    0.166;
```

```
M=          7;
UNSURM=    0.142;
******************
S=          1          T2SURTR=    0.500;
S=          2          T2SURTR=    0.257;
S=          3          T2SURTR=    0.196;
S=          4          T2SURTR=    0.173;
S=          5          T2SURTR=    0.162;
S=          6          T2SURTR=    0.156;
S=          7          T2SURTR=    0.152;
S=          8          T2SURTR=    0.150;
S=          9          T2SURTR=    0.149;
S=         10          T2SURTR=    0.147;
S=         11          T2SURTR=    0.146;
S=         12          T2SURTR=    0.146;
S=         13          T2SURTR=    0.145;
S=         14          T2SURTR=    0.145;
S=         15          T2SURTR=    0.145;
S=         16          T2SURTR=    0.144;
S=         17          T2SURTR=    0.144;
S=         18          T2SURTR=    0.144;
S=         19          T2SURTR=    0.144;
S=         20          T2SURTR=    0.144;
S=         21          T2SURTR=    0.143;
S=         22          T2SURTR=    0.143;
S=         23          T2SURTR=    0.143;
S=         24          T2SURTR=    0.143;
S=         25          T2SURTR=    0.143;
S=         26          T2SURTR=    0.143;
S=         27          T2SURTR=    0.143;
S=         28          T2SURTR=    0.143;
S=         29          T2SURTR=    0.143;
S=         30          T2SURTR=    0.143;
S=         31          T2SURTR=    0.143;
S=         32          T2SURTR=    0.143;
S=         33          T2SURTR=    0.143;
S=         34          T2SURTR=    0.143;
S=         35          T2SURTR=    0.143;
S=         36          T2SURTR=    0.143;
S=         37          T2SURTR=    0.143;
S=         38          T2SURTR=    0.143;
S=         39          T2SURTR=    0.143;
S=         40          T2SURTR=    0.143;
S=         41          T2SURTR=    0.143;
S=         42          T2SURTR=    0.143;
S=         43          T2SURTR=    0.143;
S=         44          T2SURTR=    0.143;
S=         45          T2SURTR=    0.143;
S=         46          T2SURTR=    0.143;
S=         47          T2SURTR=    0.143;
S=         48          T2SURTR=    0.143;
S=         49          T2SURTR=    0.143;
S=         50          T2SURTR=    0.143;
```

M= 8;
UNSURM= 0.125;
****

S=	T2SURTR=
1	0.500;
2	0.253;
3	0.186;
4	0.160;
5	0.147;
6	0.140;
7	0.136;
8	0.134;
9	0.132;
10	0.130;
11	0.129;
12	0.129;
13	0.128;
14	0.127;
15	0.127;
16	0.127;
17	0.127;
18	0.126;
19	0.126;
20	0.126;
21	0.126;
22	0.126;
23	0.126;
24	0.126;
25	0.125;
26	0.125;
27	0.125;
28	0.125;
29	0.125;
30	0.125;
31	0.125;
32	0.125;
33	0.125;
34	0.125;
35	0.125;
36	0.125;
37	0.125;
38	0.125;
39	0.125;
40	0.125;
41	0.125;
42	0.125;
43	0.125;
44	0.125;
45	0.125;
46	0.125;
47	0.125;
48	0.125;
49	0.125;
50	0.125;

M= 9;
UNSURM= 0.111;
****

S=	T2SURTR=
1	0.500;
2	0.251;
3	0.179;
4	0.151;
5	0.137;
6	0.129;
7	0.124;
8	0.121;
9	0.119;
10	0.117;
11	0.116;
12	0.115;
13	0.115;
14	0.114;
15	0.114;
16	0.113;
17	0.113;
18	0.113;
19	0.112;
20	0.112;
21	0.112;
22	0.112;
23	0.112;
24	0.112;
25	0.112;
26	0.112;
27	0.112;
28	0.111;
29	0.111;
30	0.111;
31	0.111;
32	0.111;
33	0.111;
34	0.111;
35	0.111;
36	0.111;
37	0.111;
38	0.111;
39	0.111;
40	0.111;
41	0.111;
42	0.111;
43	0.111;
44	0.111;
45	0.111;
46	0.111;
47	0.111;
48	0.111;
49	0.111;
50	0.111;

M= 10;
UNSURM= 0.099;
****

S=	T2SURTR=
1	0.500;
2	0.250;
3	0.175;
4	0.144;
5	0.128;
6	0.120;
7	0.115;
8	0.111;
9	0.109;
10	0.107;
11	0.106;
12	0.105;
13	0.104;
14	0.103;
15	0.103;
16	0.102;
17	0.102;
18	0.102;
19	0.102;
20	0.101;
21	0.101;
22	0.101;
23	0.101;
24	0.101;
25	0.101;
26	0.101;
27	0.101;
28	0.100;
29	0.100;
30	0.100;
31	0.100;
32	0.100;
33	0.100;
34	0.100;
35	0.100;
36	0.100;
37	0.100;
38	0.100;
39	0.100;
40	0.100;
41	0.100;
42	0.100;
43	0.100;
44	0.100;
45	0.100;
46	0.100;
47	0.100;
48	0.100;
49	0.100;
50	0.100;

```
M=        11;
UNSURM=    0.090;
*******************
S=         1          T2SURTR=    0.500;
S=         2          T2SURTR=    0.250;
S=         3          T2SURTR=    0.172;
S=         4          T2SURTR=    0.139;
S=         5          T2SURTR=    0.122;
S=         6          T2SURTR=    0.113;
S=         7          T2SURTR=    0.107;
S=         8          T2SURTR=    0.103;
S=         9          T2SURTR=    0.101;
S=        10          T2SURTR=    0.099;
S=        11          T2SURTR=    0.097;
S=        12          T2SURTR=    0.096;
S=        13          T2SURTR=    0.095;
S=        14          T2SURTR=    0.095;
S=        15          T2SURTR=    0.094;
S=        16          T2SURTR=    0.094;
S=        17          T2SURTR=    0.093;
S=        18          T2SURTR=    0.093;
S=        19          T2SURTR=    0.093;
S=        20          T2SURTR=    0.092;
S=        21          T2SURTR=    0.092;
S=        22          T2SURTR=    0.092;
S=        23          T2SURTR=    0.092;
S=        24          T2SURTR=    0.092;
S=        25          T2SURTR=    0.092;
S=        26          T2SURTR=    0.092;
S=        27          T2SURTR=    0.092;
S=        28          T2SURTR=    0.091;
S=        29          T2SURTR=    0.091;
S=        30          T2SURTR=    0.091;
S=        31          T2SURTR=    0.091;
S=        32          T2SURTR=    0.091;
S=        33          T2SURTR=    0.091;
S=        34          T2SURTR=    0.091;
S=        35          T2SURTR=    0.091;
S=        36          T2SURTR=    0.091;
S=        37          T2SURTR=    0.091;
S=        38          T2SURTR=    0.091;
S=        39          T2SURTR=    0.091;
S=        40          T2SURTR=    0.091;
S=        41          T2SURTR=    0.091;
S=        42          T2SURTR=    0.091;
S=        43          T2SURTR=    0.091;
S=        44          T2SURTR=    0.091;
S=        45          T2SURTR=    0.091;
S=        46          T2SURTR=    0.091;
S=        47          T2SURTR=    0.091;
S=        48          T2SURTR=    0.091;
S=        49          T2SURTR=    0.091;
S=        50          T2SURTR=    0.091;
```

```
M=        12;
UNSURM=    0.083;
*******************
S=         1          T2SURTR=    0.500;
S=         2          T2SURTR=    0.250;
S=         3          T2SURTR=    0.170;
S=         4          T2SURTR=    0.135;
S=         5          T2SURTR=    0.117;
S=         6          T2SURTR=    0.107;
S=         7          T2SURTR=    0.101;
S=         8          T2SURTR=    0.097;
S=         9          T2SURTR=    0.094;
S=        10          T2SURTR=    0.092;
S=        11          T2SURTR=    0.090;
S=        12          T2SURTR=    0.089;
S=        13          T2SURTR=    0.088;
S=        14          T2SURTR=    0.087;
S=        15          T2SURTR=    0.087;
S=        16          T2SURTR=    0.086;
S=        17          T2SURTR=    0.086;
S=        18          T2SURTR=    0.086;
S=        19          T2SURTR=    0.085;
S=        20          T2SURTR=    0.085;
S=        21          T2SURTR=    0.085;
S=        22          T2SURTR=    0.085;
S=        23          T2SURTR=    0.085;
S=        24          T2SURTR=    0.084;
S=        25          T2SURTR=    0.084;
S=        26          T2SURTR=    0.084;
S=        27          T2SURTR=    0.084;
S=        28          T2SURTR=    0.084;
S=        29          T2SURTR=    0.084;
S=        30          T2SURTR=    0.084;
S=        31          T2SURTR=    0.084;
S=        32          T2SURTR=    0.084;
S=        33          T2SURTR=    0.084;
S=        34          T2SURTR=    0.084;
S=        35          T2SURTR=    0.084;
S=        36          T2SURTR=    0.084;
S=        37          T2SURTR=    0.084;
S=        38          T2SURTR=    0.083;
S=        39          T2SURTR=    0.083;
S=        40          T2SURTR=    0.083;
S=        41          T2SURTR=    0.083;
S=        42          T2SURTR=    0.083;
S=        43          T2SURTR=    0.083;
S=        44          T2SURTR=    0.083;
S=        45          T2SURTR=    0.083;
S=        46          T2SURTR=    0.083;
S=        47          T2SURTR=    0.083;
S=        48          T2SURTR=    0.083;
S=        49          T2SURTR=    0.083;
S=        50          T2SURTR=    0.083;
```

```
M=        13;
UNSURM=    0.076;
*******************
S=         1          T2SURTR=    0.500;
S=         2          T2SURTR=    0.250;
S=         3          T2SURTR=    0.169;
S=         4          T2SURTR=    0.132;
S=         5          T2SURTR=    0.114;
S=         6          T2SURTR=    0.103;
S=         7          T2SURTR=    0.096;
S=         8          T2SURTR=    0.092;
S=         9          T2SURTR=    0.088;
S=        10          T2SURTR=    0.086;
S=        11          T2SURTR=    0.085;
S=        12          T2SURTR=    0.083;
S=        13          T2SURTR=    0.082;
S=        14          T2SURTR=    0.081;
S=        15          T2SURTR=    0.081;
S=        16          T2SURTR=    0.080;
S=        17          T2SURTR=    0.080;
S=        18          T2SURTR=    0.079;
S=        19          T2SURTR=    0.079;
S=        20          T2SURTR=    0.079;
S=        21          T2SURTR=    0.079;
S=        22          T2SURTR=    0.078;
S=        23          T2SURTR=    0.078;
S=        24          T2SURTR=    0.078;
S=        25          T2SURTR=    0.078;
S=        26          T2SURTR=    0.078;
S=        27          T2SURTR=    0.078;
S=        28          T2SURTR=    0.078;
S=        29          T2SURTR=    0.078;
S=        30          T2SURTR=    0.078;
S=        31          T2SURTR=    0.077;
S=        32          T2SURTR=    0.077;
S=        33          T2SURTR=    0.077;
S=        34          T2SURTR=    0.077;
S=        35          T2SURTR=    0.077;
S=        36          T2SURTR=    0.077;
S=        37          T2SURTR=    0.077;
S=        38          T2SURTR=    0.077;
S=        39          T2SURTR=    0.077;
S=        40          T2SURTR=    0.077;
S=        41          T2SURTR=    0.077;
S=        42          T2SURTR=    0.077;
S=        43          T2SURTR=    0.077;
S=        44          T2SURTR=    0.077;
S=        45          T2SURTR=    0.077;
S=        46          T2SURTR=    0.077;
S=        47          T2SURTR=    0.077;
S=        48          T2SURTR=    0.077;
S=        49          T2SURTR=    0.077;
S=        50          T2SURTR=    0.077;
```

```
M=       14;
UNSURM=    0.071;
******************
S=        1          T2SURTR=    0.500;
S=        2          T2SURTR=    0.250;
S=        3          T2SURTR=    0.168;
S=        4          T2SURTR=    0.130;
S=        5          T2SURTR=    0.111;
S=        6          T2SURTR=    0.099;
S=        7          T2SURTR=    0.092;
S=        8          T2SURTR=    0.087;
S=        9          T2SURTR=    0.084;
S=       10          T2SURTR=    0.082;
S=       11          T2SURTR=    0.080;
S=       12          T2SURTR=    0.078;
S=       13          T2SURTR=    0.077;
S=       14          T2SURTR=    0.076;
S=       15          T2SURTR=    0.076;
S=       16          T2SURTR=    0.075;
S=       17          T2SURTR=    0.075;
S=       18          T2SURTR=    0.074;
S=       19          T2SURTR=    0.074;
S=       20          T2SURTR=    0.074;
S=       21          T2SURTR=    0.073;
S=       22          T2SURTR=    0.073;
S=       23          T2SURTR=    0.073;
S=       24          T2SURTR=    0.073;
S=       25          T2SURTR=    0.073;
S=       26          T2SURTR=    0.073;
S=       27          T2SURTR=    0.072;
S=       28          T2SURTR=    0.072;
S=       29          T2SURTR=    0.072;
S=       30          T2SURTR=    0.072;
S=       31          T2SURTR=    0.072;
S=       32          T2SURTR=    0.072;
S=       33          T2SURTR=    0.072;
S=       34          T2SURTR=    0.072;
S=       35          T2SURTR=    0.072;
S=       36          T2SURTR=    0.072;
S=       37          T2SURTR=    0.072;
S=       38          T2SURTR=    0.072;
S=       39          T2SURTR=    0.072;
S=       40          T2SURTR=    0.072;
S=       41          T2SURTR=    0.072;
S=       42          T2SURTR=    0.072;
S=       43          T2SURTR=    0.072;
S=       44          T2SURTR=    0.071;
S=       45          T2SURTR=    0.071;
S=       46          T2SURTR=    0.071;
S=       47          T2SURTR=    0.071;
S=       48          T2SURTR=    0.071;
S=       49          T2SURTR=    0.071;
S=       50          T2SURTR=    0.071;
```

```
M=       15;
UNSURM=    0.066;
******************
S=        1          T2SURTR=    0.500;
S=        2          T2SURTR=    0.250;
S=        3          T2SURTR=    0.167;
S=        4          T2SURTR=    0.129;
S=        5          T2SURTR=    0.108;
S=        6          T2SURTR=    0.096;
S=        7          T2SURTR=    0.089;
S=        8          T2SURTR=    0.084;
S=        9          T2SURTR=    0.080;
S=       10          T2SURTR=    0.078;
S=       11          T2SURTR=    0.076;
S=       12          T2SURTR=    0.074;
S=       13          T2SURTR=    0.073;
S=       14          T2SURTR=    0.072;
S=       15          T2SURTR=    0.071;
S=       16          T2SURTR=    0.071;
S=       17          T2SURTR=    0.070;
S=       18          T2SURTR=    0.070;
S=       19          T2SURTR=    0.069;
S=       20          T2SURTR=    0.069;
S=       21          T2SURTR=    0.069;
S=       22          T2SURTR=    0.069;
S=       23          T2SURTR=    0.068;
S=       24          T2SURTR=    0.068;
S=       25          T2SURTR=    0.068;
S=       26          T2SURTR=    0.068;
S=       27          T2SURTR=    0.068;
S=       28          T2SURTR=    0.068;
S=       29          T2SURTR=    0.068;
S=       30          T2SURTR=    0.067;
S=       31          T2SURTR=    0.067;
S=       32          T2SURTR=    0.067;
S=       33          T2SURTR=    0.067;
S=       34          T2SURTR=    0.067;
S=       35          T2SURTR=    0.067;
S=       36          T2SURTR=    0.067;
S=       37          T2SURTR=    0.067;
S=       38          T2SURTR=    0.067;
S=       39          T2SURTR=    0.067;
S=       40          T2SURTR=    0.067;
S=       41          T2SURTR=    0.067;
S=       42          T2SURTR=    0.067;
S=       43          T2SURTR=    0.067;
S=       44          T2SURTR=    0.067;
S=       45          T2SURTR=    0.067;
S=       46          T2SURTR=    0.067;
S=       47          T2SURTR=    0.067;
S=       48          T2SURTR=    0.067;
S=       49          T2SURTR=    0.067;
S=       50          T2SURTR=    0.067;
```

```
M=       16;
UNSURM=    0.062;
******************
S=        1          T2SURTR=    0.500;
S=        2          T2SURTR=    0.250;
S=        3          T2SURTR=    0.167;
S=        4          T2SURTR=    0.128;
S=        5          T2SURTR=    0.107;
S=        6          T2SURTR=    0.094;
S=        7          T2SURTR=    0.086;
S=        8          T2SURTR=    0.081;
S=        9          T2SURTR=    0.077;
S=       10          T2SURTR=    0.074;
S=       11          T2SURTR=    0.072;
S=       12          T2SURTR=    0.071;
S=       13          T2SURTR=    0.069;
S=       14          T2SURTR=    0.068;
S=       15          T2SURTR=    0.067;
S=       16          T2SURTR=    0.067;
S=       17          T2SURTR=    0.066;
S=       18          T2SURTR=    0.066;
S=       19          T2SURTR=    0.065;
S=       20          T2SURTR=    0.065;
S=       21          T2SURTR=    0.065;
S=       22          T2SURTR=    0.065;
S=       23          T2SURTR=    0.064;
S=       24          T2SURTR=    0.064;
S=       25          T2SURTR=    0.064;
S=       26          T2SURTR=    0.064;
S=       27          T2SURTR=    0.064;
S=       28          T2SURTR=    0.064;
S=       29          T2SURTR=    0.063;
S=       30          T2SURTR=    0.063;
S=       31          T2SURTR=    0.063;
S=       32          T2SURTR=    0.063;
S=       33          T2SURTR=    0.063;
S=       34          T2SURTR=    0.063;
S=       35          T2SURTR=    0.063;
S=       36          T2SURTR=    0.063;
S=       37          T2SURTR=    0.063;
S=       38          T2SURTR=    0.063;
S=       39          T2SURTR=    0.063;
S=       40          T2SURTR=    0.063;
S=       41          T2SURTR=    0.063;
S=       42          T2SURTR=    0.063;
S=       43          T2SURTR=    0.063;
S=       44          T2SURTR=    0.063;
S=       45          T2SURTR=    0.063;
S=       46          T2SURTR=    0.063;
S=       47          T2SURTR=    0.063;
S=       48          T2SURTR=    0.063;
S=       49          T2SURTR=    0.063;
S=       50          T2SURTR=    0.062;

IEN1184A 61231X 'FINISH' RAISED.
```

ANNEXE N° 2 .

LISTING DES MESURES RELATIVES AU CANAL DE MODE 1 .

TAPE WORKLOAD (800) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
7:05:31	0.00	
7:05:32	0.00	
7:05:33	0.00	
7:05:34	0.00	
7:05:35	0.00	
7:05:36	39.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:37	82.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:38	80.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:39	81.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:40	81.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:41	81.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:42	83.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:43	80.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:44	80.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:45	82.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:46	81.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:47	81.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:48	80.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:49	80.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:50	82.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:51	80.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:52	82.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:53	81.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:54	80.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:55	82.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:56	82.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:57	82.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:58	81.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:05:59	79.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:00	81.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:01	80.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:02	82.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:03	80.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:04	80.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:05	82.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:06	79.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:07	81.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:08	80.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:09	81.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:10	82.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:11	80.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:12	82.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:13	80.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:14	81.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:15	81.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:16	80.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:17	82.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:18	80.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:19	35.80	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:06:20	0.00	
7:06:21	0.00	
7:06:22	0.00	
7:06:23	0.00	
7:06:24	0.00	
7:06:25	0.00	
7:06:26	0.00	
7:06:27	0.00	

TAPE WORKLOAD (1200) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

```
TIME      PCT    0   10   20   30   40   50   60   70   80   90  100

07:07:21   2.70  A
07:07:22  62.80  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:23  82.40  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:24  83.10  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:25  83.30  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:26  82.70  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:27  82.50  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:28  82.40  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:29  82.80  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:30  82.50  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:31  83.30  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:32  82.60  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:33  82.20  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:34  82.50  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:35  82.50  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:36  82.60  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:37  82.40  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:38  81.20  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:39  83.10  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:40  82.00  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:41  83.70  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:42  81.20  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:43  82.80  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:44  81.50  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:45  81.40  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:46  82.50  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:47  81.30  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:48  82.60  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:49  81.70  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:50  81.20  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:51  83.00  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:52  81.00  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:53  83.20  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:54  82.60  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:55  82.30  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:56  41.80  AAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:07:57   0.00
07:07:58   0.00
07:07:59   0.00
```

TAPE WORKLOAD (1600) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
07:08:21	0.00	
07:08:22	0.00	
07:08:23	0.00	
07:08:24	13.70	AAAAAA
07:08:25	76.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:26	85.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:27	84.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:28	85.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:29	84.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:30	86.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:31	84.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:32	84.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:33	86.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:34	84.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:35	86.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:36	84.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:37	84.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:38	86.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:39	84.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:40	86.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:41	84.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:42	85.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:43	86.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:44	84.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:45	85.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:46	84.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:47	84.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:48	86.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:49	84.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:50	86.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:51	84.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:52	84.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:53	86.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:08:54	17.70	AAAAAAAA
07:08:55	0.00	
07:08:56	0.00	
07:08:57	0.00	
07:08:58	0.00	
07:08:59	0.00	

TAPE WORKLOAD (2000) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
07:09:20	0.10	
07:09:21	63.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:22	87.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:23	86.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:24	85.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:25	87.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:26	78.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:27	87.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:28	85.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:29	87.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:30	86.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:31	86.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:32	86.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:33	86.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:34	86.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:35	87.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:36	85.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:37	86.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:38	86.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:39	85.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:40	87.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:41	86.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:42	86.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:43	85.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:44	86.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:45	86.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:46	87.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:47	84.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:09:48	0.30	
07:09:49	0.00	
07:09:50	0.00	
07:09:51	0.00	
07:09:52	0.00	
07:09:53	0.00	
07:09:54	0.00	
07:09:55	0.00	
07:09:56	0.00	
07:09:57	0.00	
07:09:58	0.00	
07:09:59	0.00	

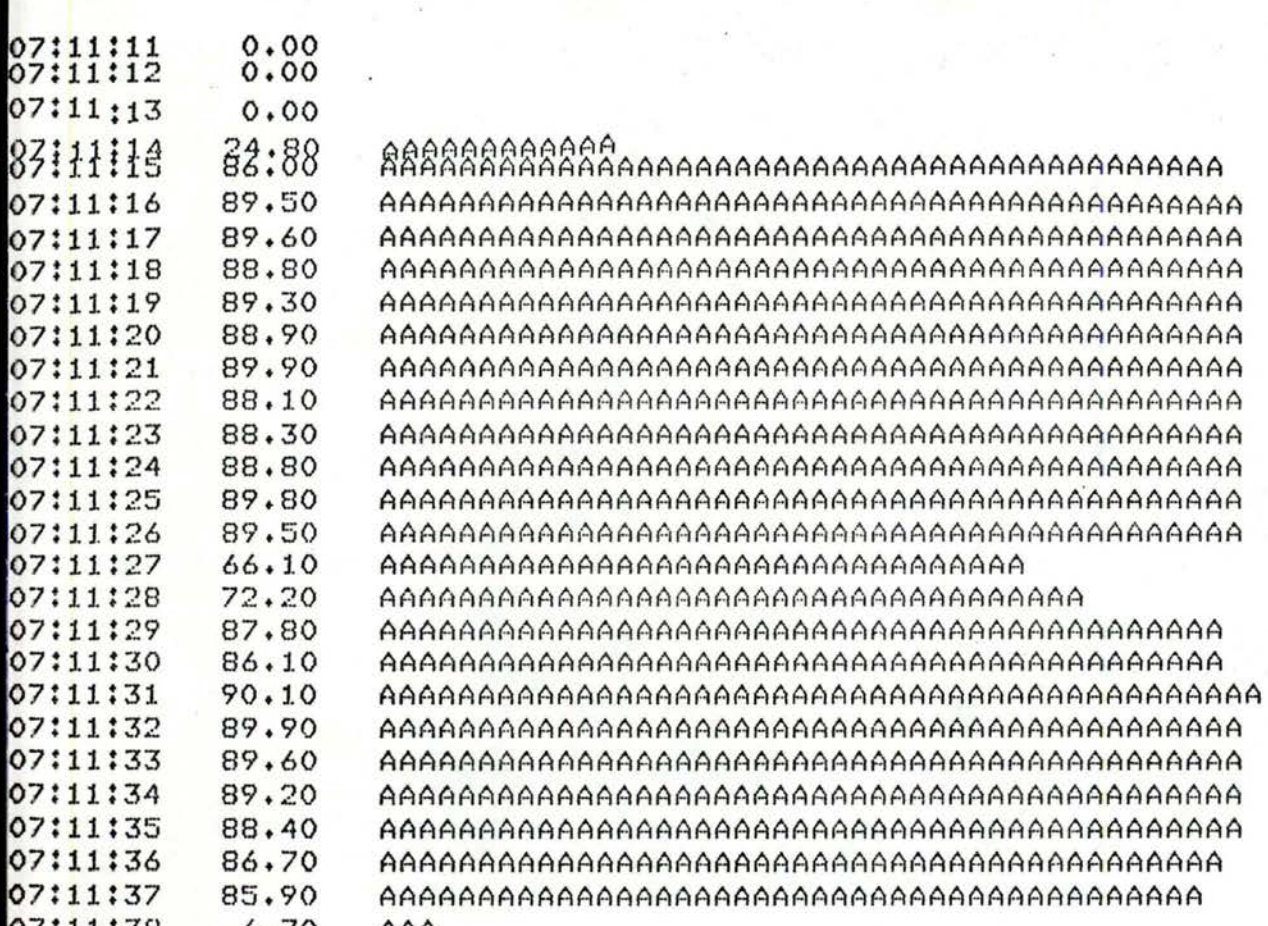
TAPE WORKLOAD (2400) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
07:10:10	0.00	
07:10:11	0.00	
07:10:12	0.00	
07:10:13	5.60	AA
07:10:14	70.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:15	86.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:16	88.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:17	87.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:18	86.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:19	88.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:20	87.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:21	87.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:22	83.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:23	85.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:24	86.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:25	85.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:26	88.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:27	88.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:28	87.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:29	88.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:30	87.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:31	88.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:32	88.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:33	87.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:34	88.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:35	87.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:36	88.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:37	88.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:38	82.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:10:39	3.50	A
07:10:40	0.00	
07:10:41	0.00	
07:10:42	0.00	
07:10:43	0.00	
07:10:44	0.00	
07:10:45	0.00	
07:10:46	0.00	
07:10:47	0.00	
07:10:48	0.00	
07:10:49	0.00	

TAPE WORKLOAD (3200) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY



TAPE WORKLOAD (4000) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

```
TIME      PCT    0   10   20   30   40   50   60   70   80   90  100
07:12:01   0.00
07:12:02   0.00
07:12:03   0.00
07:12:04  19.80   AAAAAAAAA
07:12:05  86.00   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:06  89.90   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:07  90.90   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:08  90.80   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:09  90.70   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:10  90.90   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:11  90.40   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:12  90.20   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:13  90.10   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:14  90.40   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:15  90.80   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:16  90.80   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:17  90.60   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:18  90.80   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:19  90.70   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:20  90.30   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:21  90.40   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:22  89.90   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:23  90.70   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:24  90.90   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:25  90.90   AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:12:26   8.00   AAAA
07:12:27   0.00
07:12:28   0.00
07:12:29   0.00
07:12:30   0.00
```

TAPE WORKLOAD (8000) 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
7:12:31	0.00	
7:12:32	0.00	
7:12:33	0.00	
7:12:34	0.00	
7:12:35	0.00	
7:12:36	0.00	
7:12:37	58.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:38	94.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:39	92.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:40	93.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:41	94.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:42	94.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:43	93.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:44	94.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:45	94.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:46	92.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:47	94.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:48	93.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:49	93.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:50	94.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:51	94.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:52	93.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:53	94.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:54	93.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:55	82.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:12:56	0.00	
7:12:57	0.00	
7:12:58	0.00	
7:12:59	0.00	
7:13:00	0.00	
7:13:01	0.00	
7:13:02	0.00	
7:13:03	0.00	
7:13:04	0.00	
7:13:05	0.00	
7:13:06	0.00	
7:13:07	0.00	
7:13:08	0.00	
7:13:09	0.00	

TAPE WORKLOAD 12000 04/17/78

A=CHANNEL TAPE BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
07:13:21	0.00	
07:13:22	0.00	
07:13:23	0.00	
07:13:24	0.00	
07:13:25	0.00	
07:13:26	24.30	AAAAAAAAAAAA
07:13:27	88.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:28	95.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:29	93.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:30	95.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:31	95.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:32	96.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:33	95.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:34	95.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:35	95.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:36	95.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:37	95.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:38	95.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:39	96.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:40	92.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:41	94.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:42	95.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:43	94.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:44	41.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:13:45	0.00	
07:13:46	0.00	
07:13:47	0.00	
07:13:48	0.00	
07:13:49	0.00	
07:13:50	0.00	
07:13:51	0.40	
07:13:52	0.00	
07:13:53	0.00	
07:13:54	0.00	
07:13:55	0.00	
07:13:56	0.00	
07:13:57	0.00	
07:13:58	0.00	
07:13:59	0.00	

```
STMT   SOURCE STATEMENT                                        ASM 0201 07.2

  1 TESTTAPE CSECT
  2          STM   14,12,12(13)
  3          BALR  3,0
  4           USING *,3
  5          LA    12,SAVE
  6          ST    13,4(12)
  7          ST    12,8(13)
  8          LR    13,12
  9 ************************************
 10          L     10,=F'48000'
 11          OPEN  (FILEOUT,(OUTPUT))
 12+         CNOP  0,4                              ALIGN LIST TO FULLWORD
 13+         BAL   1,*+8                            LOAD REG1 W/LIST ADDR
 14+         DC    AL1(143)                         OPTION BYTE
 15+         DC    AL3(FILEOUT)                     DCB ADDRESS
 16+         SVC   19                               ISSUE OPEN SVC
 17 BOUCLE   EQU   *
 18 ************************************
 19          PUT   FILEOUT,ZOUT
 20+         LA    1,FILEOUT                        LOAD PARAMETER REG 1
 21+         LA    0,ZOUT                           LOAD PARAMETER REG 0
 22+         L     15,48(0,1)                 LOAD PUT ROUTINE ADDR
 23+         BALR  14,15                      LINK TO PUT ROUTINE
 24          BCT   10,BOUCLE
 25 ************************************
 26          CLOSE (FILEOUT)
 27+         CNOP  0,4                              ALIGN LIST TO FULLWORD
 28+         BAL   1,*+8                            LOAD REG1 W/LIST ADDR
 29+         DC    AL1(128)                         OPTION BYTE
 30+         DC    AL3(FILEOUT)                     DCB ADDRESS
 31+         SVC   20                               ISSUE CLOSE SVC
 32          L     13,4(13)
 33          LM    14,12,12(13)
 34          BR    14
 35 ************************************
 36 SAVE     DS    18F
 37 FILEOUT  DCB   DDNAME=DDOUT,MACRF=PM,DSORG=PS,RECFM=FB,LRECL=100


 39+*                        DATA CONTROL BLOCK
 40+*
 41+FILEOUT  DC    OF'0'                        ORIGIN ON WORD BOUNDARY

 43+*                        DIRECT ACCESS DEVICE INTERFACE

 45+         DC    BL16'0'                       FDAD,DVTBL
 46+         DC    A(0)                          KEYLE,DEVT,TRBAL

 48+*                        COMMON ACCESS METHOD INTERFACE

 50+         DC    AL1(0)                        BUFNO
```

```
2 STMT   SOURCE STATEMENT                                    ASM 0201 07.2

  54+           DC     A(1)                          IOBAD

  56+*                              FOUNDATION EXTENSION

  58+           DC     BL1'00000000'                        BFTEK,BFLN,HIARCHY
  59+           DC     AL3(1)                        EODAD
  60+           DC     BL1'10010000'
    +                                               RECFM
  61+           DC     AL3(0)                        EXLST

  63+*                              FOUNDATION BLOCK

  65+           DC     CL8'DDOUT'                    DDNAME
  66+           DC     BL1'00000010'                 OFLGS
  67+           DC     BL1'00000000'                                IFLG
  68+           DC     BL2'0000000001010000'
    +
    +                                               MACR

  70+*                          BSAM-BPAM-QSAM INTERFACE

  72+           DC     BL1'00000000'
    +                                                                RER
  73+           DC     AL3(1)                        CHECK, GERR, PERR
  74+           DC     A(1)                          SYNAD
  75+           DC     H'0'                          CIND1, CIND2
  76+           DC     AL2(0)                        BLKSIZE
  77+           DC     F'0'                          WCPO, WCPL, OFFSR, OFFSW
  78+           DC     A(1)                          IOBA
  79+           DC     AL1(0)                        NCP
  80+           DC     AL3(1)                        EOBR, EOBAD

  82+*                              QSAM INTERFACE

  84+           DC     A(1)                           RECAD
  85+           DC     H'0'                          QSWS
  86+           DC     AL2(100)         LRECL
  87+           DC     BL1'00000000'                 EROPT
  88+           DC     AL3(1)                        CNTRL
  89+           DC     F'0'                          PRECL
  90+           DC     A(1)                          EOB
  91 ZOUT       DC     CL100' '
  92            END
  93                   =F'48000'
```

JOBNM	ORD DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP	DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
17/04/7817/04/78EQ11E										E						
EQ11EA	I1 17/04/78	07H02M02	07H04M36	00H00M03	688K	00200K	00012K	EXCP	25D		04		07H03M39			TESTTAPE V=V
								EXCP	149							
								EXCP	385	6000						
								EXCP	000							
								EXCP	000							

800

nombre d'actions E/S.

$T_{xc}(L,\Psi)$ = 7H04m36 - 7H02m02

= 2 min 34 = 154 sec

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	1
PAGES SWAPPED IN*	21
PAGES SWAPPED OUT	26
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	30993
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	681
CPU TCB SEC/100	391

SRB : system request block : temps CPU economisé par le système d'exploitation pour les E/S de notre programme

TCB : task control block : temps CPU consommé par notre programme

EQ11EA	I1 17/04/78	07H04M36	07H06M10	00H00M03	688K	00200K	00020K	EXCP	25D		04		07H04M37			TESTTAPE V=V
								EXCP	149							
								EXCP	385	4000						
								EXCP	000							
								EXCP	000							

1200

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	
PAGES SWAPPED IN*	
PAGES SWAPPED OUT	
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	20879
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	534
CPU TCB SEC/100	343

EQ11EA	I1 17/04/78	07H06M10	07H07M07	00H00M03	688K	00200K	00020K	EXCP	25D		04		07H06M12			TESTTAPE V=V
								EXCP	149							
								EXCP	385	3000						
								EXCP	000							
								EXCP	000							

1600

*** V S ONLY ***

PAGE-INS

JOBNM	ORD	DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP	DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
													PAGE-OUT				
													SWAP-OUTP				
													PAGES SWAPPED IN*				
													PAGES SWAPPED OUT				
													VIO PAGE INS				
													VIO PAGE OUTS				
													STEP SERVICE UNITS	15814			
													PERFORM GROUP	20			
													CPU SRB SEC/100	363			
													CPU TCB SEC/100	318			
EQ11EA	I1	17/04/78	07H07M07	07H08M00	00H00M03	688K	00200K	00024K	EXCP	25D		04		07H07M08			TESTTAPE V=V
									EXCP	149							
									EXCP	385	2400						
									EXCP	000							
									EXCP	000							
													*** V S ONLY ***				
													++++++++++++++++++++++++++++++++++++++				
													PAGE-INS				
													PAGE-OUT				
													SWAP-OUTP				
													PAGES SWAPPED IN*				
													PAGES SWAPPED OUT				
													VIO PAGE INS				
													VIO PAGE OUTS				
													STEP SERVICE UNITS	12783			
													PERFORM GROUP	20			
													CPU SRB SEC/100	318			
													CPU TCB SEC/100	306			
EQ11EA	I1	17/04/78	07H08M00	07H08M51	00H00M02	688K	00204K	00024K	EXCP	25D		04		07H08M02			TESTTAPE V=V
									EXCP	149							
									EXCP	385	2000						
									EXCP	000							
									EXCP	000							
													*** V S ONLY ***				
													++++++++++++++++++++++++++++++++++++++				
													PAGE-INS				
													PAGE-OUT				
													SWAP-OUTP				
													PAGES SWAPPED IN*				
													PAGES SWAPPED OUT				
													VIO PAGE INS				
													VIO PAGE OUTS				
													STEP SERVICE UNITS	10763			
													PERFORM GROUP	20			
													CPU SRB SEC/100	278			
													CPU TCB SEC/100	298			

2000

2400

JOBNM	ORD DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
EQ11EA	I1 17/04/78	07H08M51	07H09M50	00H00M02	688K	00208K	00028K	EXCP 25D		04		07H08M53			TESTTAPE V=V
								EXCP 149							
8100								EXCP 385	1500						
								EXCP 000							
								EXCP 000							

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	
PAGES SWAPPED IN*	
PAGES SWAPPED OUT	
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	8233
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	226
CPU TCB SEC/100	286

JOBNM	ORD DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
EQ11EA	I1 17/04/78	07H09M50	07H10M38	00H00M02	688K	00208K	00032K	EXCP 25D		04		07H09M51			TESTTAPE V=V
								EXCP 149							
4000								EXCP 385	1200						
								EXCP 000							
								EXCP 000							

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	
PAGES SWAPPED IN*	
PAGES SWAPPED OUT	
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	6711
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	183
CPU TCB SEC/100	278

JOBNM	ORD DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
EQ11EA	I1 17/04/78	07H10M38	07H11M07	00H00M02	688K	00208K	00052K	EXCP 25D		04		07H10M39			TESTTAPE V=V
								EXCP 149							
8000								EXCP 385	600						
								EXCP 000							
								EXCP 000							

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	

SMF RECORDS TYPE 04 128 00 05 30 35 17/04/78 17/04/78 PAGE 4

JOBNM	ORD DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG L T	PROGR NAME
									PAGES SWAPPED IN			
									PERFORM GROUP		20	
									CPU SRB SEC/100		103	
									CPU TCB SEC/100		269	
EQ11EA	I1 17/04/78	07H11M07	07H11M55	00H00M02	688K	00208K 00072K	EXCP 25D		04		07H11M08	TESTTAPE V=V
							EXCP 149					
							EXCP 385	400				
							EXCP 000					
							EXCP 000					

12000

*** V S ONLY ***

++

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	
PAGES SWAPPED IN*	
PAGES SWAPPED OUT	
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	2696
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	79
CPU TCB SEC/100	272

ANNEXE N° 3 .

LISTING DES MESURES RELATIVES AU CANAL DE MODE 3 .

DISK WORKLOAD 04/17/78

A=CHANNEL DISK BUSY

TIME	PCT	0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
7:36:46	12.30	AAAAAA
7:36:47	3.60	A
7:36:48	0.00	
7:36:49	6.50	AAA
7:36:50	1.70	
7:36:51	0.00	
7:36:52	14.20	AAAAAAA
7:36:53	40.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:36:54	0.90	
7:36:55	0.50	
7:36:56	6.40	AAA
7:36:57	1.70	
7:36:58	0.60	
7:36:59	0.00	
7:37:00	0.00	
7:37:01	0.00	
7:37:02	0.00	
7:37:03	6.60	AAA
7:37:04	1.70	
7:37:05	0.00	
7:37:06	34.70	AAAAAAAAAAAAAAAAA 800
7:37:07	19.30	AAAAAAAAA
7:37:08	15.50	AAAAAAA
7:37:09	34.80	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:37:10	24.90	AAAAAAAAAAAA
7:37:11	30.60	AAAAAAAAAAAAAAA
7:37:12	19.40	AAAAAAAAA
7:37:13	18.30	AAAAAAAAA
7:37:14	18.00	AAAAAAAAA
7:37:15	17.40	AAAAAAAA
7:37:16	19.00	AAAAAAAAA
7:37:17	18.70	AAAAAAAAA
7:37:18	23.20	AAAAAAAAAAA
7:37:19	20.70	AAAAAAAAAA
7:37:20	17.70	AAAAAAAA
7:37:21	17.50	AAAAAAAA
7:37:22	18.40	AAAAAAAAA
7:37:23	18.40	AAAAAAAAA
7:37:24	16.60	AAAAAAAA
7:37:25	23.00	AAAAAAAAAAA
7:37:26	42.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:37:27	27.70	AAAAAAAAAAAA
7:37:28	27.30	AAAAAAAAAAAA
7:37:29	22.00	AAAAAAAAAA
7:37:30	18.90	AAAAAAAAA
7:37:31	17.50	AAAAAAAA
7:37:32	17.40	AAAAAAAA
7:37:33	17.40	AAAAAAAA
7:37:34	22.90	AAAAAAAAAA
7:37:35	19.50	AAAAAAAAA
7:37:36	18.30	AAAAAAAAA
7:37:37	19.40	AAAAAAAAA
7:37:38	17.80	AAAAAAAA

07:37:39	18.50	AAAAAAAAA
07:37:40	18.20	AAAAAAAAA
07:37:41	21.50	AAAAAAAAAA
07:37:42	18.20	AAAAAAAAA
07:37:43	20.10	AAAAAAAAAA
07:37:44	17.90	AAAAAAAA
07:37:45	17.40	AAAAAAAA
07:37:46	29.10	AAAAAAAAAAAAAA
07:37:47	41.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:37:48	21.70	AAAAAAAAAA
07:37:49	23.70	AAAAAAAAAAA
07:37:50	18.10	AAAAAAAAA
07:37:51	20.30	AAAAAAAAAA
07:37:52	18.00	AAAAAAAAA
07:37:53	17.00	AAAAAAAA
07:37:54	18.60	AAAAAAAAA
07:37:55	17.90	AAAAAAAA
07:37:56	22.70	AAAAAAAAAAA
07:37:57	19.50	AAAAAAAAA
07:37:58	18.80	AAAAAAAAA
07:37:59	23.80	AAAAAAAAAAA
07:38:00	20.10	AAAAAAAAAA
07:38:01	19.30	AAAAAAAAA
07:38:02	17.10	AAAAAAAA
07:38:03	18.60	AAAAAAAAA
07:38:04	17.30	AAAAAAAA
07:38:05	17.80	AAAAAAAA
07:38:06	24.10	AAAAAAAAAAAA
07:38:07	18.80	AAAAAAAAA
07:38:08	19.00	AAAAAAAAA
07:38:09	17.50	AAAAAAAA
07:38:10	20.10	AAAAAAAAAA
07:38:11	8.20	AAAA
07:38:12	23.90	AAAAAAAAAAA
07:38:13	27.60	AAAAAAAAAAAAA
07:38:14	22.30	AAAAAAAAAAA
07:38:15	22.60	AAAAAAAAAAA
07:38:16	22.80	AAAAAAAAAAA
07:38:17	22.30	AAAAAAAAAAA
07:38:18	23.30	AAAAAAAAAAA
07:38:19	21.00	AAAAAAAAAA
07:38:20	23.00	AAAAAAAAAAA
07:38:21	26.50	AAAAAAAAAAAAA
07:38:22	22.80	AAAAAAAAAAA
07:38:23	22.20	AAAAAAAAAAA
07:38:24	22.10	AAAAAAAAAAA
07:38:25	23.00	AAAAAAAAAAA
07:38:26	21.60	AAAAAAAAAA
07:38:27	22.10	AAAAAAAAAAA
07:38:28	26.10	AAAAAAAAAAAAA
07:38:29	25.00	AAAAAAAAAAAA
07:38:30	21.50	AAAAAAAAAA
07:38:31	24.00	AAAAAAAAAAAA
07:38:32	22.40	AAAAAAAAAAA
07:38:33	21.80	AAAAAAAAAA
07:38:34	21.30	AAAAAAAAAA
07:38:35	28.10	AAAAAAAAAAAAAA
07:38:36	22.90	AAAAAAAAAAA
07:38:37	23.30	AAAAAAAAAAA
07:38:38	21.10	AAAAAAAAAA
07:38:39	23.30	AAAAAAAAAAA
07:38:40	21.40	AAAAAAAAAA
07:38:41	22.90	AAAAAAAAAAA
07:38:42	22.60	AAAAAAAAAAA
07:38:43	25.50	AAAAAAAAAAAA
07:38:44	21.40	AAAAAAAAAA

1200

07:38:45	21.40	AAAAAAAAAA
07:38:46	22.30	AAAAAAAAAAA
07:38:47	24.30	AAAAAAAAAAAA
07:38:48	24.20	AAAAAAAAAAAA
07:38:49	21.30	AAAAAAAAAA
07:38:50	26.40	AAAAAAAAAAAAA
07:38:51	22.40	AAAAAAAAAAA
07:38:52	23.90	AAAAAAAAAAA
07:38:53	22.50	AAAAAAAAAAA
07:38:54	8.60	AAAA
07:38:55	16.40	AAAAAAAA
07:38:56	28.00	AAAAAAAAAAAAAA
07:38:57	28.00	AAAAAAAAAAAAAA
07:38:58	32.70	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:38:59	29.50	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:00	29.10	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:01	28.30	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:02	28.00	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:03	27.20	AAAAAAAAAAAAA
07:39:04	29.10	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:05	32.70	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:39:06	28.40	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:07	28.50	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:08	28.80	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:09	30.20	AAAAAAAAAAAAAAA
07:39:10	27.80	AAAAAAAAAAAAA
07:39:11	27.80	AAAAAAAAAAAAA
07:39:12	32.50	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:39:13	29.70	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:14	28.80	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:15	27.60	AAAAAAAAAAAAA
07:39:16	28.30	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:17	29.10	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:18	28.00	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:19	32.70	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:39:20	29.90	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:21	29.10	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:22	29.30	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:23	28.30	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:24	28.80	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:25	26.60	AAAAAAAAAAAAA
07:39:26	17.10	AAAAAAAA
07:39:27	19.20	AAAAAAAAA
07:39:28	27.20	AAAAAAAAAAAAA
07:39:29	28.40	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:30	27.20	AAAAAAAAAAAAA
07:39:31	28.70	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:32	29.40	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:33	32.30	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:39:34	27.70	AAAAAAAAAAAAA
07:39:35	29.80	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:36	28.20	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:37	28.40	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:38	28.20	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:39	29.60	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:40	28.70	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:41	32.70	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:39:42	28.70	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:43	28.50	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:44	27.50	AAAAAAAAAAAAA
07:39:45	28.50	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:46	28.80	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:47	28.00	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:48	34.50	AAAAAAAAAAAAAAAA
07:39:49	28.60	AAAAAAAAAAAAAA
07:39:50	27.70	AAAAAAAAAAAAAA

1600

2000

7:39:51	28.10	AAAAAAAAAAAAAA
7:39:52	36.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:39:53	28.10	AAAAAAAAAAAAAA
7:39:54	28.00	AAAAAAAAAAAAAA
7:39:55	29.10	AAAAAAAAAAAAAA
7:39:56	8.30	AAAA
7:39:57	22.70	AAAAAAAAAA
7:39:58	32.60	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:39:59	36.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:00	31.10	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:01	32.20	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:02	32.00	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:03	32.80	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:04	30.40	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:05	30.50	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:06	30.70	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:07	37.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:08	32.00	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:09	32.90	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:10	30.70	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:11	30.60	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:12	30.40	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:13	32.70	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:14	35.20	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:15	32.60	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:16	32.20	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:17	32.50	AAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:18	31.60	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:19	35.70	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:20	29.90	AAAAAAAAAAAAAA
7:40:21	30.80	AAAAAAAAAAAAAAA
7:40:22	4.70	AA
7:40:23	45.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:24	48.90	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:25	39.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:26	39.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:27	50.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:28	39.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:29	37.00	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:30	37.80	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:31	37.60	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:32	39.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:33	37.50	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:34	41.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:35	37.80	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:36	37.80	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:37	37.20	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:38	38.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:39	36.80	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:40	39.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:41	42.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:42	38.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:43	17.00	AAAAAAAA
7:40:44	16.80	AAAAAAAA
7:40:45	42.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:46	40.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:47	41.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:48	43.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:49	43.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:50	40.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:51	41.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:52	40.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:53	41.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:54	38.40	AAAAAAAAAAAAAAAAA
7:40:55	40.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAA

2400

3200

4000

07:40:56	45.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:40:57	39.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:40:58	40.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:40:59	41.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:00	39.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:01	40.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:02	17.00	AAAAAAAA
07:41:03	25.30	AAAAAAAAAAAA
07:41:04	55.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:05	55.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:06	55.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:07	54.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:08	55.50	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:09	55.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:10	59.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:11	56.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:12	53.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:13	54.80	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:14	56.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:15	50.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:16	2.80	A
07:41:17	43.30	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:18	51.10	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:19	55.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:20	56.00	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:21	56.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:22	54.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:23	54.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:24	55.70	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:25	55.40	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:26	53.20	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:27	54.60	AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
07:41:28	30.80	AAAAAAAAAAAAAAA
07:41:29	1.70	
07:41:30	0.00	
07:41:31	0.00	
07:41:32	0.00	
07:41:33	0.00	
07:41:34	0.00	
07:41:35	6.50	AAA
07:41:36	1.20	
07:41:37	0.70	
07:41:38	0.00	
07:41:39	0.00	
07:41:40	0.00	
07:41:41	0.00	
07:41:42	0.00	
07:41:43	6.40	AAA
07:41:44	2.10	A

A3.5

8000

12000

JOBNM	ORD	DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP	DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME

*** V S ONLY ***
++
PAGE-INS
PAGE-OUT
SWAP-OUTP
PAGES SWAPPED IN*
PAGES SWAPPED OUT
VIO PAGE INS
VIO PAGE OUTS
STEP SERVICE UNITS 26
PERFORM GROUP 20
CPU SRB SEC/100
CPU TCB SEC/100 10

EQ11EB I1 17/04/78 07H35M12 07H36M15 00H00M04 688K 00196K 00012K EXCP 25D 04 07H35M13 TESTTAPE V=
800
EXCP 149
EXCP 14F 6000
EXCP 000
EXCP 000

*** V S ONLY ***
++
PAGE-INS 2
PAGE-OUT
SWAP-OUTP
PAGES SWAPPED IN*
PAGES SWAPPED OUT
VIO PAGE INS
VIO PAGE OUTS
STEP SERVICE UNITS 31067
PERFORM GROUP 20
CPU SRB SEC/100 950
CPU TCB SEC/100 416

EQ11EB I1 17/04/78 07H36M15 07H36M58 00H00M03 688K 00196K 00020K EXCP 25D 04 07H36M15 TESTTAPE V=V
1200
EXCP 149
EXCP 14F 4000
EXCP 000
EXCP 000

*** V S ONLY ***
++
PAGE-INS
PAGE-OUT
SWAP-OUTP
PAGES SWAPPED IN*
PAGES SWAPPED OUT
VIO PAGE INS
VIO PAGE OUTS
STEP SERVICE UNITS 20910
PERFORM GROUP 20

A3.6

JOBNM	ORD	DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP	DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
												CPU SRB SEC/100		615			
												CPU TCB SEC/100		356			
EQ11EB	I1	17/04/78	07H36M58	07H37M30	00H00M03	688K	00196K	00020K	EXCP	25D		04		07H36M59			TESTTAPE V=V
									EXCP	149							
									EXCP	14F	3000						
									EXCP	000							
									EXCP	000							
												*** V S ONLY ***					
												++					
												PAGE-INS					
												PAGE-OUT					
												SWAP-OUTP					
												PAGES SWAPPED IN*					
												PAGES SWAPPED OUT					
												VIO PAGE INS					
												VIO PAGE OUTS					
												STEP SERVICE UNITS		15834			
												PERFORM GROUP		20			
												CPU SRB SEC/100		502			
												CPU TCB SEC/100		326			
EQ11EB	I1	17/04/78	07H37M30	07H38M00	00H00M03	688K	00204K	00024K	EXCP	25D		04		07H37M31			TESTTAPE V=V
									EXCP	149							
									EXCP	14F	2400						
									EXCP	000							
									EXCP	000							
												*** V S ONLY ***					
												++					
												PAGE-INS					
												PAGE-OUT					
												SWAP-OUTP					
												PAGES SWAPPED IN*					
												PAGES SWAPPED OUT					
												VIO PAGE INS					
												VIO PAGE OUTS					
												STEP SERVICE UNITS		12792			
												PERFORM GROUP		20			
												CPU SRB SEC/100		420			
												CPU TCB SEC/100		309			
EQ11EB	I1	17/04/78	07H38M00	07H38M25	00H00M02	688K	00204K	00024K	EXCP	25D		04		07H38M01			TESTTAPE V=V
									EXCP	149							
									EXCP	14F	2000						
									EXCP	000							
									EXCP	000							
												*** V S ONLY ***					
												++					

1600

2000

1400

JOBNM	ORD DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
										PAGE-INS					
										PAGE-OUT					
										SWAP-OUTP					
										PAGES SWAPPED IN*					
										PAGES SWAPPED OUT					
										VIO PAGE INS					
										VIO PAGE OUTS					
										STEP SERVICE UNITS	10759				
										PERFORM GROUP	20				
										CPU SRB SEC/100	348				
										CPU TCB SEC/100	296				
EQ11EB	I1 17/04/78	07H38M25	07H38M47	00H00M02	688K	00208K	00028K	EXCP 25D		04		07H38M26			TESTTAPE V=V
3200								EXCP 149							
								EXCP 14F	1500						
								EXCP 000							
								EXCP 000							
										*** V S ONLY ***					
										++					
										PAGE-INS					
										PAGE-OUT					
										SWAP-OUTP					
										PAGES SWAPPED IN*					
										PAGES SWAPPED OUT					
										VIO PAGE INS					
										VIO PAGE OUTS					
										STEP SERVICE UNITS	8228				
										PERFORM GROUP	20				
										CPU SRB SEC/100	277				
										CPU TCB SEC/100	284				
EQ11EB	I1 17/04/78	07H38M47	07H39M06	00H00M02	688K	00208K	00032K	EXCP 25D		04		07H38M48			TESTTAPE V=V
4000								EXCP 149							
								EXCP 14F	1200						
								EXCP 000							
								EXCP 000							
										*** V S ONLY ***					
										++					
										PAGE-INS					
										PAGE-OUT					
										SWAP-OUTP					
										PAGES SWAPPED IN*					
										PAGES SWAPPED OUT					
										VIO PAGE INS					
										VIO PAGE OUTS					
										STEP SERVICE UNITS	6706				
										PERFORM GROUP	20				
										CPU SRB SEC/100	226				
										CPU TCB SEC/100	276				

JOBNM	ORD	DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
EQ11EB	I1	17/04/78	07H39M06	07H39M20	00H00M02	688K	00216K	00052K	EXCP 25D		04		07H39M07			TESTTAPE V=V
8000									EXCP 149							
									EXCP 14F	600						
									EXCP 000							
									EXCP 000							

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	
PAGES SWAPPED IN*	
PAGES SWAPPED OUT	
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	3662
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	129
CPU TCB SEC/100	258

JOBNM	ORD	DATE END	TIME INIT	TIME END	CPU T	CORE	CORE T	CORE B	EXCP DEV	NMBR	REC	ABEND	PROG	L	T	PROGR NAME
EQ11EB	I1	17/04/78	07H39M20	07H39M32	00H00M02	688K	00216K	00072K	EXCP 25D		04		07H39M20			TESTTAPE V=V
12000									EXCP 149							
									EXCP 14F	400						
									EXCP 000							
									EXCP 000							
									EXCP 000							

*** V S ONLY ***

PAGE-INS	
PAGE-OUT	
SWAP-OUTP	
PAGES SWAPPED IN*	
PAGES SWAPPED OUT	
VIO PAGE INS	
VIO PAGE OUTS	
STEP SERVICE UNITS	2651
PERFORM GROUP	20
CPU SRB SEC/100	92
CPU TCB SEC/100	255

BIBLIOGRAPHIE .

Bibliographie .

Nous avons reçu l'autorisation de consulter les ouvrages suivants :

(1) -An introduction to Software Physics .
K.W. Kolence
Institute for software engineering Inc
P.O Box 637 , Palo alto California U S A .

(2) -E D P Job costs and charges .
K.W. Kolence
Institute for software engineering Inc
P.O Box 637 , Palo alto California U S A .

(3) -The Software Physics : HANDBOOK .
K.W. Kolence
Institute for software engineering Inc
P.O Box 637 , Palo alto California U S A .

(4) -Record of 1977 National conference of the Institute fot software engineering . August 10-12 1977 .
K.W. Kolence
Institute for software engineering Inc
P.O Box 637 , Palo alto California U S A .

Nous avons également dûconsulter les ouvrages suivants :

(5) -V.J. Bannan
Software Physics not relevant outside DP world .
Computer World. nov 15 , 1976 .

(6) -Dr L. Bronner
An introduction to capacity planning .
IBM Washington systems center .
GC22-9001-00 .

(7) G. Grenacre
The pratical application of Software Physics .
Session N°11 ECOMA 5 .
London april 25-27 1978 .

(8) G. Grenacre
Applied Software Physics .
Publication privée .

(9) H. Helerman
A measure of computationnel work .
IEEE . Transactions on computers .
Vol C-21 n°5
May 1972 page 439-446 .

(10) M. Hoffman
Software Physics and the SARA system .
Sessin n° dc-17 , GUIDE 44 .
San fransisco California U S A .

(11) IBM Channel characteristics 370-158 .
GA22-7012-1 .

(12) IBM Functionnal charateristics 370-158 .
GA22-7011-2 .

(13) IBM Large systems .
La hulpe 1977 . Publication privée .

(14) IBM Principles of operation 370-158 .
GA22-7000-4 .

(15) IBM SMF : System management facilities VS2 .
GC28-0754-0 .

(16) IBM 3330 Reference manuel .
GA26-1638-2 .

(17) IBM 3330 Disk storage reference manuel .
GA26-1615-4 .

(18) IBM 3350 Reference manuel .
GA26-1638-2 .

(19) IBM 3350/3340/3344 Reference .
GA26-3856-0 .

(20) IBM 3803 Tape control and 3420 model 3 through 8
customer conversion guide .
GA32-0023-2 .

(21) IBM 3803/3420 Magnetic tape component description .
GA32-0020-3 .

(22) R.A. Jones
Software Physics : Quantitation for capacity management .
Session n° dc-17 ,GUIDE 44 .
San fransisco California MAY 6 , 1977 .

(23) K.W. Kolence
Software Physics .
Datamation June 1975 .

(24) K.W. Kolence
The Software empiricist .
Performance Evalution Review ; ACM .
June 1973 vol 2 number 2 .

(25) Kolence K.W. and P.J. Kiviat
Software unit profiles and Kiviat figures .
Performance Evaluation Review ; ACM .
Sept 1973 vol 2 number 3 .

(26) K.W. Kolence
Software Physics :Principles and applications .
Session n° 1 ECOMA 3 .
Hamburg may 3-5 1977 .

(27) H.E.B. Merril
A technique for comparative analysis of Kiviat figures .
Performance Evaluation Review ; ACM .
March 1974 , vol 3 number 1 .

(28) F. Morris
Kiviat graphs ; conventions and figures of merit .
Performance Evaluation Review ; ACM .
Oct 1974 , vol " number 3 .

(29) F. Morris
KOLENCE : true or false ?
Computer World . Oct 4 , 1976 .

(30) P. Novach
Stevens gave 'flavor' of software Physics, but ....
Computer World . Oct 4 , 1976 .

(31) E.L. Prichard
Logic of Software Physics gives guide to change .
Computer World . Oct 18 , 1976 .

(32) M.D. Reddington
Data processing authority,workload history,characterisation and forecast description .
Publication privée .

(33) M.J. Strauss
Software Physics value small in DP management .
Computer world . Nov 15 , 1976 .

(34) TESDATA Systems corporation.
Sensor point reference manuel .
Publications dept : 1234 Elko Drive Sunnyvale
California 94086 U S A .

TABLE DES REFERENCES .

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX .

N°	PAGE.	LEGENDE .
1	1	Les propriérés fondamentales de Software physics.
2	6	Description d'une configuration : notations .
3	7	Configuration canal et mémoires secondaires : notations .
4	8	Configuration canal et mémoires secondaires : notations .
5	10	Exemple de processeurs équivalents .
6	15	Espace des propriétés fondamentales de Software Physics.
7	22	Exemples de facteur d'amplification .
8	28	Composants d'un moniteur hardware .
9	35.1	Tableau de mesures disponibles par moniteurs softwares .
10	35.2	Tableau de mesures disponibles par moniteurs softwares .
11	39.1	Logique du CPU IBM-370-158 .
12	40	Temps d'acces aux mémoires du 370-158 .
13	43	Tableau de P(L ,γ) par méthode analytique .
14	43.1	Tableau de P(L ,γ) par méthode analytique .
15	44.1	Logique de cablage du moniteur hardware pour mesurer P(L ,γ) .
16	47	Résultats obtenus par moniteur hardware .
17	52	Résultats obtenus par BENCHMARKS .
18	61.1	Graphe de P(L ,δ-3420-7) en fonction de W .
19	64.1	Graphe de P(L ,δ-3330) en fonction de t1 .
20	67	Exemple de graphe d'états d'une entrée-sortie .
21	68	Configuration correspondante à la figure n° 20 .
22	70	Graphe d'état d'un canal de mode 1 .
23	74.1	Graphe de P(1 ,α-mode 1) en fonction de W .
24	74.2	Tableau correspondant à la figure n° 23 .
25	74.3	Graphe corrigé de P(L ,α-mode 1) en fonction de W .
26	75	Graphe d'état du canal de mode 2 .
27	77	Exemple de configuration canal de mode 2 .
28	78	Graphe d'état correspand à la figure 27 .
29	79	Graphe de P(L ,α-mode 2) en fonction de t1 .
30	80	Graphe d'état du canal de mode 3 .
31	89	Graphe du délai de rotation du disque muni du dispositif RPS .
32	89.1	Graphe de P(L ,α-mode 3) en fonction de M .
33	94	Espace utilisé sur disque en fonction de W .
34	95	Comparaison de Pobs(L ,α) et Pth(L ,α) de Mode 3 .
35	96	Graphe de P(L ,α-mode 3) en fonction de W .
36	97	Graphe de P(L , a) et P(1 ,α-mode 3) avec M=16 .
37	100	Graphe de l'amélioration de P(L,,α) .
38	101	Tableau des performances des canaux en fonction de W .

39	116	Graphe de KIVIAT : exemple .
40	117	Graphe de KIVIAT : exemple .
41	120	Croquis d'une configuration . (Exemple d'étude .).
42	128	Graphe de KIVIAT : résultat d'étude des capacités de la configuration représentée à la figure n° 42 .

Notes .

Les figures N° 2 ,3 ,8 ,19 ,20 ,22 ,26 ,28 ,29 ,30 ,31 et 32 ont été tirées de (1) .

Les tableaux 9 et 10 ont été tirés de (6) .

La figure 11 a été tirée de (13) .

Le tableau 12 a été tiré de (12) .

La figure 15 nous a été remise personnellement par monsieur K.W.Kolence .

Les figures 39 et 40 ont été tirées de (4) .

La figure 41 est interne au département informatique de la Société Générale de Banque à Bruxelles .

BUMP
0 0 3 1 7 8 7 1 7
*FM B16/1978/03