UNIVERSITÉ DE NANCY — FACULTÉ DES SCIENCES

STRUCTURE DU CODE DE PROGRAMMATION

THÈSE

présentée

à la FACULTÉ DES SCIENCES de l'UNIVERSITÉ de NANCY

pour l'obtention

du DOCTORAT de SPÉCIALITÉ (Mathématiques 3me cycle)

par

Marion CRÉHANGE

et soutenue en mars 1961 devant la Commission d'examen

Jury : MM. **J. LEGRAS**, *Président.*
M. HERVÉ, **J. GOSSE** } *Examinateurs.*

UNIVERSITE DE NANCY — FACULTE DES SCIENCES

STRUCTURE

DU CODE DE PROGRAMMATION

par

Marion CRÉHANGE

UNIVERSITE DE NANCY --- FACULTE DES SCIENCES

Doyen : M. URION
Assesseur : M. ECHEVIN

Doyens honoraires : MM. CORNUBERT, DELSARTE

Professeurs honoraires : MM. GUTTON, CROZE, RAYBAUD, LAFFITTE, LERAY, JOLY, LAFORTE, EICHHORN, CAPELLE, GODEMENT, DUBREIL, L. SCHWARTZ, DIEUDONNE, de MALLEMANN, LONGCHAMBON, LETORT, DODE, GAUTHIER, GOUDET, OLMER, CORNUBERT, CHAPELLE, GUERIN.

Maîtres de conférences honoraires : MM. RAUX, LIENHART.

PROFESSEURS

MM.			
URION	Chimie biologique	DUVAL	Chimie
DELSARTE	Analyse supérieure	COPPENS	Radiogéologie
ROUBAULT	Géologie	FRUHLING	Physique
VEILLET	Biologie animale	LIONS	M.M.P.
ECHEVIN	Botanique	SUHNER	Physique expérimentale
WAT[illegible]	Chimie org. industr.	HILLY	Géologie
BARRIOL	Chimie théorique	LE GOFF	Génie Chimique
BIZETTE	Physique	CHAPON	Chimie biologique
GUILLIEN	Electronique	HEROLD	Chimie industrielle
GIBERT	Chimie physique	SCHWARTZ	Exploitation minière
HERVE	Calcul diff. et intégral	GAYET	Physiologie
LEGRAS	Mécanique rationnelle	MANGENOT	Phytopathologie
DAVID	Chimie organique	MALAPRADE	Chimie
BOLFA	Minéralogie	HADNI	Physique
NICLAUSE	Chimie	DELAMAIE - DEBOUTEVILLE	Zoologie
FAIVRE	Physique appliquée		
AUBRY	Chimie minérale	BONVALET	Mécanique physique

MAÎTRES DE CONFERENCES

MM.			
WERNER	Botanique	RENARD	Physique théor. et Nucl.
GARNIER	Agronomie	CONDE	Zoologie
BRUHAT	Mathématiques génér.	GOSSE	Génie chimique
GUDEFIN	Physique	CHAMPIER	Physique
Mme ROIZEN	Physique	GAY	Chimie biologique
REGNIER	Physico-chimie	CLIN	Paléontologie
KERN	Minéralogie	ROCCI	Géologie
WEPPE	Minéralogie appliquée	WEISS	Physique M.P.C.
BERNARD	Géologie	Mme BASTICK	Chimie M.P.C.
ARAGNOL	Mathématiques (prop.)	VUILLAUME	Psychophysiologie
BONVALET	Mécanique Appliquée	PIERRET	Maître de conf. adjoint
BASTICK	Chimie	PLAN	Mathématiques
MARI	Chimie (ISIN)	LAFON	Physique (ISIN)

Secrétaire : M. CARON

Je tiens tout d'abord à exprimer mes plus vifs remerciements à Monsieur le Professeur LEGRAS pour la façon attentive et bienveillante avec laquelle il a dirigé mon travail et pour les conseils et suggestions qu'il n'a cessé de me prodiguer.

Je remercie également Messieurs les Professeurs M. HERVE et J. GOSSE qui ont bien voulu me faire l'honneur de composer le Jury.

TABLE des MATIERES

.../...

.../...

.../...

.../...

.../...

CODE DE PROGRAMMATION

I - INTRODUCTION

Le code de programmation ou "C. D. P. " est à la fois une logique extérieure et un dispositif d'autoprogrammation ou compilateur. Il est adapté à l'ordinateur I. B. M. 650 standard mais se généralisera probablement aux autres 650.

La logique extérieure et l'autoprogrammation constituaient chacune déjà un gros progrès sur les simples ordres en langage machine. Mais un procédé comportant une juxtaposition des deux méthodes possède de nets avantages supplémentaires. Le C. D. P. a sur les logiques extérieures classiques la supériorité de permettre une exécution bien plus rapide des programmes grâce à l'autoprogrammation. Par rapport aux dispositifs d'autoprogrammation habituels, il offre la commodité de permettre une analyse en langage "extérieur" et non en langage machine, ce qui rend la mise au point aisée et les modifications peu risquées.

Le C. D. P. a pour autre caractéristique d'être constitué par un tronc commun constant (mais susceptible d'améliorations et d'agrandissements) autour duquel on peut grouper toutes sortes de sous-programmes. Ceci permet, par le choix des sous-programmes, de construire très facilement des codes de programmation adaptés à des problèmes

.../...

particuliers. Pour l'instant, 3 C.D.P. ont été créés : le C.D.P. en virgule fixe, le C.D.P. en virgule flottante simple précision, le C.D.P. en virgule flottante double précision. Chacun de ces C.D.P. peut être modifié et augmenté à volonté (dans la limite de capacité du tambour). D'autre part il est en général très aisé de passer d'un programme écrit en C.D.P. virgule fixe à un programme en C.D.P. virgule flottante (et vice versa) ou d'un programme écrit en C.D.P. virgule flottante simple précision à un programme en C.D.P. virgule flottante double précision (et vice versa). Ceci permet de faire des vérifications de la position de la virgule, ou des améliorations de précision.

Enfin le C.D.P. simule 9 registres d'index. Ses instructions, pour la plupart, occupent chacune 2 mémoires consécutives. Il comporte des ordres logiques commodes, en particulier un ordre de bouclage assez puissant qui exécute une modification automatique d'un registre d'index choisi.

.../...

II - LOGIQUE EXTERIEURE et AUTOPROGRAMMATION

II - A - UTILITE D'UN LANGAGE AUTRE QUE LE LANGAGE MACHINE :

Les ordres en langage machine sont des ordres élémentaires, peu pratiques pour la programmation à cause surtout de leur manque de concision. Pour commander une addition en virgule fixe, par exemple, il faut 3 ordres élémentaires ; pour calculer une fonction, il faut, dans les meilleures conditions, entrer dans un sous-programme, ce qui exige plusieurs ordres en langage machine. La logique extérieure ou l'autoprogrammation permettent de faire interpréter par la machine des ordres plus compacts que les ordres en langage machine. Une addition, par exemple, s'exprimera par un seul ordre, de même que le calcul d'une fonction classique. De plus, dans le langage plus concis que comprend alors la machine, peuvent entrer des ordres logiques commodes. On peut très bien, d'autre part, créer des logiques extérieures ou des compilateurs adaptés à des programmes particuliers (par exemple le FLEC, spécialement adapté aux problèmes électriques : THOMAS, ingénieur E. N. S. E M docteur de 3ème cycle de Mathématiques Appliquées).

Si par exemple nous faisons la convention que l'ordre complexe 11 A B C représente l'addition en virgule flottante des nombres contenus respectivement en mémoires A et B pour placer le résultat en C, il est facile de concevoir un programme qui interprétera 11 comme "entrée dans le sous-programme d'addition en virgule flottante" et utilisera les valeurs de A, B et C pour fournir à ce sous-programme les renseignements nécessaires. Ainsi à chaque ordre complexe la partie interprétative fait correspondre une suite d'ordres en langage machine. Ce processus peut se dérouler de 2 façons différentes : en logique extérieure et en autoprogrammation.

.../...

II - B - DIFFERENCE ENTRE LOGIQUE EXTERIEURE ET AUTOPROGRAMMATION

En logique extérieure, la machine traduit chaque ordre complexe en instructions "langage machine" qu'elle exécute aussitôt. Elle passe ensuite à l'ordre suivant qu'elle interprète (c'est-à-dire traduit en langage machine) puis exécute. Il ne reste aucune trace des instructions en langage machine formées. En particulier, si par bouclage on revient à un ordre déjà traité, la machine le retraduit, ignorant le travail effectué auparavant.

En autoprogrammation au contraire, la machine traduit chaque ordre complexe par des ordres en langage machine, mais, pour conserver ces ordres, les perfore sur des cartes après leur avoir attribué des adresses. La succession des événements est donc la suivante : interprétation d'un ordre puis perforation ; interprétation de l'ordre suivant et perforation ; etc, ... A la suite de cette phase (dans laquelle les bouclages ne sont pas exécutés) qui est l'autoprogrammation proprement dite ou l' "autoperforation", on obtient un paquet de cartes portant le programme en langage machine équivalent au programme écrit initialement en ordres complexes.

Remarque : en C. D. C., la plupart des ordres sont en fait des entrées dans des sous-programmes. L'autoprogrammation ne provoque pas la perforation des sous-programmes eux-mêmes, car cela risquerait de donner un encombrement énorme au programme en langage machine obtenu : certains sous-programmes seraient en effet reperforés un grand nombre de fois. Seules les instructions nécessaires à l'entrée dans ces sous-programmes sont perforées. Pour exécuter le programme en langage machine obtenu il faudra donc lui adjoindre les sous-programmes utiles (cf paragraphe III - B).

.../...

Après avoir effectué l'autoprogrammation, il reste, dans une 2ème phase, à exécuter le programme obtenu. Pour cela, il faut charger les cartes qui ont été perforées par la machine, ainsi que, éventuellement, les sous-programmes utiles. On dispose alors d'un programme en langage machine, sans partie interprétative donc d'exécution beaucoup plus rapide qu'un programme en logique extérieure.

II - C - AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA LOGIQUE EXTERIEURE ET DE L'AUTOPROGRAMMATION.

La logique extérieure a le gros avantage de permettre une analyse très commode du programme et par conséquent une mise au point aisée. En effet l'analyse d'un programme en logique extérieure donne lieu à la perforation d'une carte d'analyse par ordre en langage extérieur. L'analyse est donc beaucoup plus concise et par conséquent bien plus facile à lire et à vérifier qu'une analyse en langage machine. En particulier la suppression de l'analyse des sous-programmes internes est automatique. Le fait que la mise au point soit aisée entraîne la facilité et le peu de risque des modifications.

Par contre, la logique extérieure a un gros inconvénient : la lenteur d'exécution. Pour chaque ordre complexe, la machine doit exécuter une partie interprétative, même si cet ordre a déjà été effectué auparavant. En particulier, dans un bouclage, si l'on passe 1000 fois par l'exécution de chaque ordre, on passe 1000 fois par sa partie interprétative, ce qui cause une grande perte de temps (voir le paragraphe II - B).

.../...

L'autoprogrammation, elle, se prête mal à la mise au point. En effet l'analyse d'un programme se fait lors de son exécution. Or c'est au cours de la 2ème phase que les programmes s'exécutent. Ils sont alors en langage machine et il serait très délicat de prévoir pour eux une analyse aussi concise que celle en logique extérieure.

Par contre, pour les programmes répétitifs ou d'utilisation fréquente, l'autorprogrammation représente un gain de temps considérable (qui peut aller de 75 % à 25 % environ suivant le genre de programme et l'importance des sous-programmes) par rapport à la logique extérieure : chaque ordre n'est interprété qu'une seule fois, quel que soit le nombre de fois où il doit être exécuté. En effet, ce n'est que dans la 1ère phase, celle de perforation, qu'il y a un programme interprétatif. Or pendant cette phase les bouclages ne fonctionnent pas. Ainsi les ordres qui doivent, par bouclage, être exécutés 1000 fois ne sont interprétés qu'une seule fois. C'est pendant la 2ème phase, celle où le programme est en langage machine et ne nécessite plus de partie interprétative, que les bouclages fonctionnent. Un autre gain de temps est dû au fait qu'un programme une fois autoprogrammé peut être réutilisé à volonté, toute phase interprétative étant supprimée ; ceci n'est absolument pas le cas en logique extérieure où il faut tout recommencer à chaque utilisation du programme.

II - D - AVANTAGES DE LA COEXISTENCE DES 2 PROCÉDÉS.

Le C. D. P. est l'association d'une logique extérieure et d'un procédé d'autoprogrammation (compilateur). Les ordres complexes propres au C. D. P. peuvent en effet être interprétés soit en logique extérieure soit en autoprogrammation. Ceci permet de bénéficier pour un même programme de la commodité de mise au point en logique extérieure et de la rapidité

.../...

d'exécution après l'autoprogrammation. La plupart des programmes seront traités d'abord en logique extérieure pour être vérifiés puis, s'ils sont répétitifs ou d'utilisation fréquente, seront transformés par l'autoprogrammation en programmes en langage machine.

==========

.../...

III - ORGANISATION GENERALE DU C. D. P.

III - A - STRUCTURE

Dans ce chapitre, on entend par C. D. P. aussi bien le C. D. P. "logique extérieure" que le C. D. P. "autoprogrammation".

Le C. D. P. est constitué d'une part d'une partie centrale (tronc commun) comportant les 4 opérations en virgule fixe et les ordres logiques ou de routine, et d'autre part de sous-programmes à 2 ou 3 adresses. Cette structure permet une très grande souplesse du code de programmation et une possibilité énorme d'extension, limitée seulement par la capacité du tambour.

III - A - 1 - Partie centrale

La partie centrale, qui sera étudiée en détail ultérieurement, comporte principalement :

- les opérations en virgule fixe : addition, soustraction, multiplication avec ou sans décalage, division avec ou sans décalage. Ces ordres sont indexables.
- des ordres logiques et de routine : arrêt, saut inconditionnel, retour en langage machine, lecture, perforation, tests (dont un test de signe à 3 branches), ordre de bouclage puissant pouvant modifier automatiquement un registre d'index, etc .....
- des ordres d'entrée dans des sous-programmes. Ces ordres sont indexables.

.../...

III - A - 2 - Sous-programmes - Divers C. D. P.

Pour obtenir un C. D. P. utilisable, il faut ajouter au tronc commun les sous-programmes utiles. Ce sont par exemple des sous-programmes de calcul de fonctions, ou d'opérations en virgule flottante simple ou double précision, etc .... Mais il serait peu commode d'être obligé de s'occuper de la mise en place des sous-programmes courants chaque fois qu'ils sont utilisés. On a donc constitué divers groupes de sous-programmes pour former, en les ajoutant au tronc commun, des C. D. P. d'utilisation facile. Il en existe trois actuellement (voir le chapitre XII) :

- le C. D. P. en virgule fixe simple précision groupant autour du tronc commun les sous-programmes de calcul en virgule fixe de fonctions courantes : racine carrée, sinus, cosinus, logarithmes, exponentielle, Arc sinus. Ces calculs ont lieu avec ou sans décalage.
- le C. D. P. en virgule flottante simple précision groupant autour du tronc commun les sous-programmes d'opérations et de calcul de fonctions courantes en virgule flottante FLAIR (dans cette convention, 1 est noté 5110000000).
- le C. D. P. en virgule flottante double précision constitué par le C. D. P. en virgule flottante simple précision augmenté d'ordres d'opérations en virgule flottante double précision (2, 18) : dans cette convention, 1 est noté 5110000000000000000.

Chacun de ces C. D. P. est extensible à volonté dans la limite de capacité du tambour. D'autre part si un des sous-programmes n'est pas utilisé dans un programme, sa place peut être récupérée.

.../...

III - B - PAQUETS DE CARTES

Quand un programme a été écrit en C. D. P., il est utilisable en logique extérieure et en autoprogrammation. Si l'on veut l'exécuter en logique extérieure, on le charge avec le paquet interprétatif "logique extérieure". Si l'on veut l'interpréter en autoprogrammation, on le charge avec le paquet "autoprogrammation". C'est le choix du paquet qui fixe le choix du procédé.

Comme on l'a vu dans la 2ème partie du chapitre II - B, pour exécuter un programme perforé par l'autoprogrammation, il faut lui ajouter les sous-programmes utiles. En instituant 3 C. D. P. (virgule fixe, virgule flottante simple et double précision) on a établi 3 paquets de sous-programmes à joindre aux programmes autoperforés. Ces paquets sont appelés paquets pour "l'exécution en langage machine" ou "paquets verts".

En résumé, pour chaque modèle de C. D. P. (virgule fixe, virgule flottante, etc...) existent 3 paquets de cartes :

- le paquet "logique extérieure" comportant la partie interprétative en logique extérieure et les sous-programmes.
- le paquet "autoprogrammation" ou "autoperforation" comportant la partie interprétative en autoprogrammation.
- le paquet "exécution en langage machine" comportant les sous-programmes.

.../...

IV INSTRUCTIONS DU C. D. P. (tronc commun)

IV - A - STRUCTURE DES ORDRES

La plupart des logiques extérieures adaptées à l'I. B. M. 650 utilisent, comme le langage machine, des ordres à 10 chiffres. Mais ce format a été jugé insuffisant, les ordres étant alors trop pauvres en informations. En particulier les ordres ne peuvent avoir 3 adresses et une variété suffisante de codes, et l'indexage est peu pratique. Si 10 chiffres sont jugés insuffisants, il est à peu près obligatoire de passer à 20 chiffres, ce qui a été fait pour la plupart des ordres du C. D. P. Ces ordres occupent 2 mémoires consécutives. Cependant certains ordres dits "ordres de service" ne nécessitent pas l'encombrement de 2 mémoires : ces ordres n'ont que 10 chiffres. Enfin, un petit nombre d'ordres à 2 mémoires nécessitent des indications supplémentaires (décalages). On place alors ces indications dans une 3ème mémoire qui suit les 2 autres.

IV - A - 1 - Ordres à 2 mémoires

Ces ordres sont des ordres à 3 adresses, chaque adresse étant indexable. Le C. D. P. simule 9 registres d'index numérotés de 1 à 9. Les registres CTR1, CTR2,....., CTR9 sont respectivement les mémoires 1968, 1969, ..., 1976. Leur contenu est toujours positif ou nul et inférieur à 1000. Il est de la forme 00 0000 0xxx. Un 10ème registre d'index, CTR0, contient toujours zéro. Il est simulé par la mémoire 1967. Après le chargement du C. D. P., les registres d'index ne sont pas à zéro. Ils le seront par l'ordre d'initialisation (voir plus loin). Seul le CTR0, c'est-à-dire la mémoire 1967, est dès le début à zéro.

.../...

Lorsque nous considérerons un ordre quelconque en C. D. P. , nous supposerons que son adresse est n. Si c'est un ordre à 2 mémoires, il sera contenu en n et n + 1. La composition des ordres à 2 mémoires est la suivante :

PP' N i A	j B k C
x x xxx x xxxx	x xxxx x xxxx
Positif	Signe ignoré
Contenu en n	Contenu en n + 1

- PP' est un code d'opération
- N est l'adresse de l'instruction suivante (comprise entre 000 et 999)
- A, B et C sont des adresses (indexables)
- i, j, k, compris entre 0 et 9, indiquent respectivement qu'il faut ajouter à l'adresse A le contenu du registre d'index n° i, à B celui du n° j, à C celui du n° k.

  Remarque : les ordres indexés sont exécutés en tenant compte des index mais ne sont pas modifiés eux-mêmes (ils restent intacts dans leurs mémoires).

IV - A - 2 - Ordres à 1 mémoire

Ils sont négatifs et de la forme

- PP' U V
x x xxxx xxxx

- PP' est un code pouvant varier entre 00 et 15 Pour l'instant, seuls les codes 00 à 09 ont été utilisés (sauf 08).
- U et V sont des adresses non indexables, assimilables dans la plupart des cas respectivement à l'adresse facteur et à l'adresse instruction suivante d'un ordre en langage machine.

.../...

IV - B - DETAIL DES ORDRES

IV - B - 1 - Ordres à 2 mémoires

00 N 0A jB kC Entrée dans un sous-programme en langage machine à 2 adresses (calcul de fonction).

A est l'adresse de la 1ère instruction du sous-programme. La donnée se trouve en B ; le résultat est envoyé en C (au sujet de la standardisation de ces sous-programmes, voir le paragraphe VII - C - 2 - a).

Remarque : le sous-programme peut très bien être conçu pour utiliser des données placées en B, B + 1, ..., et envoyer des résultats en C, C + 1, ...

01 N iA jB kC (A) + (B) en C
02 N iA jB kC (A) - (B) en C
} en virgule fixe

Pour ces 2 ordres, si le résultat a plus de 10 chiffres, il y a "dépassement de capacité" comme en langage machine.

03 N iA jB kC (A) x (B) en C

- Si le produit comporte plus de 10 chiffres (la machine fait un test GNN), la machine s'arrête avec au pupitre 01 1333 xxxx. En logique extérieure, on peut repartir en appuyant sur "départ programme". Après ce départ, le contenu de l'accumulateur droit (produit incomplet) est transféré dans la mémoire C et le programme continue. L'ordre est analysé normalement.
- Il est commode de pouvoir commander des décalages sur le produit avant le test. Dans ce cas on utilise l'ordre 05 au lieu de 03.

04 N iA jB kC (A) : (B) en C

- Pour effectuer la division, le programme met le dividende (A) dans l'accumulateur droit.

.../...

- Si le quotient est trop grand, il y a un "dépassement de capacité" comme en langage machine.
- Il est commode de pouvoir commander des décalages sur le dividende. Dans ce cas, on utilise l'ordre 06 au lieu de 04.

05 N iA jB kC (A) x (B) en C avec décalage. Ordre à 3 mémoires.

- L'ordre de décalage à exécuter sur le produit doit être placé dans la mémoire qui suit celle contenant jB kC. Il doit avoir la forme suivante : 3 x 000 m 1939 ; cet ordre, à part l'adresse instruction suivante, est exactement l'ordre de décalage en langage machine qui s'exécute (x = 0 ou 1 ou 5 ou éventuellement 6).
- L'arrêt 01 1333 xxxx peut aussi se produirepour l'ordre 05.

06 N iA jB kC (A) : (B) en C avec décalage. Ordre à 3 mémoires.

L'ordre de décalage (en langage machine) doit être placé dans la mémoire qui suit celle contenant jB kC, et doit avoir la forme suivante : 3x 000m 1991. Il s'exécute avant la division.

07 N OA OB kC Aiguillage à 3 branches (test SI)

Si (C) $<$ 0 Aller à N

Si (C) = 0 aller à A

Si (C) $>$ 0 aller à B

L'ordre d'exécution des tests est : 1° ANG ; 2° GNN.

08 N 0A 0B kC Saut conditionnel suivant une position de la mémoire C.

B a la forme suivante : 000B. La machine amène le contenu de C dans le distributeur et fait un test SD sur la position n° B de ce distributeur. B = 0 désigne la position 10. Si c'est un 8, le programme est aiguillé en N ; si c'est un 9, il va en A ; si ce n'est ni un 8 ni un 9, le programme s'arrête sur le test SD. L'adresse C peut être 8000.

.../...

PP' N iA jB kC P = 1, 2, 3, 4, 5 - PP' $\neq$ 49.
Entrée dans un sous-programme à 3 adresses.

Les données se trouvent en A et B, le résultat est envoyé en C. L'adresse de la 1ère instruction du sous-programme doit être placée, pour la logique extérieure et l'autoprogrammation, en 1875 + PP' sous la forme 00 0000 xxxx. (Pour la standardisation, voir le paragraphe VII - C - 3).

Remarque : le sous-programme peut être conçu pour utiliser des données placées en A, A + 1, ... et B, B + 1, ..., et envoyer les résultats en C, C + 1, ...

9i N αH 0B 0C Bouclage

Cet ordre commande : exécuter H fois (H $\geqslant$ 1) le programme commençant en B, en ajoutant chaque fois C (et non son contenu) au contenu du registre d'index n° i et en utilisant le compteur de boucles n° α. A la sortie de boucle, aller à N. La boucle a alors été décrite H fois (répétée H - 1 fois). A la sortie de boucle, le compteur de boucles n° α et le registre d'index n° i sont remis à zéro.

Grâce à l'existence de 10 compteurs de boucles, on peut exécuter jusqu'à 10 boucles intérieures les unes aux autres. Des boucles intérieures les unes aux autres doivent avoir des α différents. Si une boucle possède une boucle intérieure, il ne faut pas lui attribuer α = 0.

Remarque 1 : si l'on sort de la boucle avant l'exécution des H tours (ceci peut être causé par un test ou un aiguillage à distance), il faut remettre à zéro le compteur de boucles n° α et le registre d'index n° i (si l'on doit ré-utiliser ceux-ci sans refaire d'initialisation). De plus, dans ce cas, il ne faut pas utiliser α = 0.

Remarque 2 : si une boucle ne possède pas de boucle intérieure, il est recommandé de lui attribuer α = 0 (car alors les calculs sont plus courts pour l'exécution en langage machine) sauf dans le cas cité en remarque 1.

.../...

Remarque 3 : si i = 0, aucun registre d'index n'est modifié, ce qui évite de détruire le registre d'index n° 0 qui est par définition à zéro ; l'adresse C est alors ignorée.

Remarque 4 : si, par suite d'une erreur, le compteur de boucles n° α n'a pas été remis à zéro avant l'ordre de bouclage et contient une valeur supérieure ou égale à H, la boucle n'est pas répétée : le compteur de boucles et le registre d'index sont remis à zéro et le programme continue en N.

00 N 01937 jB kC Modification d'un ordre de bouclage.

Cet ordre est un sous-programme à 2 adresses placé à poste fixe. Il remplace le nombre H de boucles de l'ordre de bouclage placé en C et C + 1 par H' contenu en B sous la forme 00 0000 H'.

49 N iA jB kC Perforation d'une séquence en n mots par carte. Cet ordre, qui est un sous-programme à 3 adresses placé à poste fixe, commande la perforation à A mots par carte du contenu des mémoires B à C comprise. Il existe un autre ordre de perforation, - 06 U V.

IV - B - 2 - Ordres à 1 mémoire (ordres de service)

- 00 U V Saut inconditionnel à V.
- 01 U V Arrêt inconditionnel repéré, c'est-à-dire que U apparaît dans le registre programme (01 U xxxx). On peut repartir à V.
- 02 U V Initialisation. Cet ordre provoque la remise à zéro des compteurs de boucles et registres d'index (ainsi que les mémoires 1950 à 1966). En exécution en langage machine, il restaure aussi le contenu de la mémoire $\Delta_{bouclage}$. U est ignoré.
- 03 U V Remise à zéro de la mémoire U.

.../...

- 04 U V Entrée dans le distributeur du contenu de U et arrêt par l'ordre 01 U xxxx. Cet ordre sert à vérifier un résultat en cours de calcul sans faire d'arrêt prédéterminé.
- 05 U V Sortie de code. Cet ordre envoie en langage machine à l'instruction U. En autoprogrammation, la machine perfore le programme en langage machine (voir le paragraphe X - D - 2). Pour rentrer en code, il faut affecter de l'adresse instruction 1800 le dernier ordre en langage machine.
- 06 U V Perforation. Ordre équivalent à 71 U V en langage machine. Il existe aussi 49 N iA jB kC.
- 07 U V Lecture. Ordre équivalent à 70 U V à condition que les cartes lues soient "non chargement".
- 09 U V Fin de séquence (voir le paragraphe VII - B - 2). Cet ordre envoie à U en logique extérieure et exécution en langage machine, mais à V en autoprogrammation.

.../...

V ECRITURE DES PARTIES INTERPRETATIVES

En logique extérieure et en autoprogrammation, la partie interprétative a été écrite en PASØ II, qui se prête beaucoup mieux aux transformations de programmes et s'écrit plus facilement que le vrai langage machine. De nombreuses modifications qui auraient été pénibles et dangereuses en langage machine se sont faites très aisèment en PASØ. Dans la suite, chaque adresse sera désignée par son nom en PASØ, suivi de l'adresse réelle attribuée par l'assemblage. Le numéro de l'instruction dans l'assemblage PASØ permet de repérer plus rapidement les instructions sur la liste située à la fin de cette brochure. Ce numéro, précédé de "n° ", sera quelquefois indiqué à la suite des adresses.

Certaines mémoires ont la même utilisation en logique extérieure et en "exécution en langage machine" ou en autoprogrammation. Les principales de ces mémoires sont :

- DEBUT = 1800, adresse de la 1ère instruction de la partie interprétative en logique extérieure comme en autoprogrammation.
- MEMNN = 1884, mémoire contenant l'adresse de l'instruction suivante 00 0000 N.
- huit mémoires de travail, W 0000 = 1990 à W 0007 = 1997, employées pour placer des résultats ou des indications intermédiaires. Ces mémoires de travail sont utilisables dans les sous-programmes mais, d'un ordre en C. D. P. à un autre, ne peuvent pas conserver d'indication. Les mémoires W 0008 = 1998 et W 0009 = 1999, non utilisées par les parties interprétatives, mais disponibles, peuvent au contraire conserver des indications d'un ordre à l'autre. Cependant, si l'on exécute une analyse, on ne peut pas utiliser 1999 comme adresse C car alors l'analyse doit chercher aussi le contenu de C + 1 = 2000 et cela provoque une "erreur adresse".

.../...

- les mémoires P 0001 = 1977 à P 0010 = 1986 qui sont des mémoires de perforation utilisées aussi bien par la logique extérieure pour l'analyse que par l'autoperforation.
- les compteurs de boucles H 0000 = 1940 à H 0009 = 1949 et les registres d'index C 0000 = 1967 à C 0009 = 1976.

Les programmes ont été écrits et surtout vérifiés morceau par morceau.

.../...

VI - PARTIE INTERPRETATIVE EN LOGIQUE EXTERIEURE :

GENERALITES

Interpréter un ordre en logique extérieure consiste à former, en tenant compte des indications données par cet ordre, des instructions en langage machine permettant d'effectuer les opérations demandées par l'ordre. Après les avoir exécutées, la machine va chercher l'ordre suivant sur lequel elle recommence ce processus.

VI - A - SCHEMA GENERAL.

L'interprétation d'un ordre en C.D.P. commence toujours par l'instruction placée en DEBUT = 1800 (n° 41). La seule indication demandée par la machine à ce moment est l'adresse n de l'ordre à interpréter. Cette adresse doit être placée sous la forme 00 0000 n dans la mémoire MEMNN = 1884. L'exécution en logique extérieure d'un ordre se passe donc suivant le schéma suivant :

- recherche de l'ordre dans sa ou ses mémoires (commence en 1800)
- découpage de l'ordre et séparation des diverses indications.
- mise en place de l'adresse de l'instruction suivante en MEMNN = 1884
- formation des ordres en langage machine et exécution
- retour à DEBUT = 1800.

La succession de ces phases n'est pas toujours exactement celle-ci.

.../...

VI - B - ANALYSE.

Pour tous les ordres, si le signe du pupitre est -, la machine perfore une carte d'analyse. Cette carte porte les renseignements suivants :

- Pour les ordres à 1 mémoire :

Mot 1 : 00 n 0000

Mot 2 : instruction (en n)

Pour ces ordres, la carte d'analyse sert à signaler la présence de l'ordre dont la fonction est en général évidente.

- Pour les ordres à 2 mémoires sauf le bouclage :

Mot 1 : 00 n 0000

Mot 2 : } instruction (en n et n + 1)
Mot 3 : }

Mot 4 : { Si non indexage : n'importe quoi
{ Si indexage 0 xxx xxx xxx
(CTRi)(CTRj) (CTRk)

(CTRi) représente le contenu du registre d'index n°i. Ce mot permet de connaître le contenu de tous les registres d'index. Ce contenu doit toujours être positif et inférieur à 1000.

Mot 5 : Contenu de A

Mot 6 : Contenu de B

Mot 7 : Contenu de C } Résultat
Mot 8 : Contenu de C + 1 }

Les mots 5, 6, 7, 8 représentent le contenu des mémoires après l'exécution de l'ordre.

.../...

- Pour le bouclage

Mot 1 : 00 n 0000

Mot 2 : } instruction (en n et n + 1)
Mot 3 : }

Mot 4 : Contenu du compteur de boucles n°∝ après sa modification.

Mot 5 : Contenu du registre d'index n° i après sa modification.

La perforation de la carte d'analyse se fait dans la bande 1950. Autrement dit, le mot 1 vient de 1977 que nous appellerons P 0001, le mot 2 de 1978 ou P 0002, ..., le mot 8 de 1984 ou P 0008.

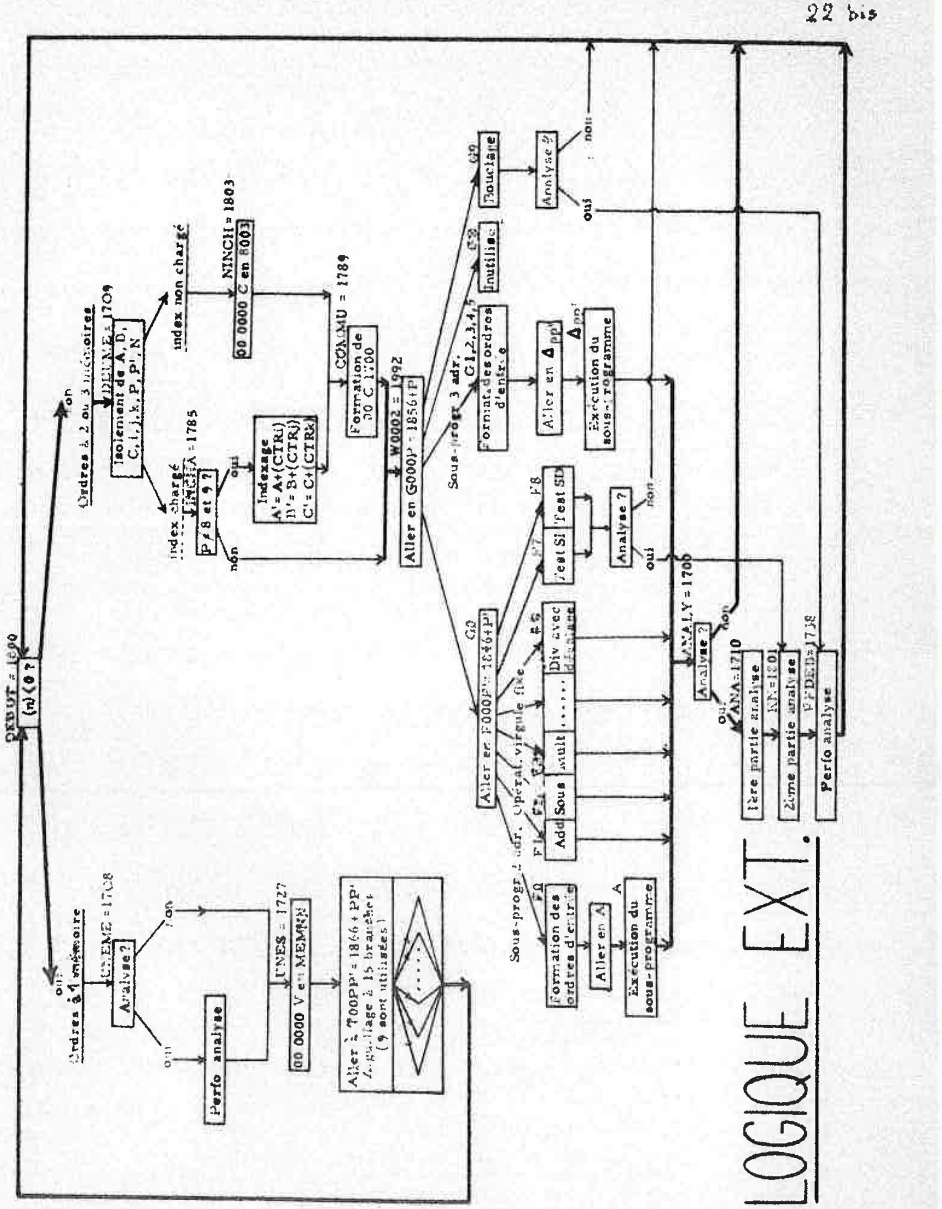
VI - C - ORGANIGRAMME (voir figure page 22bis)

Nous noterons n l'adresse de l'instruction considérée (contenue en n ; ou n et n + 1 ; ou n, n + 1 et n + 2) et N l'adresse de l'instruction suivante. La première opération que fait la machine est d'amener dans l'accumulateur droit le contenu (n) de n et de tester son signe. Dès cet endroit se séparent les trajets suivis pour les instructions à 1 mémoire et celles à 2 mémoires. C'est en effet le signe de (n) qui les différencie.

VI - C - 1 - Instructions à 1 mémoire (cas où le contenu de n est négatif).

La 1ère instruction de cette branche est l'instruction UNEME = 1708 (n° 186). Elle commence une partie dans laquelle ont été groupées toutes les opérations valables à la fois pour tous les ordres de service. Cette partie comporte :

.../...



- D'abord l'analyse : pour les ordres de service, les seules indications intéressantes sont l'adresse de l'instruction et l'instruction elle-même. Or, dès l'exécution de UNEME = 1708 ces indications sont en place, la première en P 0001 = 1977, la seconde en P 0002 = 1978 (voir le détail de la partie interprétative). On peut donc dès le début traiter le problème de l'analyse. Pour cela, le contenu de la mémoire "pupitre" est amené dans l'accumulateur et testé. S'il est négatif, cas où l'on désire l'analyse, la carte d'analyse est perforée. Sinon aucune carte n'est perforée.

- Ces 2 cas se rejoignent à l'instruction UNES = 1727 où débutent l'envoi de 00 0000 V en MEMNN = 1864, c'est-à-dire la mise en place de l'instruction suivante, et la préparation du test à branches multiples différenciant les branches propres à chaque code PP'. En fait, V n'est pas toujours l'instruction suivante. Mais on a intérêt pour gagner des mémoires à placer son envoi dans la partie commune.

- Le test est un test à 15 branches, laissant ainsi la possibilité d'utiliser 15 codes PP' différents (9 seulement ont été utilisés jusqu'à présent). Ce test est très simple. Il en existe de nombreux autres du même type dans les parties interprétatives, que ce soit en logique extérieure ou en auto-perforation. Il consiste à faire débuter la branche relative à PP' = 00 à une instruction d'adresse:"constante + 00" ; celle relative à PP' = 01

.../...

à "constante + 01" ; etc ..... Cette forme peut être notée par des adresses régionales en PASØ. La région des 1ères instructions des branches relatives aux ordres à 1 mémoire sera par exemple désignée par la lettre T. La branche relative au code PP' commencera donc en T 00PP' = 1866 + PP'. Pour former l'ordre d'aiguillage (aller à T 00PP') il suffit d'ajouter à 00 0000 00PP' la constante 00 0000 T0000 = 00 0000 1866. Le mot ainsi formé représente alors l'ordre d'aiguillage.

- Exécution du test : il suffit pour cela d'exécuter l'ordre formé, c'est-à-dire 00 0000 T 00PP' = 00 0000 1866 + PP'.

= Parties propres à chaque code PP' : elles seront passées en revue au cours de l'étude détaillée de la partie interprétative.

- Toutes les parties particulières se terminent par un retour à DEBUT = 1800. La seule exception apparente est celle du code 05 (retour en langage machine). Cette exception n'est que fictive, car la fin de son exécution (c'est-à-dire, au point de vue de la logique extérieure, la fin de l'exécution du programme en langage machine) doit être marquée par un retour à 1800, c'est-à-dire à DEBUT (voir étude détaillée).

VI - C - 2 - Instructions à 2 mémoires : (cas où le contenu de n est positif).

La 1ère instruction de cette branche est l'instruction DEUME = 1709 (n° 48)

.../...

a) Partie commune :

La partie commune se décompose en 4 parties principales.

α) Le découpage des ordres. Ce découpage sera envisagé dans l'étude détaillée de la partie interprétative.

β) L'indexage. Pour raccourcir l'exécution en logique extérieure, si aucun ordre d'un programme n'est indexé, on peut supprimer une petite portion de la partie interprétative (matérialisée par un paquet d'indicatif spécial, le paquet "index").

- Si le paquet "index" n'est pas chargé, il ne reste, après le découpage des ordres, rien d'essentiel à faire par la partie interprétative commune à tous les ordres. Par commodité, la machine fabrique, en COMMU = 1789 (n° 73) le mot 00 C 1700 très utilisé par la suite. Avant d'aller à COMMU = 1789, la machine doit exécuter une instruction (NINCH = 1803) qui permet d'être à des états équivalents, lorsqu'on arrive à COMMU = 1789, que le paquet "index" soit chargé ou non.

- Si le paquet "index" est chargé, la partie interprétative doit indexer les adresses. Mais l'indexage n'est pas valable pour les ordres tels que P = 8 ou 9. Pour ces ordres, la partie interprétative commune n'a plus rien à faire après le découpage, si bien que pour P = 8 ou 9, le programme va directement à l'aiguillage gouverné par P.

.../...

Pour les ordres tels que $P \neq 8$ et 9, l'indexage consiste à ajouter à l'adresse A le contenu du registre d'index n° i, à B celui du n° j et à C celui du n° k. Si un, deux ou les trois indices sont nuls, l'indexage a quand même lieu. Mais, pour cela, il est essentiel que le contenu du registre n° 0 soit nul.

Remarque : il serait possible de faire un test sur la nullité simultanée de i, j, k pour ne pas inutilement exécuter les opérations d'indexage. Mais le gain de temps serait assez minime et la perte de place assez sensible. Or, en logique extérieure, puisqu'il existe une autoprogrammation, le temps n'est qu'un facteur secondaire par rapport à l'encombrement. En autoprogrammation, par contre, ce test a lieu.

γ) Après l'indexage, la branche "index chargé" rejoint la branche "index non chargé" en CØMMU = 1789. Après la formation de 00 C 1700 (c'est-à-dire en PASO : 00 C ANALY), c'est à l'aiguillage multiple gouverné par P que l'on arrive. L'ordre d'aiguillage a été formé dans la mémoire W 0002 = 1992 au cours du découpage des ordres.

δ) Aiguillage gouverné par P. Il serait trop encombrant d'effectuer, comme pour les ordres de service, un aiguillage ayant autant de branches qu'il existe de valeurs de PP'. On a donc commandé d'abord un aiguillage suivant P permettant de distinguer les différents genres

.../...

d'ordres. Puis, pour certaines valeurs de P, un aiguillage suivant P' est nécessaire. L'aiguillage suivant P envoie à l'instruction d'adresse régionale G 000P = 1856 + P. Ainsi la branche commençant en G 0000 = 1856 est relative aux sous-programmes à 2 adresses et aux opérations en virgule fixe. Les branches commençant en G 0001 = 1857, G 0002 = 1858, ..., G 0007 = 1863 se rejoignent et sont relatives aux sous-programmes à 3 adresses. En fait P = 6 et 7 ne sont pas utilisables ; cette restriction a été apportée pour gagner de la place sur le tambour, car le nombre de 50 sous-programmes à 3 adresses utilisables simultanèment a été jugé tout-à-fait suffisant. La branche commençant en G 0008 = 1864 n'existe pas encore. Elle est réservée à d'éventuels ordres de forme spéciale. Quant à la branche commençant en G 0009 = 1865, elle est relative à l'ordre de bouclage.

Remarque : Il peut paraître curieux qu'un aiguillage à 10 branches contienne 7 branches se rejoignant aussitôt. C'est cependant le procédé de différenciation qui a paru le plus économique et le plus souple. S'il n'avait pas été employé, il aurait fallu avoir recours à des tests.

b) Branche particulière à chaque valeur de P.

α) P = 0 : la machine fait immédiatement un aiguillage multiple sur P'.

.../...

Les branches particulières à chaque P' commencent à l'adresse régionale F 000P' = 1846 + P'. Les branches commençant aux adresses F 0001 = 1847 à F 0006 = 1852, c'est-à-dire correspondant aux codes PP' = 01 à 06, sont relatives aux ordres d'opérations en virgule fixe. Elles rejoignent la plupart des autres branches avant la partie "analyse". Les branches F 0007 = 1853 et F 0008 = 1854 correspondant aux ordres de test PP' = 07 et 08 ont leur propre début d'analyse. Elles rejoignent la plupart des autres branches en cours d'analyse ou à DEBUT = 1800 suivant que l'on désire ou non l'analyse. La branche P' = 0, correspondant aux ordres d'entrée dans les sous-programmes à 2 adresses, commence par la formation des ordres d'entrée dans le sous-programme et se poursuit par l'exécution effective du sous-programme. Elle rejoint la majorité des branches à l'analyse.

6) P = 1 à 5 : il s'agit des ordres d'entrée dans les sous-programmes à 3 adresses. La branche commune à tous ces ordres consiste en la formation de l'entrée dans le sous-programme voulu. Elle est suivie de l'exécution de celui-ci, exécution commençant à l'instruction placée en $\Delta_{pp'}$ (cf chapitre VII - C-3) ; cette adresse représente le facteur de translation du sous-programme, si la 1ère instruction est en $\Delta + 0$. L'adresse $\Delta_{pp'}$ ne peut pas, comme pour les sous-programmes à

.../...

2 adresses, figurer dans l'ordre. Elle est indiquée sous la forme 00 0000 $\Delta_{pp'}$ dans la mémoire 1875 + PP'. Il y a ainsi une correspondance facile entre le code et l'adresse de la première instruction du sous-programme. L'exécution du sous-programme terminée, le programme rejoint la plupart des autres branches au début de l'analyse.

7) P = 8 n'est pas encore créé.

8) P = 9 correspond à l'ordre de bouclage. Cet ordre à structure très spéciale ne peut pas s'adapter à l'analyse commune. Il possède donc son propre programme d'analyse et ne rejoint l'ensemble des branches qu'à l'ordre de perforation de l'analyse ou à DEBUT = 1800 selon que l'on désire ou non l'analyse. Le programme de bouclage a été écrit sous forme d'un sous-programme (non standard) translatable, ce qui a permis, au cours des divers assemblages de la partie interprétative, de garder en formation compacte la partie réservée au bouclage. Le facteur de translation de ce sous-programme est placé dans la mémoire 1875 + 61 = 1936 sous la forme 00 0000 Δ_{bou} = 00 0000 1596. Ce mot représente d'ailleurs l'ordre "aller au sous-programme de bouclage".

.../...

c) Analyse : pour la plupart des ordres, le même programme d'analyse est utilisé. Ce programme, qui sera étudié en détail plus loin, commence par un test sur le signe du pupitre. Si ce signe est +, le programme d'analyse ne doit pas être déroulé et l'on est envoyé en DEBUT = 1800 où commencera l'interprétation de l'ordre suivant. Si ce signe est -, le programme d'analyse se déroule. Il se termine par la perforation d'une carte et le retour à DEBUT = 1800.

.../...

VII - ETUDE DETAILLEE DE LA PARTIE INTERPRETATIVE

Les N° placés en tête des tableaux suivants représentent le numéro de chaque ligne dans l'assemblage.

VII - A - PARTIE COMMUNE A TOUS LES ORDRES : commence en DEBUT = 1800

Au début de cette partie, se trouve dans la mémoire MEMNN = 1884 la quantité 00 0000 n indiquant l'adresse n de l'ordre à interpréter.

N°	Adresse	C. O.	A. F.	A. I.	(8003)	(8002)	(8001)	
41	DEBUT	RAD	M EMNN		0.....0	0.....On		
42		DAG	0004			00 n 0000		
43		T RD	P 0001				00 n 0000	en P1 (pour analyse)
44		EDI	GG	GI			65 xxxx GH	
45	G G	65	0000	G H				
46	GI	SBF	GG	8001			65 n GH	en GG
	(8001)	R AD	n	G H	0.....0	(n)		
47	GH	ANG	UNEME	DEUME				Test sur (n)
			(UNE MEmoire)	(DEUx MEmoires)				

Cette séquence de programme sert à former l'ordre 65 n GH qui amène le contenu de n dans l'accumulateur, puis à exécuter cet ordre et à faire le test qui envoie : en UNEME = 1708 si l'ordre est à 1 mémoire et en DEUME = 1709 s'il est à 2 mémoires.

VII - B - ORDRES A 1 MEMOIRE OU ORDRES DE SERVICE

VII - B 1) Partie commune à ces ordres : débute à UNEME = 1708 (n° 186)

					0.....0	-PP' U V	-PP'U V	
186	UNEME	TRD	P0002				-PP' U V	en P2 (pour analyse)
187		R AG	8000					
188		ANG		UNES				Analyse ?
189		P PP	P 0001	U NES				Perfo si analyse
190	U NES	RAV	P0002		0.....0	PP' U V		
191		E DI	8003				0.....0	
192		S BI	MEMNN				00 0000 V	en MEMNN = 1884
193		DAG	0002		0....0PP'	U V 00		
194		A AG	C TE4	8003	0..0(TOOPP')	U V 00	0...0T0000	Formation aiguillage
	(8003)	SØP	0000	T00PP'				Aiguillage

.../...

- La carte d'analyse porte en mot 1 le contenu de P 0001 = 1977, soit 00 n 0000 et en mot 2 le contenu de P 0002 = 1978, soit - PP' U V .
- V, dans la plupart des cas, représente l'adresse de l'instruction suivante. Le programme envoie donc 00 0000 V en MEMNN = 1884 dans la partie commune car cela est plus rentable au point de vue de l'encombrement.
- La mémoire CTE 4 = 1775 contient 00 0000 T0000 = 00 0000 1866.

VII - B - 2 - Partie propre à chaque code PP' :

= Code - 00 U V : sans opération, aller à V.

217	T 0001	S ØP	0 0 0 0	D EBUT			

Le seul but de cette partie de programme est d'envoyer à DEBUT = 1800. En effet, lorsqu'on arrive à DEBUT = 1800, c'est l'adresse V qui est dans la mémoire MEMNN = 1884 car elle a été placée par la partie commune aux ordres à 1 mémoire. C'est donc bien l'instruction V qui est exécutée ensuite.

= Code - 01 U V : arrêt ; après l'arrêt, aller éventuellement à V.

199	T 0001	E DI	A RDEB	D ADSB	0—0 T0001	U V 00	01 0000 DEBUT	
197	D ADSB	D AD	0 0 0 2	S BFW1	0. . . 0xx	xx U V		
198	S BFW1	S BF	W 0 0 0 1	8001			01 U DEBUT	
	(8001)	A RT	U	D EBUT				

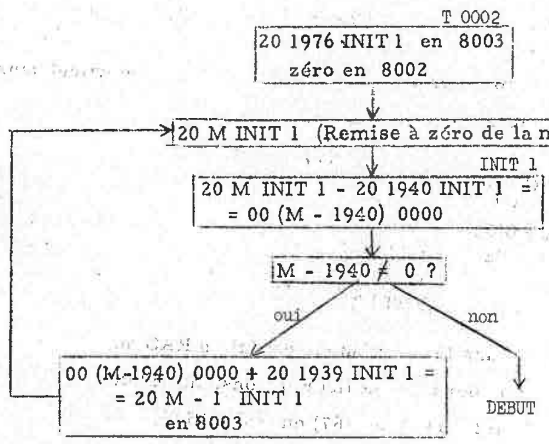
- Les 3 premiers ordres forment l'ordre d'arrêt 01 U DEBUT. Cet ordre a comme adresse facteur U pour pouvoir être repéré. En effet, il est très utile lorsque la machine s'arrête de savoir quel ordre d'arrêt a fonctionné. L'adresse instruction suivante est DEBUT = 1800 pour que, si l'on veut faire repartir le programme, l'instruction V soit exécutée.
- La mémoire ARDEB contient la constante 01 0000 DEBUT = 01 0000 1800.
- Remarque : L'ordre de décalage pourrait s'exécuter avant la mise en place de 01 0000 DEBUT dans le distributeur. Mais cela supprimerait la possibilité d'utiliser l'ordre DADSB pour d'autres codes que - 01 U V.

= Code - 02 U V : Initialisation.

Cet ordre sert à remettre à zéro les mémoires 1940 à 1976, c'est-à-dire les compteurs de boucles et d'index plus les mémoires 1950 à 1966. On verra qu'en exécution en langage machine (après autoprogrammation) cet ordre a un rôle supplémentaire.

.../...

L'organigramme suivant montre le déroulement de la partie interprétative propre à l'ordre - 02 U V -



206	T 0002	RAG		8003	20 1976 INIT1	0 0				
207		20	1976	I NIT1						
	(8003)	TRD	M	I NIT1				0 0	en M	
208	I NIT1	SAG	I NIT2		00 M-1940 0000			20 1940 INIT 1		
209		GNN		D EBUT					M-1940≠0 ?	
210		AAG		8003	20 M-1 INIT 1			20 1939 INIT 1	Transformation	
211		20	1939	I NIT1					de l'ordre de R/	
	(8003)	TRD	M-1	I NIT1						
212	I NIT2	20	1940	I NIT1					Constante	

= Code - 03 U V : remise à zéro de la mémoire U

					0. . . 0 T0003	U V 00		
214	T 0003	S AG	8003		0 0			
215		E DI		D ADSB			21 0000 DEBUT	
216		21	0000	D EBUT				

.../...

Les ordres DADSB = 1679 (n° 197) et SBFW1 = 1825 (n° 198) déjà utilisés pour l'ordre - 01 U V permettent de former dans le distributeur l'ordre 21 U DEBUT qui s'exécute alors, envoyant le contenu de 8003, c'est-à-dire zéro, dans la mémoire U.

= Code - 04 U V : entrée dans le distributeur du contenu de U et arrêt par l'ordre 01 U xxxx. Aller ensuite à V.

Cet ordre est utile pour contrôler un résultat en cours de calcul sans faire d'arrêt prédéterminé.

218	T 0004	D AD	0002		0..0T0004	U V 00				
219		E DI	RG0 W2		0...0 xx	xx U V		60 0000 W0002		
220		S BF	W 0001					60 U W0002		en W0001
221		E DI	A RDEB					01 0000 DEBUT		
222		S BF	W 0002	W 0001				01 U DEBUT		en W0002
	(W 0001)	R AG	U	W 0002	0.....0	(U)		(U)		
	(W 0002)	A RT	U	DEBUT						

- L'ordre d'entrée dans le distributeur est ici un RAG au lieu de EDI. La seule raison est que cela permet d'utiliser la constante 60 0000 1992 contenue dans la mémoire RG0 W2 = 1810 (n° 167) qui est utilisée une autre fois dans la partie interprétative. Il est donc inutile de créer une constante supplémentaire.
- Cette partie de programme pourrait comporter un ordre de moins. Il suffirait pour cela de former l'ordre 01 U DEBUT avant l'ordre 60 U W0002. Le dernier ordre de substitution serait alors SBF W 0001 W 0001 ou SBF W0001 8001, c'est-à-dire l'ordre contenu en SBFW1 = 1825 (n° 198) et déjà utilisé. Une mémoire serait alors libérée. Cette amélioration sera apportée ultérieurement au C. D. P.

= Code - 05 U V : aller en langage machine à U.

Le dernier ordre en langage machine doit avoir comme adresse instruction suivante : 1800, c'est-à-dire DEBUT. Le programme continuera alors à l'ordre en code placé en V.

Le seul ordre à former par la partie interprétative est 00 xxxx U c'est-à-dire: aller à U. En effet, le programme en langage machine commençant à U se

.../...

déroule jusqu'à ce qu'une adresse instruction suivante 1800 se présente. A ce moment, l'adresse V se trouve dans la mémoire MEMNN (placée par la partie interprétative commune à tous les ordres à 1 mémoire), et le programme continue comme souhaité.

Le seul ordre à écrire est donc :

195	T 0005	D AD	0006	8002	0...0T0005	U V 00		
	(8002)	S ØP	xxxx	U	0..... 0	00 T0005 U		

Lorsqu'on est sûr de n'utiliser un programme qu'en logique extérieure, on peut exécuter des tests et des aiguillages à l'intérieur du programme en langage machine et prévoir des rentrées en codes à des adresses différentes. Par exemple, si la rentrée pour une branche doit se faire en W, il suffit que cette branche place 00 0000 W en 1884 = MEMNN puis s'adresse à 1800 = DEBUT. Mais ceci n'est pas possible en autoprogrammation, à moins de prendre de très grosses précautions.

= Code - 06 U V : Perforation simple.

Cet ordre est équivalent à l'ordre en langage machine 71 U V.

213	T 0006	E DI	P FDEB	D ADSB	0...0 T0006	U V 00	71 xxxx DEBUT	

- La mémoire PFDEB = 1733 (n° 40) est aussi utilisée pour l'analyse. Elle contient 71 P 0001 DEBUT c'est-à-dire 71 1977 1800.
- En DADSB = 1679 (n° 197) la machine place U dans l'accumulateur droit en position d'adresse facteur puis fait un SBF pour former l'ordre 71 U DEBUT qu'elle exécute.

= Code - 07 U V : lecture.

Cet ordre est équivalent à l'ordre 70 U V en langage machine à condition que les cartes lues soient des cartes "lecture". En effet la partie interprétative forme l'ordre 70 U DEBUT et l'exécute. Si la carte est une carte

.../...

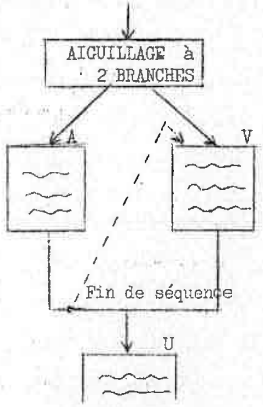
"lecture", elle est lue et le programme continue en DEBUT = 1800 où il commence à interpréter l'ordre V (car 00 0000 V est en MEMNN = 1884). Mais si la carte est "chargement", après la lecture le programme va à U qu'il essaye d'interpréter en langage machine. Cette propriété peut au besoin être utilisée à condition que le programme ne soit traité qu'en logique extérieure. Si ce n'est pas le cas on peut se tirer d'affaire en prenant de grosses précautions.

196	T 0007	E DI	L CDEB	D ADSB	0...0T0007	U V 00	70 0000 DEBUT	

- La mémoire LCDEB = 1726 (n° 204) contient 70 0000 1800 c'est-à-dire 70 0000 DEBUT.
- En DADSB = 1679 (n° 197), U est placé en position d'adresse facteur dans 8002; ensuite, l'ordre 70 U DEBUT est formé par un SBF puis exécuté.

= Code - 09 U V : Fin de séquence.

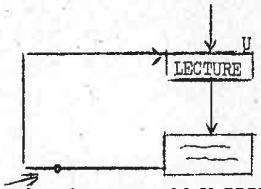
- Utilité de cet ordre : nous la montrerons sur un exemple d'organigramme.



En autoperforation, il faut parcourir successivement les 2 branches de l'aiguillage pour pouvoir perforer les programmes en langage machine correspondants. S'il n'y avait pas d'ordre de fin de séquence dans l'organigramme ci-contre, la branche A serait autoperforée mais pas la branche V. En autoperforation, il faut donc aller à V à la fin de la branche A. Par contre, en logique extérieure et en exécution de programme autoperforé, c'est à U que l'on doit aller après la branche A. L'ordre de fin de séquence - 09 U V envoie donc à U en logique extérieure et en exécution de programme autoperforé, mais à V en autoprogrammation. Cet ordre doit en général figurer à la fin d'une des branches des tests à 2 branches et à la fin de 2 de celles des tests à 3 branches. Il doit également être utilisé lorsqu'on arrive à un endroit qui doit marquer la fin de l'autoperforation et non celle du

.../...

déroulement du programme. Par exemple :



Fin de séquence :-09 U 7777 par ex

La fin de séquence sert ici à stopper l'autoprogrammation. Lorsque le programme s'exécute(en logique extérieure ou en langage machine), le programme s'arrêtera quand il n'y aura plus de cartes à lire.

D'une façon générale, la fin de séquence est utilisée lorsque les trajets suivis par la logique extérieure et l'autoperforation sont différents (sauf pour le bouclage).

- Réalisation : En logique extérieure, cet ordre est un saut inconditionnel à U.

200	T 0009	S AG	8003		0...0T0009	U V 00		
201		D AD	0006		0...0	0...0 U		
202		T F D	MEMNN	D EBUT			0...0 U	en MEMNN = 1884

Le programme envoie U à la place de V comme adresse instruction suivante en MEMNN = 1884 puis va en DEBUT = 1800.

VII - B - 3 - Remarques sur les ordres de service :

Pour l'exécution de tous ces ordres à 1 mémoire ou ordres de service, apparaissent nettement :

- La partie commune, d'abord à tous les ordres, ensuite aux ordres de service. Cette partie prépare tout ce qui est utile à l'ensemble des ordres de service (analyse et adresse V de l'instruction suivante) et effectue l'aiguillage à branches multiples qui différencie les ordres
- La formation des ordres à exécuter
- L'exécution de ces ordres
- Le retour à DEBUT.

Pour les ordres à 2 mémoires, les plus fréquents et les plus complexes, apparaissent deux faits nouveaux : l'indexage et l'existence de sous-programmes.

.../...

VII - C - ORDRES A DEUX MEMOIRES.

Chaque adresse représentée par une lettre (par exemple N) sera notée indifféremment par cette lettre (N) ou par la lettre écrite autant de fois que l'adresse a de chiffres (NNN).

VII - C - 1 - Partie commune à tous ces ordres : débute en DEUME = 1709 (n°48)

a) Début : Sa principale fonction est de séparer les diverses indications contenues dans l'ordre.

48	D	EUME	T	RD	P	0002		0 0	PP'NNNiAAAA	PP' NNNi AAAA	en P2 (pour analyse)
49			E	DI		8003				0 0	
50			S	BI	P	0005				0 ..... 0 A	en P5 = 1981
51			S	AD		8001			PP'NNNi0000		
52			D	AG		0001		0 .... 0P	P'NNNi00000		
53			A	AG	C	TE1		0...0G000P	P'NNNi0...0	0 .....0G0000	
54			T	RG	W	0002				0 ....0G000P	en W2 = 1992
55			S	AG	C	TE1		0..... 0P	P'NNNi0...0		
56			D	AG		0001		0.....0PP'	NNNi 0....0		
57			S	AG		8003		0 0		0 .....0PP'	
58			T	DI	P	PPRI				0 .....0PP'	en PPPRI = 1750
59			D	AG		0003		0 ...0NNN	i0 0		
60			T	RG	M	EMNN				0 ..... 0 N	en MEMNN = 1884
61			T	RD	W	0003				i0 0	en W3 = 1993
62			R	AD	P	0001		0..... 0	00 n 0000		
63			A	AD	G	J	8002		67 n+1 GL	67 0001 GL	
64	G	J		67		0001	G	L			
		(8002)	R	AV		n+1	G	L	0 0	jBBBBkCCCC	j B k C
65	G	L	T	DI	P	0003				j B k C	en P3 (pour analyse)
66			E	DI		8003				0 0	
67			S	BI	P	0008				0 00000 C	en P8 = 1984
68			S	AD		8001			jBBBBk0000		
69			D	AG		0001		0....0 j	BBBBk0...0		
70			S	AG		8003		0..... 0		0.....0 j	
71			T	DI	W	0005				0.....0 j	en W5 = 1995
72			D	AG		0004	I	NNIN	0.....0 B	k0..... 0	

- P0005 = 1981 et P0008 = 1984 servent ici de mémoires de travail.
- La mémoire CTE 1 = 1802 (n°159) contient la constante 00 0000 G 0000 c'est-à-dire 00 0000 1856. En lui ajoutant P, on forme l'ordre d'aiguillage multiple "aller à G 000 P" qui marquera la séparation des branches correspondant aux différents P. Cet ordre est mis en réserve dans la mémoire de travail W0002 = 1992 par l'ordre n°54.
- L'ordre n°60 met en place l'adresse de l'instruction suivante dans la mémoire MEMNN = 1884.
- Quand tout le parti possible a été tiré de la moitié gauche de l'instruction, c'est la partie droite qui est considérée (celle contenue en n+1). Le mot 00 0000 N a pris la place de 00 0000 n en MEMNN = 1884, mais l'adresse n se trouve encore dans la mémoire P0001 = 1977. Les ordres n°62 et 63 forment l'ordre qui va chercher la valeur absolue de la partie droite de l'instruction.
- C'est l'ordre INNIN qui enverra 00 0000 B en P0006 = 1982 utilisée comme mémoire de travail. Quant à k C.....C, il ne sera envoyé en mémoire que si l'indexage a lieu (paquet "index" chargé).

.../...

b) Index et fin de la partie commune :

Le contenu de INNIN = 1759 (n° 73) est différent selon que le paquet supplémentaire "index" est chargé ou non. Si ce paquet n'est pas chargé, INNIN = 1759 contient : TRG P0006 NINCH = 21 1982 1803. Cet ordre envoie donc à NINCH = 1803 (n°74) : voir organigramme. Si ce paquet est chargé, INNIN = 1759 contient : TRG P0006 INCHA = 21 1982 1785. Cet ordre envoie à INCHA = 1785 (n° 226).

= Cas où le paquet "index" n'est pas chargé :

73	I NNIN	T RG	P 0006	N INCH	0.....0 B	k0..... 0		0.....0 B	en P6 = 1982
74	N INCH	R AG	P 0008	C ØMMU	0.....0 C	0..... 0			
75	C ØMMU	D AG	0004		00 C 0000				
76		A AG	0 0ANA		00 C ANALY				
77		T RG	P 0007	W 0002				00 C ANALY	en P7 = 1983
	(W 0002)	S ØP	0000	G 000P					Aiguillage

La mémoire P0007 = 1983 est utilisée ici comme mémoire de travail.

= Cas où le paquet "index" est chargé :

(CTRi) désigne le contenu du registre d'index n°i.

73	I NNIN	T RG	P 0006	I NCHA	0.....0 B	k0..... 0		0.....0 B	en P6 = 1982
226	I NCHA	T RD	W 0007					k0..... 0	en W7 = 1997
227		R AG	P PPRI		0....0PP'	0 0			
228		S AG	0 080		0..0PP180				
229		A NG	I'NF	W 0002					P ≠ 8 et 9 ?
230	I'NF	R AD	W 0003		0..... 0	i0 0			Cas où P < 8
231		D AD	0005			00000i0000			
232		A AD	R DCKA	8002		650TRi KA			
	(8002)	R AD	C TRi	K A		0...0(CTRi)			

.../...

233	K A	A AG	8001		0...0 (CTRi)	0....0 (CTRi)				
234		A AG	P 0005		0..... 0A'			0.....0A		
235		T RG	P 0005					0.....0 A'	en P5 = 1981	
236		D AG	0003			0...0(CTRi)000				
237		T RD	P 0004					0...0(CTRi) 000	en P4 = 1980	
238		R AD	W 0005		0 0	0 ..... 0 j				
239		D AG	0004			0....0 j 0000				
240		A AD	R DCKB	8002		65 CTRj KB				
	(8002)	R AD	C TRj	K B	0..... 0	0....0 (CTRj)				
241	K B	A AG	8001		0...0 (CTRj)					
242		A AG	P 0006		0..... 0 B'			0..... 0 B		
243		T RG	P 0006					0.... 0 B'	en P6 = 1982	
244		A AD	P 0004			0000(CTRi)(CTRj)				
245		D AG	0003			0(CTRi)(CTRj)000				
246		T RD	P 0004					0(CTRi)(CTRj) 000	en P4 = 1980	
247		R AD	W 0007		0 0	k0 0				
248		D AD	0005			0....0k0000				
249		A AD	R DCKC	8002		65 CTRk KC				
	(8002)	R AD	C TRk	K C	0 0	0....0(CTRk)				
250	K C	A AG	8001		0 ...0(CTRk)					
251		A AG	P 0008		0 ..... 0 C'			0 ...., 0 C		
252		A AD	P 0004			0(CTRi)(CTRj) (CTRk)				
253		S AD	8002			0 0		0(CTRi)(CTRj) (CTRk)		
254		T DI	P 0004					0(CTRi)(CTRj) (CTRk)	en P4 = 1980	
255		T RG	P 0008	C ØMMU	0 ..... 0 C'	0 0		0 ..... 0 C'	en P8 = 1984	
256	R DCKA	R AD	C 0000	K A						
257	R DCKB	R AD	C 0000	K B						
258	R DCKC	R AD	C 0000	K C						

.../...

- Les instructions n° 227, 228, 229 permettent d'effectuer le test : "P ≠ 8 et 9 ?". En fait, c'est le test "P < 8 ?" qui est exécuté, ce qui revient au même. Si P est égal à 8 ou 9, le programme va directement à W 0002 = 1992 où se trouve l'ordre d'aiguillage 00 0000 G 000P = 00 0000 G 0008 ou 00 0000 G 0009 (voir organigramme). Si P est différent de 8 et 9, le programme va en INF = 1642 (n° 230) pour exécuter l'indexage.

- La mémoire "0080" = 1822 (n° 161) contient la constante 00 0000 0080.

- Les ordres n° 230, 231, 232 servent à former l'ordre 65 CTRi KA = 65 CTRi 1651 qui fait entrer dans l'accumulateur droit le contenu du registre d'index n° i. Les ordres n° 238, 239, 240 jouent le même rôle pour l'index j, et les ordres n° 247, 248, 249 pour l'index k.

- L'ordre n° 235 envoie A' = A + (CTRi) à la place de A, c'est-à-dire en P 0005 = 1981. De même les ordres n° 243 et n° 255 envoient respectivement B' et C' dans les mémoires P 0006 = 1982 et P 0008 = 1984.

- La partie de programme "indexage" sert également à former le mot 4 de l'analyse, c'est-à-dire 0 xxx xxx xxx (CTRk)(CTRj)(CTRk)

Ce mot est formé petit à petit, au fur et à mesure qu'interviennent les 3 registres d'index. L'ordre n° 254 envoie ce mot en P 0004 = 1986 (4ème mot de la zone de perforation).

.../...

- En CØMMU = 1789 (n° 75), le programme correspondant au cas où le paquet "index" est chargé rejoint le programme sans paquet "index".

Remarque : l'assemblage de cette partie de programme a été fait de telle façon qu'elle remplisse une séquence compacte (1639 à 1670). Cet assemblage a donc été fait à la suite de l'assemblage du reste du programme, séparé de celui-ci par le passage d'une carte PBD 1639 1670 et d'une carte PRA 1671 1999 (de sécurité).

= En CØMMU = 1789 (n° 75), la machine forme 00 C ANALY ou 00 C' ANALY (ANALY = 1700) et l'envoie en P 0007 = 1983 utilisé comme mémoire de travail à ce moment là. Ensuite, le programme arrive en W 0002 = 1992 où se trouve l'ordre d'aiguillage 00 0000 G 000P = 00 0000 1856 + P, placé par l'ordre n° 54. Dans la suite du texte, nous désignerons par A l'adresse A indexée ou non (suivant que le paquet "index" est ou non chargé) c'est-à-dire A ou A'. Cela ne risque pas de prêter à confusion car, lorsque A' est créé, A n'a plus aucune importance. La même remarque est applicable à B et C.

c) Analyse

La partie de programme relative à l'analyse de la plupart des ordres à 2 mémoires commence par un test sur le signe du pupitre. Si ce signe est -, l'analyse doit être faite. Les mémoires P 0001, P 0002, P 0003, P 0004 sont déjà pourvues quand on arrive en ANALY = 1700 (n° 23).

.../...

Il reste donc à envoyer (A) en P 0005 = 1981, (B) en P 0006 = 1982, (C) en P 0007 = 1983 et (C + 1) en P 0008 = 1984.

23	ANALY	RAG	8000						
24		ANG	ANA	DEBUT					Analyse ?
25	ANA	RAG	P 0005		0....0 A	0.......0			
26		AAD	P 0006			0...0 B			
27		DAG	0004		00 A 0000	00 B 0000			
28		AAG	EDOKM	8003	69 A KM			69 0000 KM	
	(8003)	EDI	A	KM				(A)	
29	KM	TDI	P 0005					(A)	en P5 = 1981
30		AAD	EDOKN	8002		69 B KN		69 0000 KN	
	(8002)	EDI	B	KN				(B)	
31	KN	TDI	P 0006					(B)	en P6 = 1982
32		RAD	P 0007	SUANA	0 0	00 C ANALY			
33	SUANA	EDI	EDOKP					69 xxxx KP	
34		SBF	EDOKP	8001				69 C KP	
	(8001)	EDI	C	KP				(C)	
35	KP	TDI	P 0007					(C)	en P7 = 1983
36		AAD	0 10			00C+1ANALY			
37		EDI	EDOKR					69 xxxx KR	
38		SBF	EDOKR	8001				69 C +1 KR	
	(8001)	EDI	C+1	KR				(C+1)	
39	KR	TDI	P 0008	PFDEB				(C+1)	en P8 = 1984
40	PFDEB	PFØ	P 0001	DEBUT					

- La mémoire EDOKM = 1701 (n° 180) contient 69 0000 KM = 69 0000 1751
- " EDOKN = 1737 (n°181) contient 69 0000 KN = 69 0000 1801
- " EDOKP = 1690 (n° 182) contient 69 xxxx KP = 69 xxxx 1702
- " EDOKR = 1696 (n° 185) contient 69 xxxx KR = 69 xxxx 1752

- La mémoire 010 = 1689 (n° 160) contient 00 0001 0000

.../...

VII - C - 2 - F = 0 : sous-programmes à 2 adresses - Opérations virgule fixe - Tests -

Dès le début de cette partie, les programmes relatifs aux différentes valeurs de P' se séparent. Pour cela, la machine forme l'ordre d'aiguillage 00 0000 F 00PP' = 00 0000 F 000P' = 00 0000 1846 + P'. Ce test est aussitôt exécuté.

149	G 0000	RAG	PPPRI			0..... 0 PP'	0 0		
150		AAG	CTE2		8003	0.... 0 F 00PP'		0....0 F 0000	
	(8003)	SØP		0000	F 000P'				

- La mémoire CTE 2 = 1771 (n° 177) contient 00 0000 F 0000 = 00 0000 1846
- Dans la mémoire PPPRI = 1750, l'ordre n° 50 a envoyé 00 0000 00PP'
- Remarque : Les mémoires F 0000, F 0001, ..., F 0008 contiennent les premiers ordres des branches relatives respectivement à PP' = 01, 02, ..., 08. La mémoire F 0009 est libre, ce qui permettra de créer sans difficulté un ordre PP' = 09.

a) PP' = 00 : sous-programmes à 2 adresses :

La partie de programme commençant à F 0000 = 1846 forme les ordres d'entrée dans les sous-programmes à 2 adresses. Ceux-ci servent en général à calculer des fonctions. Leur standardisation est assez délicate. Certains des sous-programmes existant demandent que l'argument soit en 8002, d'autres le veulent en 8003, d'autres enfin dans les deux accumulateurs.

.../...

Cela ne permet pas de faire une entrée standard. Pour standardiser l'entrée, que l'argument soit en simple ou double précision, il faut obligatoirement faire figurer dans l'accumulateur non pas l'argument lui-même mais son adresse. Cette adresse servira à former le ou les ordres destinés à entrer l'argument dans l'accumulateur. Cette entrée sera le plus souvent faite par un ordre de RAD. C'est donc sous la forme 65 B xxxx que le C.D.P. envoie l'adresse B dans l'accumulateur. Il met de plus en position "adresse instruction suivante" de cet ordre l'adresse A + 1 qui est une adresse du sous-programme. L'ordre 65 B A + 1 est donc directement utilisable et exécutable. Le C.D.P. le place en 8003. L'ordre de sortie est placé par le C.D.P. en 8002 et non en 8001 pour pouvoir, si besoin est, le transformer plus facilement.

En résumé, l'entrée pratiquée par le code est donc de la forme :

Adresse	C Ø	F	I S	(8003)	(8002)
	RAG	α	β	65 B A + 1	0 0
γ	AAD	(	A		20 C N'
α	65	B	A + 1		
β	20	C	N'		

Les sous-programmes employés doivent utiliser cette disposition.

Remarque 1 : 20 C N' est l'ordre de sortie ou tout au moins servira à former celui-ci. N' est l'adresse de la 1ère instruction en langage machine à effectuer après le sous-programme. Si l'on est en logique extérieure, la 1ère instruction est l'ordre ANALY = 1700 (n° 23) (voir l'organigramme). On a donc N' = 1700 = ANALY.

.../...

Si l'on a par contre autoperforé le programme et que on l'exécute en langage machine, la 1ère instruction après le sous-programme est l'instruction N. On a donc N' = N.

Remarque 2 : La forme de l'entrée pratiquée par le code qui est indiquée ci-dessus est schématisée. En fait, les mots α et β sont directement formés dans les accumulateurs, du moins en logique extérieure. Dans ce cas, 20 C N' n'apparaît pas dans le distributeur.

						0..0xxxx	0 0	
151	F 0000	A AD	P 0006				0 .....0B	
152		D AG	0004				00 B 0000	
153		A AD	P 0005				00 B A	
154		E DI	K E					15 P7 xxxx
155		S BI	K E					15 P7 A
156		R AG	8002			00 B A	0 0	
157		A AG	R D01			65 B A+1		6500000001
158		A AD	T D00	K E			20 0	20 0
	(K E)	A AD	P 0007	A			20 C ANALY	00 C ANALY

en KE

- L'adresse A en position d'adresse instruction dans l'accumulateur sert d'une part à former l'ordre 65 B A+1 et d'autre part à former l'ordre d'entrée dans le sous-programme : AAD P0007 A.
- La mémoire KE = 1821 (n° 178) contient la constante 15 P0007 xxxx = 15 1903 xxxx.
- La mémoire RD01 = 1843 (n°179) contient 65 0000 0001.
- La mémoire TD00 = 1800 (n°171) contient 20 0000 0000.
- La mémoire P0007 = 1903 contient 00 C ANALY = 00 C 1700 envoyé par l'ordre n°77.

.../...

b) FP' = 01 : addition en virgule fixe .

- Les parties de programme relatives aux opérations en virgule fixe ont été construites de façon à avoir entre elles le plus possible de parties communes.

- Les ordres que construit la partie relative à l'addition sont :

	RAG	A	W0002
W0002	AAG	B	W0003
W0003	TRG	C	ANALY

- La formation des ordres RAG et TRG, pouvant avoir une partie commune avec d'autres opérations, a été placée après la formation de l'ordre AAG.

79	F 0001	R AD	0 DIX0	A DSØ1	0 0	00 0010 0000			
81	A DSØ1	A AD	P 0006			00 0010 B	0 .... 0 B		
82		D AG	0004			10 B 0000			
83		A AD	0 0W3			10 B W0003	0...0 W0003		
84		T RD	W 0002				10 B W 0003	en W2	
85		R AG	P 0005		0 ..... 0 A	0 0			
86		D AG	0004		00 A 0000				
87		A AD	T G00	K G		210 0			
88	K G	A AG	R G0W2		60 A W0002		60 0000 W0002		
89		A AD	P 0007			21 C ANALY	00 C ANALY		
90		T RD	W 0003	8003			21 C ANALY	en W3	
	(8003)	R AG	A	W 0002	(A)	0 0			
	(W 0002)	A AG	B	W 0003	(A) + (B)				
	(W 0003)	T RG	C	A NALY			(A) + (B)	en C	

.../...

- La mémoire ODIXO = 1754 (n°164) contient la constante 00 0010 000

- Pour former 10 B W0003 on aurait pu amener d'abord 0.....0 B dans l'accumulateur droit, faire un décalage de 4 positions à gauch et ajouter 10 0000 W0003. Il y aurait eu 3 ordres au lieu de 4. Mai la partie relative à la soustraction n'aurait pu rejoindre celle de l'addition qu'après ces 3 ordres, et en en comportant aussi 3, ce qui fait 6 ordres en tout. Or, dans le cas présent (voir § c) la partie "soustraction" rejoint la partie "addition" en ADSØ1 = 1760 (n°81) après un seul ordre. L'ensemble a donc 4 + 1 = 5 ordres. Les 2 parties étant séparées au début, on a gagné de la place en écrivant en premier les ordres non communs.

- La mémoire 00 W3 = 1758 (n°165) contient 00 0000 W0003 = 00 0000 1993

- La mémoire T G 00= 1748 (n°166) contient 21 0..... 0

- La mémoire RG0W2 = 1810 (n°167) contient 60 0000 W0002 = 60 0000 1992

c) FP' = 02 : soustraction en virgule fixe .

- Les ordres que construit la partie relative à la soustraction sont :

	RAG	A	W0002
W0002	SAG	B	W0003
W0003	TRG	C	ANALY

La seule différence avec les ordres d'addition est le SAG.

La seule partie du programme particulière à la soustraction est :

80	F 0002	R AD	0 ØNZ0	A DSØ1	0 0	00 0011 0000	00 0011 0000

La mémoire 0ØNZ0 = 1804 (n°184) contient 00 0011 0000.

d) PP' = 03 et PP' = 05 : multiplication en virgule fixe sans ou avec décalage.

- Les ordres que construit la partie relative à la multiplication sans décalage pourraient être :

	RAG	A	W0002
W0002	MUL	B	W0003
W0003	TRD	C	ANALY

Mais le produit (A) x (B) risque d'avoir 20 chiffres, c'est-à-dire que le résultat peut dépasser la capacité de l'accumulateur droit. Dans ce cas, la simple précision n'est plus respectée et il faut que la machine le signale pour que l'on ne risque pas d'envoyer dans C une valeur qui ne serait que la partie droite du résultat. On fait donc pour cela un test sur la nullité de l'accumulateur gauche après la multiplication. Les ordres à former sont donc de la forme :

	RAG	A	W0002	
W0002	MUL	B	KF	
KF	GNN	ARETM	W0003	= 44 1815 1993
W0003	TRD	C	ANALY	
ARETM	ART	1333	W0003	= 01 1333 1993

Ce n'est pas encore tout à fait ces ordres là que l'on forme.

En effet, on a ajouté un ordre pour que ce programme se rapproche plus de celui relatif à la multiplication avec décalage. Pour celle-ci, les ordres que forme le C.D.P. sont : (remarquons que le décalage a lieu après la multiplication et avant le test)

.../...

	RAG	A	W0002	
W0002	MUL	B	W0001	
W0001	3 x	000m	KF	Ordre de décalage
KF	GNN	ARETM	W0003	Ordre constant
W0003	TRD	C	ANALY	
ARETM	ART	1333	W0003	Ordre constant

On a donc adopté comme ordres à former pour la multiplication sans décalage :

	RAG	A	W0002	
W0002	MUL	B	W0001	
W0001	00	0000	KF	
KF	GNN	ARETM	W0003	Ordre constant
W0003	TRD	C	ANALY	
ARETM	ART	1333	W0003	Ordre constant

Programme relatif à la multiplication sans décalage :

91	F 0003	TRD	W 0001		0....0 xxxx	0 0		0 0	en W1 = 1991
92		RAG	P 0006		0 ..... 0 B	0 0			
93		DAG	0004		00 B 0000				
94		AAG	MILOW1		19 B W1				
95		TRG	W 0002					19 B W 1	en W2 = 1992
96		RAD	0 2KF	KI	0 0	00 0002 KF			
97	KI	EDI	W 0001					0 0	
98		SBI	W 0001					0 ..... 0 KF	en W1 = 1991
99		RAG	P 0005		0 ..... 0 A	0 0			
100		DAG	0004		00 A 0000				
101		AAD	T DOO	KG		20 0			
88	(KG)	AAG	R GOW2		60 A W0002				
89	( )	AAD	P 0007			20 C ANALY			
90	( )	TRD	W 0003	8003				20 C ANALY	en W3 = 1993

.../...

- La mémoire KF = 1762 (n°102) contient le test GNN ARETM W0003 = 44 1815 1993.
- La mémoire ARETM = 1815 (n°172) contient l'ordre d'arrêt que provoque l'apparition d'un produit de plus de 10 chiffres. Cet ordre est : 01 1333 W0003 = 01 1333 1993. Il est caractéristique de l'apparition d'un produit de plus de 10 chiffres.
- L'ordre F0003 = 1849 (n°91) prépare l'ordre KI = 1717 (n°97) en envoyant 0....0 en W0001 = 1991. Nous verrons plus loin que la partie de programme commençant en F0005 = 1851 (n°103) prépare aussi l'ordre KI en envoyant l'ordre de décalage en W0001.
- La mémoire MLOW1 = 1811 (n°168) contient 19 0000 W0001 = 19 0000 1991.
- La mémoire 02 KF = 1806 (n°169) contient 00 0002 KF = 00 0002 1762. Le 2 en position facteur ne sert à rien. Le programme sous sa forme initiale utilisait cette constante ; comme le 2 n'est pas nuisible, il a été conservé.
- La mémoire TD00 = 1808 (n°171) contient 20 ..... 0.
- La partie commençant en KG = 1756 (n°88) fait aussi partie du programme d'addition, au cours duquel elle a été écrite.
- Après l'ordre n°90 s'exécutent l'ordre 60 A W0002 et la suite des ordres de la multiplication (2ème programme encadré).

.../...

Programme relatif à la multiplication avec décalage :

La seule partie particulière se compose des 3 ordres suivants :

103	F 0005	R AD	P 0001		0 0	00 n 0000		
104		A AD		8002		65 n+2 F0003	65 0002 F0003	
105		65	0002	F 0003				
	(8002)	R AD	n +2	F 0003	0 0	3x 000m 1939		

Ces ordres servent à entrer dans l'accumulateur droit l'ordre de décalage placé en n + 2. L'ordre F0003 = 1849 (n°91) envoie ensuite cet ordre en W0001 = 1991. La seule différence, dans la suite, avec la multiplication sans décalage est que c'est l'ordre 3x 000m KF qui est formé en W0001 = 1991, et non 00 0000 KF. C'est donc le 1er programme encadré qui sera exécuté après l'ordre n° 90.

e) FP' = 04 et 06 : division en virgule fixe sans ou avec décalage :

Les ordres que construit la partie relative à la division sans décalage pourraient être :

	RAD	A	W0002
W0002	DRR	B	W0003
W0003	TRD	C	ANALY

Pour permettre au programme relatif à la division de rejoindre plus tôt celui de la multiplication, et en particulier avant l'ordre KG, ce n'est pas RAD A W0002 mais RAG A W0002 qui est formé comme 1er ordre. Cela oblige à ajouter un ordre qui paraît artificiel mais permet d'économiser de la place.

.../...

	RAG	A	W0002
W0002	RAD	8003	W0001
W0001	DRR	B	W0003
W0003	TRD	C	ANALY

Mais là n'est pas encore ce qui a été adopté. En effet, pour permettre une plus grande similitude entre les divisions avec et sans décalage, on a encore ajouté unordre.

Pour la division avec décalage, les ordres formés sont :

	RAG	A	W0002
W0002	RAD	8003	W0001
W0001	3x	000m	KH
KH	DRR	B	W0003
W0003	TRD	C	ANALY

Décalage (placé avant la division)

Par analogie, les ordres formés pour la division sans décalage sont :

	RAG	A	W0002
W0002	RAD	8003	W0001
W0001	00	0000	KH
KH	DRR	B	W0003
W0003	TRD	C	ANALY

.../...

Programme relatif à la division sans décalage :

106	F 0004	T RD	W 0001		0 ... 0 xxxx	0 0		
107		R AD	P 0006		0 0	0 ..... 0 B	0 0	en W1 = 1991
108		D AG	0004			00 B 0000		
109		E DI	K H				64 xxxxW0003	
110		S BF	K H				64 B W0003	en KH = 1716
111		E DI	R DAW1				65 8003W0001	
112		T DI	W 0002				65 8003W0001	en W2 = 1992
113		R AD	0 2KH	K I	0 0	00 0002 KH		
97	(K I)	E DI	W 0001				0 0	
98	( )	S BI	W 0001				0 .... 0 K H	en W1 = 1991
99	( )	R AG	P 0005		0 ..... 0 A	0 0		
100	( )	D AG	0004		00 A 0000			
101	( )	A AD	T D00	K G		20 0		
88	(K G)	A AG	R GOW2		60 A W0002			
89	( )	A AD	P 0007			20 C ANALY		
90	( )	T RD	W 0003	8003			20 C ANALY	en W3 = 1993

- L'ordre F0004 = 1850 (n°106) prépare l'ordre KI = 1712 (n°97) en envoyant 0...0 en W0001 = 1991. Nous verrons plus loin que la partie de programme commençant en F0006 envoie, elle, l'ordre de décalage en W0001.
- La mémoire KH = 1716 (n°173) contient 64 xxxx W0003 = 64 xxxx 1993.
- La mémoire RDAW1 = 1672 (n°174) contient 65 8003 W0001 = 65 8003 1991.
- En KI = 1712 (n°97) le programme relatif à la division rejoint celui relatif à la multiplication. Le nombre d'ordres particuliers

.../...

la division est donc assez restreint, ceci est dû surtout au fait que l'on ait pu se ramener à avoir comme 1er ordre : 60 A W0002 - Après l'ordre n°90 s'exécutent les ordres du 2ème programme encadré.

Programme relatif à la division avec décalage :

La seule partie particulière à la division avec décalage se compose de :

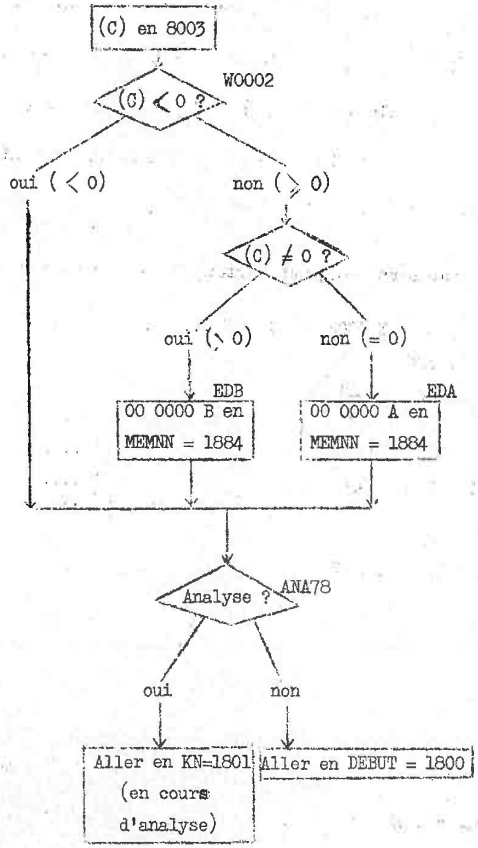
114	F 0006	R AD	P 0001		0 0	00 n 0000	
115		A AD		8002		65 n+2 F0004	65 0002 F0004
116		65	0002	F 0004			
	(8002)	R AD	n+2	F 0004	0 0	3x 000m 1991	

Ces ordres servent à entrer dans l'accumulateur droit l'ordre de décalage placé en n + 2. L'ordre F0004 = 1650 (n°116) l'envoie ensuite dans la mémoire W0001 = 1991 pour préparer l'ordre KI = 1718 (n°97). La seule différence avec la division sans décalage est que c'est l'ordre 3x 000m KH et non 00 0000 KH qui est formé en W0001. C'est donc les ordres du 1er programme encadré qui sont exécutés après l'ordre n°90.

f) PF' = 07 : Test de signe à 3 branches.

Le programme que forme la partie interprétative pour exécuter le test SI peut être représenté par le schéma suivant :

.../...



Nous verrons au paragraphe X - E - 2 - d - α qu'à cause de l'exécution en langage machine, seule l'adresse C est indexable.

.../...

La branche correspondant à (C) $<$ 0 doit envoyer à l'instruction d'adresse N en code . Pour cela, il faut que 00 0000 N soit placé en MEMNN = 1884, ce qui est déjà réalisé par le début de la partie interprétative. Les branches correspondant à (C) nul et à (C) positif doivent envoyer respectivement aux instructions en code contenues en A et B. Elles placent donc respectivement 00 0000 A et 00 0000 B en MEMNN = 1884.

Les ordres que forme la partie interprétative sont les suivants :

	R AG	C	W 0002	(C)	0 0		
W 0002	A NG	ANA78					(C) $<$ 0 ?
	G NN	EDB	EDA				(C) $\neq$ 0 ?
EDB	E DI	P0006	EDBA			0 .... 0B	Cas où (C) $>$ 0
EDA	E DI	P0005	EDBA			0 .... 0A	Cas où (C) = 0
EDBA	T DI	MEMNN	ANA78			0 .... 0B 0 .... 0A	en MEMNN = 1884
ANA78	R AG	8000					
	A NG	KN	DEBUT				

Pourquoi envoyer en ANA 78 et non pas en ANALY ? Nous verrons que le programme relatif au code PP' = 08 (test suivant la position B de la mémoire C) a la même fin que le programme relatif à PP' = 07. Or, pour PP' = 08 il est dangereux d'amener dans le distributeur le contenu de la mémoire B. B est en effet compris entre 0 et 9; il se peut que, par suite de la lecture d'une carte incomplète, certaines des mémoires d'adresse comprise entre 0 et 9

.../...

soient vides, ce qui provoquerait une "erreur distributeur". L'analyse des ordres 07 et 08 ne comporte donc pas l'envoi du contenu de la mémoire B dans la mémoire de perforation P 0006. Elle ne commence donc qu'à l'envoi de (C) en P 0007 = 1983. En fait, c'est à l'ordre précédent qu'elle commence, c'est à dire à l'ordre KN = 1801 (n° 31). Il ne faut par conséquent pas s'adresser à ANALY = 1700 (n° 23) qui envoie à ANA, mais à ANA 78 = 1717 (n° 127) qui envoie à KN.

Programme interprétatif relatif au test SI

117	F 0007	R AD		F 7F8	0 0	46 ANA78 xxxx		
118		46	A NA78					
119		G NN	E DB	E DA				
120	E DB	E DI	P 0006	E DBA			0 ..... 0B	
121	E DA	E DI	P 0005	E DBA			0 ..... 0A	
122	E DBA	T DI	M EMNN				0 ..... A 0 ..... B	en MEMNN = 1884
127	A NA78	R AG	8000					
128		A NG	K N	D EBUT				
123	F 7F8	T RD	W 0002			46 ANA78 xxxx	46 ANA78 xxxx	en W0002 = 1992
124		R AD	P 0008		0 0	0 ..... 0C		
125		D AG	0004			00 C 000D		
126		A AD	R GOW2	8002		60 C W0002		
	(8002)	R AG	C	W 0002	(C)	0 0		
	(W 0002)	A NG	A NA78					
	( )	G NN	E DB	E DA				

.....

.../...

... ...

La succession de ces ordres, due à l'écriture en PASØ, n'est pas celle de l'exécution. En effet, après l'ordre F 0007, c'est l'ordre F 7 F 8 qui s'exécute. L'exécution effective de l'ordre SI, indiquée précédemment, débute après l'ordre n° 126.

PP' = 08 Test sur l'existence d'un 8 ou d'un 9 en position n° B de la mémoire C.

Comme pour le test SI, seule l'adresse C est indexable à cause de l'exécution en langage machine. Les ordres que forme la partie interprétative pour l'exécution du test SD sont :

	RAG	C	W 0002
W0002	SDB	ANA78	EDA

Le test 9 B s'effectue sur le distributeur. Le 1er ordre pourrait donc être EDI C W0002. Mais, pour permettre une plus grande partie commune avec l'ordre SI, c'est l'ordre RAG C W 0002 qui a été formé.

Si la réponse au test OUI, c'est-à-dire s'il y a un 8, le programme va en ANA78 = 1717 (n° 127). Le mot 00 0000 N se trouve en effet en MEMNN = 1884, c'est-à-dire que l'instruction suivante en code est bien N. Si la réponse est NON, c'est-à-dire s'il y a un 9, le programme va en EDA et 00 0000 A est envoyé en MEMNN = 1884. S'il n'y a ni 8 ni 9 en position B, aucune réponse au test n'est donnée et la machine s'arrête avec au registre programme :

9 B ANA78 EDA = 9 B 1717 1722.

Remarque : B = 0 désigne la position n° 10.

.../...

Programme interprétatif relatif au test SD :

129	F 0008	RAG	P 0006		0 .... 0B	0 0		
130		DAD	0002		0 0	0B0 0		
131		AAD		F 7F8		9B ANA78 EDA	90 ANA78 EDA	
132		90	A NA78	E DA				
123	(F 7F8)	TRD	W 0002				9B ANA78 EDA	en W0002 = 1992
124	( )	RAD	P 0008		0 0	0 ..... 0C		
125	( )	DAG	0004			00 C 0000		
126	( )	AAD	R GOW2	8002		60 C W0002		
	(8002)	RAG	C	W 0002	(C)	0 0	(C)	
	(W 0002)	SDB	A NA78	E DA				

Seuls les 4 premiers mots (n° 129 à 132) sont particuliers au test SD.

Les suivants sont communs aux tests SD et SI.

VII - C - 3 - P = 1, 2, 3, 4, 5 : sous-programmes à 3 adresses.

Standardisation : Comme pour la plupart des sous-programmes à 3 adresses déjà existants (par exemple les opérations en virgule flottante), l'entrée dans le sous-programme se fait dans les conditions suivantes :

(8003)	(8002)	(8001)
0 0	00 A B	Ordre de sortie

L'ordre de sortie que forme le CDP est 20 C N'. En logique extérieure, N' = ANALY = 1700. En autoprogrammation, N' = N, adresse de l'instruction suivante en code.

.../...

Comme il a été dit au paragraphe VI - C - 2 - a - δ , les branches relatives à P = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 se rejoignent tout de suite. En fait, nous ne nous occuperons que des P inférieurs à 6 car P = 6 et P = 7 ont été supprimés. Les mémoires G 0001 = 1057, G 0002 = 1058, ... G 0005 = 1061 contiennent le même mot; c'est le 1er ordre de la partie interprétative particulière aux sous-programmes à 3 adresses. Les mémoires G 0006 = 1062 et G 0007 = 1063 sont libres.

Programme interprétatif relatif aux sous-programmes à 3 adresses :

33	G 0001	R AG	P PPRI	G CØMU				
34	G 0002	R AG	P PPRI	G CØMU				
...								
37	G 0005	R AG	P PPRI	G CØMU	0 ..... 0PP'	0 0		
40	G CØMU	D AG	0004		0 ...0PP'0000			
41		A AG	A DDEL	8003	15 DEL+PP' KJ		15 DEL KJ	
	(8003)	A AD	DEL+PP'	K J		0 ... 0 $\Delta_{pp'}$		
42	K J	E DI	E DP7				11 8003 xxxx	
43		S BI	E DP7				11 8003 $\Delta_{pp'}$	en EDP7 = 1770
44		R AD	P 0005		0 0	0 ..... 0A		
45		D AG	0004			00 A 0000		
46		A AD	P 0006			00 A B		
47		A AG	P 0007		00 C ANALY			
48		A AG	T D00	E DP7	20 C ANALY			
	(E DP7)	S AG	8003	$\Delta_{pp'}$	0 0	00 A B	20 C ANALY	

- Les ordres n° 133 à 143 servent à former le dernier ordre, EDP 7, de ce programme interprétatif. EDP7 doit effectuer l'entrée dans le sous-programme, c'est-à-dire envoyer en $\Delta_{pp'}$. La valeur de $\Delta_{pp'}$ est indiquée dans la mémoire 1075 + PP' que nous appellerons aussi DEL + PP'. Les limites de cette table sont : DEL + 10 et DEL + 59 (en fait la table a été prolongée jusqu'à DEL + 61). Cette région sera

.../...

appelée en PASØ : D 0000 à D 0051. Cette dénomination est donnée pour que l'on puisse faire une réservation régionale :

PRG	D 1036	D 1939	(région D un peu prolongée)
PEN	D 0000	1035	

- Les ordres n° 140 et 141 forment l'ordre AAD DEL + PP' K J qui amène $\Delta_{pp'}$ dans l'accumulateur droit. L'ordre n° 143 envoie l'ordre SAG 8003 $\Delta_{pp'}$ en EDP7 = 1770.
- La mémoire ADDEL = 1730 (n° 175) contient la constante 15 DEL KJ = 15 1075 1017.
- La mémoire EDP7 = 1770 (n° 176) contient la constante 11 8003 xxxx.

VII - C - 4 - P = 9 : bouclage.

- Le programme de bouclage a été écrit sous forme d'un sous-programme. Ce sous-programme n'est pas standard et est d'ailleurs différent en logique extérieure et en exécution en langage machine. Il a été assemblé dans une séquence de mémoires commençant à 0000, puis mis sous forme translatable. En logique extérieure, son facteur de translation, Δ_{bou}, a été fixé à 1596 et placé sous la forme 00 0000 Δ_{bou} dans la mémoire DEL + 61 = D 0051 où se trouve donc l'ordre "aller à Δ_{bou}". Le sous-programme de bouclage va chercher les différentes indications dont il a besoin dans les mémoires où les a mises la partie interprétative.

.../...

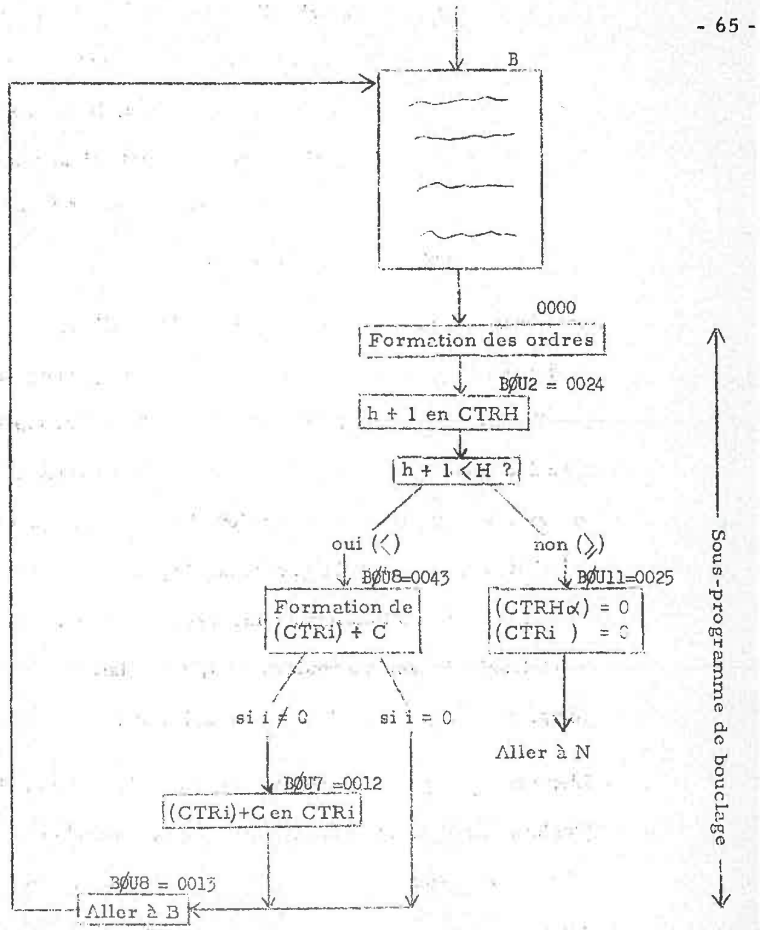
- La seule instruction particulière au bouclage avant l'entrée dans le sous-programme est :

8 | G ¦0009 | S¦ØP | , 0000 | D¦0051 | = 00 0000 1936
  | (D ¦0051) | S¦ØP | , 0000 | Δ_{bou} | = 00 0000 1596

Pour que la 1ère instruction du sous-programme de bouclage soit bien en Δ_{bou} + C, son adresse a été fixée à 0000 dans le programme en PASØ.

- Voici le schéma suivant lequel s'exécute le bouclage 9 i N ⁄ H O B O C. Nous appellerons CTRH . le compteur de boucles n°⁄ , et h son contenu. L'adresse CTRi désignera le registre d'index n° i et (CTRi) sont contenu. Le sous-programme de bouclage débute par la formation d'un certain nombre d'ordres destinés à l'exécution proprement dite du bouclage.

.../...



.../...

Il peut arriver que, par suite d'une erreur, le compteur de boucles n° α ne soit pas à zéro au 1er passage par l'ordre de bouclage, et même contienne un h supérieur ou égal à H. Dans ce cas, comme on peut le voir sur l'organigramme, la boucle n'est pas répétée. Le compteur de boucles n° α et le registre d'index n° i sont remis à zéro et le programme continue en N.

- Sauf dans des cas exceptionnels, le registre d'index n° i et le compteur de boucles n° α sont à zéro au moment où l'on passe pour la 1ère fois par l'ordre de bouclage. Chaque fois que l'on passe par cet ordre, la machine ajoute 1 au compteur de boucle et C au registre d'index. Notons que si i = 0, aucun registre d'index n'est modifié, quel que soit C. En effet, il serait trop dangereux de risquer de modifier le registre d'index n° 0 qui doit obligatoirement contenir zéro. Lorsque la boucle a été décrite le nombre voulu de fois, le registre d'index n° i et le compteur de boucles n° α sont remis à zéro.

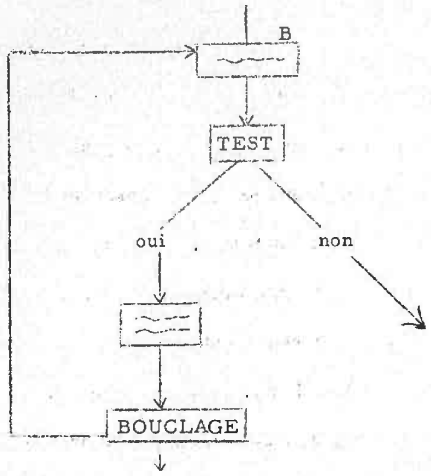
- L'existence de plusieurs compteurs de boucles permet d'effectuer plusieurs boucles intérieures les unes aux autres (On ne peut pas décrire des boucles intérieures les unes aux autres en utilisant le même compteur) Lorsque le programmeur écrit des boucles intérieures les unes aux autres, il ne doit absolument pas leur attribuer le même α.

.../...

- Remarque 1 : quand une boucle ne possède pas de boucle intérieure, les ordres formés au cours du 1er passage par l'ordre de bouclage restent valables pour les autres passages et pourraient être conservés; cela permettrait d'éviter pour les autres passages la phase de formation d'ordres et ainsi de gagner du temps. Ce perfectionnement a été apporté en exécution en langage machine comme on le verra au paragraphe X - E - 4; on réserve la valeur $\alpha = 0$ pour les boucles n'ayant pas de boucle intérieure. Pour ces boucles, en exécution "langage machine", la partie de formation des ordres est supprimée après le 1er passage. Cela permet de gagner du temps (le temps est le facteur essentiel en exécution en langage machine) mais donne plus d'encombrement au programme de bouclage. C'est pour cette raison qu'en logique extérieure, quel que soit le compteur de boucles utilisé, la phase de formation des ordres n'est jamais supprimée. En logique extérieure en effet, c'est l'encombrement qui est le facteur le plus important.

- Remarque 2 : il peut arriver que l'on sorte de la boucle sans avoir décrit le nombre H de tours. Ceci peut se présenter en particulier lorsqu'il y a un test à l'intérieur de la boucle, par exemple :

.../...



Dans ce cas, on ne passe pas par les ordres de remise à zéro du compteur de boucles ∝ et du registre d'index i. S'ils doivent être utilisés par la suite, il ne faut pas oublier de les remettre à zéro.

- Voici le programme qui exécute effectivement le bouclage (voir l'organigramme) ; la plupart de ses ordres sont formés par la phase de formation des ordres.

B ØU2	R AG	C TRH ∝	B ØU13	0 ..... 0 h	0 0	
B ØU13	A AG	0 01	B ØU4	0 ... 0 h+1		
B ØU4	T RG	C TRH ∝			0 ... 0 h+1	en CTRH ∝
	T DI	P 0004	B ØU3		0 ... 0 h+1	en P0004 = 1980
B ØU3	S AG	P 0005		0..0 h+1-H	0 ..... 0H	
	A NG	B ØU5	B ØU11			h + 1 < H ?

.../...

B ØU5	R AG	C TRi	W 0006	0 .... 0 (CTRi)		
W 0006	A AG	P 0008	B ØU7	0 .... 0 (CTRi)+C		si i ≠ 0
W 0006	A AG	P 0008	B ØU8			si i = 0
B ØU7	T RG	C TRi			0 ... 0 (CTRi)+C	en CTRi
	T DI	P 0005	B ØU8		0 ... 0 (CTRi)+C	en P0005 = 1981
B ØU8	E DI	P 0006			0 .....0 B	
	T DI	M EMNN	A NABØ		0 ..... 0 B	en MEMNN = 1884
B ØU11	T RD	C TRi	B ØU9		0 0	en CTRi
D ØU9	T DI	C TRH	A NABØ		0 0	en CTRH ∝
A NABØ	R AG	8000				
	A NG	P FDEB	D EBUT			Analyse ?

La mémoire W 0006 = 1996 a un contenu différent selon que i est ou non égal à zéro. Si i ≠ 0, W 0006 adresse à l'ordre BØU 7 = 0012 (n° 294) qui renvoie l'index modifié (CTRi) + C dans le registre d'index n° i. Si i = 0, W 0006 adresse directement à BØU 8 = 0013 (n° 296), n'envoyant rien en CTRi = CTR0 = 1967. C'est ainsi que le programme évite de modifier le registre d'index n° 0.

Placés par le début de la partie interprétative, H se trouve en P 0005 = 1981, C en P 0008 = 1984 et B en P 0006 = 1982.

Analyse : Les mots 1, 2, 3 de l'analyse sont déjà pourvus au moment où débute la partie propre au bouclage. Pendant cette partie, h + 1 (c'est-à-dire le contenu du compteur de boucles n°∝ après sa modification) est envoyé en P 0004 = 1980 ; le contenu du registre

.../...

d'index n° i après sa modification est envoyé en P 0005 = 1981.

Si i = 0, rien n'est envoyé en P 0005. Au dernier passage par l'ordre de bouclage, c'est 0 ..... 0H qui est envoyé en P 0004 et P 0005.

L'instruction ANABØ = 0011 (n° 300) amène le contenu du pupitre dans l'accumulateur. S'il est positif, le programme va directement en DEBUT = 1800; s'il est négatif, le programme rejoint l'analyse normale en PFDEB = 1738 (n° 40) où se perfore la carte d'analyse.

- Liste du sous-programme de bouclage :

259		P RA	1500	1999					
260		P BD	0001	0042					
261		P EN	B ØU7	0012					
262		P EN	B ØU8	0013					
263	0000	R AD	W 0003		0 0	α 0 0			
264		D AD	0005			00000 α 0000			
265		A AD	0 H00			00CTRH α 0000			
266		E DI	B ØU2				60 xxxx BØU13		
267		S BF	B ØU2				60CTRH α BØU13	en BØU2 = 0024	
268		E DI	B ØU4				21 xxxx		
269		S BF	B ØU4				21CTRH α	en BØU4 = 0031	
270		E DI	B ØU9				24 xxxx ANABØ		
271		S BF	B ØU9				24CTRH α ANABØ	en BØU9 = 0038	
272		R AD	P PPRI		0 0	0 .... 0 9 i			
273		S AD	0 090			0 ..... 0 i			
274		A NN	B ØU1					i ≠ 0 ?	
275		A AD	0 CEN0	B ØU1		00 0100 0000			
276	BØU1	A AD	0 C00			00 0^{0}_{1}00 CTRi			
277		D AG	0004		0 .... 0 $^{0}_{1}$	00 CTRi 0000			

.../...

278		E DI	B ØU5		0 ... 0 $^{0}_{1}$	00 CTRi 0000	60 xxxx W0006		
279		S BF	B ØU5				60 CTRi W0006	en BØU5 = 0043	
280		E DI	B ØU7				21 xxxx		
281		S BF	B ØU7				21 CTRi	en BØU7 = 0012	
282		E DI	B ØU11				20 xxxx BØU9		
283		S BF	B ØU11				20 CTRi BØU9	en BØU11 = 0025	
284		A AG	B ØU6		10 P0008 $^{BØU7}_{BØU8}$				
285		T RG	W 0006	B ØU2			10 P0008 $^{BØU7}_{BØU8}$	en W0006 = 1996	
286	B ØU2	R AG	0000	B ØU13					
287	B ØU13	A AG	0 01	B ØU4					
288	B ØU4	T RG	0000						
289		T DI	P 0004	B ØU3					
290	B ØU3	S AG	P 0005						
291		A NG	B ØU5	B ØU11					
292	B ØU5	R AG	0000	W 0006					
293	B ØU6	A AG	P 0008	B ØU7					
294	B ØU7	T RG	0000						
295		T DI	P 0005	B ØU8					
296	B ØU8	E DI	P 0006						
297		T DI	M EMNN	A NABØ					
298	B ØU11	T RD	0000	B ØU9					
299	B ØU9	T DI	0000	A NABØ					
300	A NABØ	R AG	8000						
301		A NG	P FDEB	D EBUT					
302	0 H00	00	H 0000	0000					
303	0 090	00	0000	0090					
304	0 CEN0	00	0100	0000					
305	0 C00	00	0000	C 0000					

- La mémoire W 0003 = 1993 contient α qui a été placé par le début de la partie interprétative. De même, la mémoire PPPRI = 1750 contient PP' = 9i.

- La mémoire CH00 = 0017 (n° 302) contient la constante :

00 H0000 0000 = 00 1940 0000. L'adresse régionale H 0000 est l'adresse 1940 du compteur de boucles n° 0. Le compteur n° α a comme adresse H 000 α = 1940 + α .

.../...

- Grâce à deux PEN, on a fixé les adresses de BØU 7 et BØU 8 de telle façon que BØU 8 = BØU 7 + 1 : BØU 7 = 0012 et BØU 8 = 0013. Dès l'instruction n° 274, profitant du fait que i est seul dans l'accumulateur, on le teste et on prépare la formation de l'ordre à envoyer en W 0006 = 1996. Si i = 0, la constante 00 0100 0000 contenue dans la mémoire QCENQ = 0022 (n° 304) est ajoutée dans l'accumulateur droit. Après l'ordre de décalage n° 277, l'accumulateur gauche contient : 0 . . . . .01 pour i = 0 et 0 . . . .00 pour i ≠ 0.

L'instruction n° 284 ajoute le mot 10 P0008 BØU 7 = 10 1984 0012 dans l'accumulateur gauche. Elle forme donc 10 P 0008 BØU 7 si i ≠ 0 et 10 P0008 BØU 8 si i = 0. Cet ordre est ensuite envoyé en W 0006 = 1996.

- La mémoire 0C00 = 0023 (n° 305) contient la constante : 00 0000 C0000 = 00 0000 1967. L'adresse régionale C 0000 = 1967 est l'adresse du registre d'index n° 0. Le registre d'index n° i a comme adresse C 000i = 1967 + i.

- Ce sous-programme a été assemblé à la suite de la partie interprétative en logique extérieure, ce qui a permis de profiter des affectations de celle-ci sans avoir à réutiliser trop de pseudo-codes.

VII - D - SOUS-PROGRAMMES PLACES A POSTE FIXE.

Deux sous-programmes ont été placés à poste fixe. Ce sont : la perforation d'une séquence de mémoires et la modification de bouclage. Ces sous-programmes ont été faits de façon différente pour la logique extérieure et l'exécution en langage machine : cela a permis d'économiser de la place en logique extérieure.

VII - D - 1 - Perforation (ordre 49 N iA jB kC)

Cet ordre provoque la perforation de cartes "A mots par carte" (A ⩽ 7).

Considérons par exemple la p ème carte. Elle contiendra le contenu de la mémoire B + (p - 1) A et des A - 1 suivantes si leurs adresses ne dépassent pas C. Appelons X la première mémoire représentée sur cette carte, soit B + (p - 1) A. La carte portera :

en mot 1 : 00 X A

en mot 2 : le contenu de X, soit (X)

. . . . . .

en mot 2 + m : (X + m)

. . . . . .

en mot 2 + A - 1 : (X + A - 1)

Si au contraire la carte considérée est la dernière et si par exemple X + 3 = C, la carte portera :

. . ./. . .

en mot 1 : OO X 4

en mot 2 : (X)

en mot 3 : (X + 1)

en mot 4 : (X + 2)

en mot 5 : (X + 3)

Pour la perforation, le mot 1 est préparé en P 0001 = 1977, le mot 2 en P 0002 = 1978, etc .....

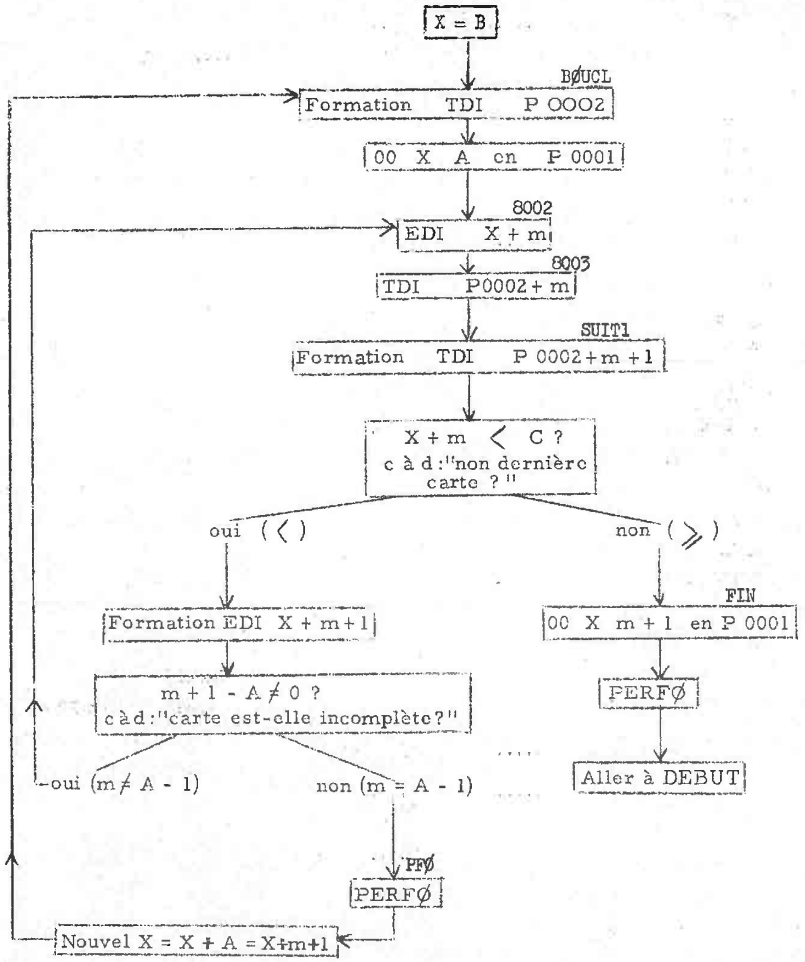
.....

.....

.....

.../...

Voici l'organigramme du programme de perforation :



Sous-programme de perforation :

1		0000	E DI	6 9AG		0 0	00 A B	69 xxxx 8003	
2			D AG	0004		0 ....0 AA	AA B 0 ..0		
3			S BF	W 0002				69 B 8003	en W2 = 1992
4			D AD	0008		0 0	0 ...0 A		
5			T RD	W 0003				0 .... 0 A	en W3 = 1993
6			A AG	P 0008		0 ...0 C			
7			D AG	0004		00 C 0000	00 A 0000		
8			A AD	2 4PS1			24P2 + A SUIT1		
9			T RD	W 0004				24 P2+A SUIT1	en W4 = 1994
10			T RG	W 0005				00 C 0000	en W5 = 1995
11			R AD	W 0002	B ØUCL	0 0	69 B 8003		
12	B	ØUCL	A AG	2 4PS1		24P0002 SUIT1	69 X 8003		
13			E DI	W 0003				0 .... 0 A	
14			S BF	P 0001	8002			00 X A	en P1 = 1977
		(8002)	E DI	X	8003			(X)	
		(8003)	T DI	P 0002	S UIT1			(X)	en P2 = 1978
15	S	UIT1	A AG	0 10		24P2+m+1 SUIT1	69 X+m 8003		
16			S AD	W 0005			6^8_9 X+m-C 8003	00 C 0000	
17			E DI	8002				6^8_9 X+m-C 8003	
18			S D9		F IN				X + m < C ?
19			A AD	0 10			68 X+m-C+1 8003		
20			A AD	W 0005			69 X+m+1 8003		
21			S AG	W 0004		m + 1 - A		24 P2+A SUIT1	
22			G NN		P FØ				m + 1 ≠ A ?
23			A AG	8001	8002	24P2+m+1 SUIT1			
		(8002)	E DI	X +m+1	8003			(X+m+1)	
		(8003)	T DI	P 2+m+1	S UIT1			(X+m+1)	en P2 + m+1
24	P	FØ	P FØ	P 0001	B ØUCL	0 0	69 X+m+1 8003		
25	F	IN	R AD	8003		0 0	24 P2+m+1 SUIT1		
26			S AD	2 4PS1			00 m + 1 0000		
27			E DI	P 0001				00 X A	
28			D AD	0004			0 .... 0 m + 1		
29			S BI	P 0001				00 X m+1	en P1 = 1977
30			P FØ	P 0001	1800				
31	6	9AG	69	0000	8003				
32	2	4PS1	24	P 0002	S UIT1				
33	0	10	00	0001	0000				

- Ce programme a été écrit indépendamment de la partie interprétative et assemblé seul, dans la bande 0000. Il a ensuite été translaté. Son facteur de translation qui a été fixé à Δ_{49} = 1563 est placé dans la mémoire DEL + 49 = 1875 + 49 = 1924. Pour l'assemblage, le programme en PASØ a été précédé des pseudo-codes suivants :

P RA	0000	0000
P RA	0033	1999
P RG	P 1977	1984
P RG	W 1991	1999

- Quand l'exécution du sous-programme débute, l'accumulateur gauche contient zéro, le droit contient 00 A B et le distributeur 20 C ANALY; en effet, l'entrée se fait comme pour un sous-programme à 3 adresses ordinaire (PP' = 49). Mais ce sous-programme n'est pas standard. En particulier, il ne tire pas C du distributeur mais de la mémoire P 0000 = 1984 où l'a placé la partie interprétative. Le sous-programme de perforation destiné à l'exécution en langage machine est, au contraire, standard.
- Le sous-programme utilise les mémoires de travail W (1991, ...) et les mémoires de perforation P (1977, ...). Or, en logique extérieure, l'analyse utilise également les mémoires P (1977, ...). A moins d'utiliser d'autres mémoires de perforation pour le programme de perforation (ce qui aurait été encombrant), il était pratiquement impossible de concilier ce programme avec l'analyse. Il a été jugé peu gênant de supprimer

.../...

l'analyse des ordres de perforation. En logique extérieure, si le signe du pupitre est -, les ordres de perforation 49 fonctionnent donc normalement mais ne sont pas analysés. Remarquons qu'au contraire les ordres de perforation simple - 06 U V sont analysés. Comme l'analyse n'existe pas pour l'ordre 49, c'est par un envoi à DEBUT = 1000 et non à ANALY = 1700 que se termine le sous-programme.

- La première partie, jusqu'à BØUCL, forme un certain nombre de mots utiles dans la suite.
- Lorsqu'on arrive à BØUCL (venant du début ou de PFØ) l'accumulateur gauche contient zéro et le droit contient 69 X 0003, X étant l'adresse de la première mémoire représentée sur la carte en préparation. Pour la 1ère carte, X = B. Pour la 2ème, X = B + A, etc... Chaque fois que l'on commence la préparation d'une carte, on revient à BØUCL. On envoie d'abord 00 X A en P 0001 = 1977 qui sera le mot 1 de la carte.
- Pour exécuter le test X + m $<$ C ?, on se sert d'un test SD. Dans l'accumulateur droit, se trouve 69 X + m 0003. On en soustrait 00 C 0000. Si X + m $\geqslant$ C, on obtient 69 X + m - C 0003. Si au contraire X + m $<$ C, on obtient 68 10000 + X + m - C 0003. Ainsi, en faisant un test SD sur la 9ème position de ce mot, on fait un test sur X + m - C. Pour cela, on amène le résultat de la soustraction dans le distributeur et on effectue le test SD9 (instruction n° 10).
- Pour obtenir m + 1 - A, on retranche de 24 P2 + m + 1 SUIT 1 la quantité 24 P2 + A SUIT 1 formée en W 0004 = 1994 par la 1ère partie.
- La branche commençant en FIN correspond à la dernière carte à perforer ; cas où X + m = C. Dans ce cas, il faut remplacer le mot 1 par 00 X m + 1 ($1 \leqslant m + 1 \ll A$). Pour former m + 1, on soustrait à 24 P2 + m + 1 SUIT 1 la quantité 24 P2 SUIT 1 contenue dans la mémoire 24 PS 1.

.../...

VII - D - 2 - Modification de bouclage (ordre 00 N 0 1937 jB kC) :

Il arrive souvent qu'on ait à écrire un ordre de bouclage dont le nombre H de boucles soit variable. Par exemple, citons le problème suivant : on lit une carte comportant : en mot 1, x_o ; en mot 2, h ; en mot 3, 0..... 0 n. Calculer f (x_o), f (x_o + h),..... , f (x_o + n-1 h), f (x) étant une certaine fonction imposée. On aura, dans ce problème, à décrire n fois la boucle calculant f (x). Mais le n variera d'une carte lue à l'autre. On pourrait penser qu'il suffit d'écrire l'ordre de bouclage 9i N ∝ 0000 O B O C et de commander l'addition en virgule fixe de la mémoire contenant 0.... 0 n à la 1ère mémoire de l'ordre de bouclage. Mais cela n'est pas possible à cause de l'autoprogrammation. En effet, en exécution en langage machine pour un ordre de bouclage placé dans les mémoires D et D + 1 par exemple, H se trouve sous la forme 0..... 0 H en mémoire D + 1. Ce n'est pas en mémoire D qu'il faut ajouter 0..... 0 n (comme en logique extérieure) mais en D + 1. On ne peut donc pas utiliser un ordre d'addition valable à la fois pour la logique extérieure et l'exécution en langage machine. Il a fallu créer un nouvel ordre, l'ordre de modification de bouclage. L'ordre de modification de bouclage 00 N 0 1937 jB kC consiste à remplacer le H de l'ordre de bouclage placé en C et C + 1 par H' placé en B sous la forme 00 0000 H'.

Le programme de modification de bouclage est différent en logique extérieure et en autoprogrammation. Il a dans les deux cas été écrit sous la forme d'un sous-programme (à 2 adresses) utilisant l'entrée standard. En logique extérieure, le facteur de translation de ce sous-programme a été fixé à Δ = 1556. Comme c'est un sous-programme à 2 adresses, on aurait dû écrire l'ordre de modification de bouclage sous la forme 00 N 0 1556 jB kC. Or, comme le facteur de translation en exécution en langage

.../...

n'a pas pu être fixé à 1556, on ne peut pas appeler cet ordre 00 N 0 1556 jB kC. On a transféré les deux premières mémoires du sous-programme (1556 et 1557) en 1937 et 1938, disponibles en logique extérieure et en langage machine, et appelé l'ordre 00 N 0 1937 jB kC. Semblablo opération a été effectuée pour l'exécution en langage machine.

Sous-programme de modification de bouclage :

					65 B A+1	20 C ANALY		
A =	1937	15	1558	1559		23 C ANALY	0300000000	
Δ +	0002	03	0000	0000				
	3	20	1991	0004			23 C ANALY	en 1991 = W 0001
	4	69	0005	0006			69 0000 1991	
	5	69	0000	1991				
	6	22	1938	8003			69 C 1991	en 1938 = A + 1
	(8003)	65	B	A+1	0..... 0	0... 0 H'		
+1 =	(1938)	69	C	1991			9i N α H	
	1991)	23	C	ANALY			9i N α H'	en C

Les mémoires Δ= 1556 et Δ+ 1 = 1557 n'ont plus aucune utilité et ont été libérées.

.../...

VIII ASSEMBLAGE ET DISPOSITION DE LA LOGIQUE EXTERIEURE

Voici la disposition sur le tambour des différentes parties de la logique extérieure

Numéros de mémoires	Utilisations
1555	Sous - programmes du C.D.P. choisi
1556 1557	Libres
1558 1562	Modification de bouclage (début en 1937)
1563 1595	Perforation (ordre 49)
1596 1638	Bouclage
1639 1670	PARTIE SPECIALE INDEXAGE
1671 1881	PARTIE INTERPRETATIVE
1882 1883	Libres
1884	MEMNN
1885 1936	Mémoires réservées aux $\Delta_{pp'}$ (région D)
1937 1938	Début de modification de bouclage
1939	Libre
1940 1949	Compteurs de boucles (région H)
1950	Libre
1951 1960	Mémoires de lecture (région L)
1961 1966	Libres
1967 1976	Registres d'index (région C)
1977 1986	Mémoires de perforation (région P)
1987 1990	Libres mais 1987 est utilisé par le sous - programme auxiliaire de décalage
1991 1999	Mémoires de travail (région W)

.../...

Le programme de chargement (voir paragraphe VIII-A) occupe la plupart des mémoires de 1940 à 1999. Il est donc détruit par l'exécution des calculs. Inversement, si on le réutilise après un calcul, il détruit les compteurs de boucles, les registres d'index, etc....

Les compteurs de boucles, mémoires de lecture, registres d'index, mémoires de perforation et mémoires de travail ont été placés dans la zone qu'occupe le programme de chargement parce que ces mémoires n'utilisent justement pas celui-ci , rien n'y étant enregistré. Notons que les compteurs de boucles et les registres d'index ne sont pas à zéro après le chargement (sauf le registre d'index n° 0) et qu'il est indispensable, si on les utilise, de les remettre à zéro par l'ordre - 02 U V.

Composition du paquet de cartes PASØ :

1°) Pseudocodes (n° 1 à 22)

Les pseudo-codes utilisés sont de 4 sortes : PRA, PRG, PEN, PER.

PRA : il y en a 3.

- PRA 1639 1670 } Pourraient très bien être remplacés par
- PRA 0000 1638 }

  le seul ordre PRA 0000 1670
- PRA 1940 1999 En fait, cet ordre pourrait être PRA 1940 1990.

PRG et PEN : Après chaque réservation sera indiquée l'utilisation des mémoires réservées.
Les 4 premiers PRG nommés servent seulement à définir des régions, ces régions étant déjà réservées par le PRA 1940 1999.

- PRG H 1941 1949 : compteurs de boucles - H 0000 = 1940 est réservé par le PRA 1940 1999.
- PRG C 1968 1976 : registres d'index - C 0000 = 1967 est réservé par le PRA 1940 1999.
- PRG P 1977 1986 : mémoires de perforation.
- PRG W 1991 1999 : mémoires de travail.

.../...

- PRG D 1886 1939 : Mémoires réservées aux $\Delta_{PP'}$.
  En fait la table de ces mémoires ne va que jusqu'à 1936. Ce PRG réserve en plus les mémoires 1937, 1938, 1939 qui pourraient aussi être réservées par une transformation du PRA 1940 1999 en PRA 1937 1999.
- PEN D 0000 1885 : Première mémoire de la table réservée aux $\Delta_{PP'}$.
  Destinée à recevoir Δ_{10}.
- PRG F 1847 1855 : Premières instructions des parties interprétatives particulières aux ordres PP' = 0P' (F 000 P').cf organigramme général.
- PEN F 0000 1846 : Première instruction de la partie relative à PP' = 00 (sous-programmes à 2 adresses).
- PRG G 1857 1865 : Premières instructions des parties interprétatives propres à chaque P (G 000 P). cf organigramme général.
- PEN G 0000 1856 : Première instruction de la partie relative à P = 0 (sous-programmes à 2 adresses, opérations en virgule fixe, et tests SI et SD).
- PRG T 1867 1883 : Premières instructions des branches particulières aux PP' pour les ordres de service (T 00 PP'). Cf organigramme général, ordres à 1 mémoire.
- PEN T 0000 1866 : Première instruction de la partie relative à l'ordre - 00 U V.
- PEN DEBUT 1800 : Première instruction de la partie interprétative.
- PEN MEMNN 1884 : Mémoire contenant l'adresse de l'instruction suivante : 00 0000 N.
- PEN ANALY 1700 : Première instruction de l'analyse.
- PEN PPPRI 1750 : Mémoire où est envoyé 0 ..... 0PP'.
- PEN 001 1764 : Constante.
- PEN PFDEB 1738 : Ordre de perforation de la carte d'analyse.

.../...

- Ces 3 dernières réservations ont été faites pour pouvoir éviter de réassembler le sous-programme de bouclage si on réassemble le reste.

P E R : PER DEL 1875 est une affectation sans réservation. En effet la 1ère mémoire utile dans la famille DEL + PP' est DEL + 10 = 1885 et non DEL = 1875.

2°) Partie interprétative sans index (n° 23 à 222)

- De 23 à 40: analyse
- De 41 à 47 : partie commune à tous les ordres
- De 47 à 158 : partie relative aux ordres à 2 mémoires.

Carte n° 73 : la mémoire INNIN = 1759 contient (cf VII-C-1 b) TRG P0006 NINCH = 21 1982 1803 si le paquet "index" n'est pas chargé et TRG P 0006 INCHA = 21 1982 1785 s'il est chargé. Dans la partie interprétative sans index, le vrai contenu de INNIN est TRG P 0006 NINCH. On lui a donné la valeur TRG P 0006 INCHA pour fixer INCHA dès cette carte. Après assemblage, il a fallu remplacer 21 1982 1785 par 21 1982 1803 et ajouter au paquet d'index la carte chargeant 21 1982 1785 en INNIN = 1759.

- De 159 à 185 : constantes relatives à la partie précédente.
- De 186 à 222 : partie interprétative propre aux ordres de service.

3°) Partie "index" (224 à 258)

Il a fallu, après assemblage, ajouter au programme obtenu pour la partie "index" la carte chargeant TRG P 0006 INCHA = 21 1982 1785 en INNIN=1759.

4°) Sous-programme de bouclage (259 à 305)

Voir le chapitre VII - C - 4.

.../...

IX - AUTOPERFORATION - GENERALITES -

L'autoprogrammation ou compilateur provoque la formation d'un programme en langage machine équivalent au programme en CDP : pour chaque ordre en CDP est formé un groupe d'ordres en langage machine. Ce groupe sera capable de jouer le rôle de l'ordre en CDP ; certains des groupes se suffisent à eux-mêmes pour jouer ce rôle, d'autres ne sont que des entrées dans des sous-programmes.

Pour chaque ordre en CDP la machine, grâce au programme d'autoperforation, perfore une ou plus souvent 2 cartes "n mots par carte" ; ces cartes portent le morceau de programme en langage machine correspondant à l'ordre en code, ainsi que son emplacement. Pour exécuter le programme en langage machine obtenu, il faudra charger les cartes produites par l'autoperforation, jointes à un paquet vert constitué par les sous-programmes utiles. De même que pour l'instant il existe trois paquets de logique extérieure (virgule fixe, virgule flottante simple précision, virgule flottante double précision), il existe au choix trois paquets verts de sous-programmes à joindre au paquet autoperforé. Au contraire le programme d'autoperforation, qui représente la partie interprétative du procédé d'autoprogrammation, est en principe unique. En fait, comme on le verra plus loin, il faut joindre à ce paquet quelques cartes destinées à placer dans les mémoires DEL + PP' = 1875 + PP' les facteurs de translation des sous-programmes constituant le paquet vert choisi. Ces cartes sont différentes pour chacun des 3 paquets verts. On a, pour plus de commodité, formé 3 paquets d'autoperforation (bleus), chacun constitué du programme interprétatif unique et des cartes chargeant les facteurs de translation voulus.

.../...

IX - A - EMPLACEMENT DU PROGRAMME EN LANGAGE MACHINE OBTENU - SEQUENCE l_{min}, l_{max}.

Le programme en langage machine est plus encombrant que celui en CDP. Il occupera, en plus de la place qu'occupait ce programme, une séquence de mémoires choisie par le programmeur. Avant l'autoperforation, celui-ci doit indiquer à la machine les limites l_{min} et l_{max} de cette séquence : il doit entrer 00 0000 l_{min} en 1832 et 00 0000 l_{max} en 1883.

Pour chaque ordre en code, le morceau de programme en langage machine correspondant occupera la place qu'occupait l'ordre (une, deux ou trois mémoires) et, si celle-ci est insuffisante, un certain nombre de mémoires de la séquence l_{min}, l_{max}. Par exemple, si le 1er ordre autoperforé exige 5 mémoires dans la séquence l_{min}, l_{max}, il occupera les mémoires l_{min}, $l_{min} + 1$, ..., $l_{min} + 4$. Si le 2ème ordre exige 3 mémoires de la séquence, il utilisera les mémoires $l = l_{min} + 5$, $l + 1 = l_{min} + 6$, $l + 2 = l_{min} + 7$. Ainsi de suite.

Dans le morceau de programme en langage machine correspondant à un ordre en CDP placé en n (et éventuellement n + 1 et n + 2), le 1er ordre à exécuter est toujours celui qui est en n. La correspondance entre le programme initial en CDP et le programme en langage machine obtenu est ainsi évidente, ce qui facilite la consultation de celui-ci en cas de besoin et même la modification directe du programme en langage machine. Soit pour les tests, le dernier ordre à exécuter (dans un morceau de programme correspondant à un ordre en CDP) a comme adresse instruction suivante : N.
Il se peut que la séquence l_{min}, l_{max} choisie soit insuffisante. Dans ce cas, la machine demande la lecture d'une carte portant en mot 1 un nouveau l_{min} et en mot 2 un nouveau l_{max} (voir le paragraphe X - B).

.../...

Remarque : l'autoperforation d'un ordre ne modifie rien à cet ordre ni aux mémoires de la séquence l_{min}, l_{max}.

IX - B - NOTATIONS :

- Nous appellerons n l'adresse de l'ordre en CDP considéré. Celui-ci occupera la mémoire n, ou les mémoires n et n + 1, ou les mémoires n, n + 1 et n + 2.
- Nous appellerons l la 1ère mémoire libre de la séquence l_{min}, l_{max} pour l'ordre en CDP considéré. Ceci suppose que les mémoires l_{min} à l - 1 ont été utilisées pour les ordres précédents.
- Une mémoire sert de compteur pour les l. Elle est nommée CTRL = 1832. La valeur initiale de l est l_{min} que l'on enregistre en 1832. La mémoire 1883 où est enregistré l_{max} est nommée LMAX.

IX - C - PREPARATION DES CARTES A AUTOPERFORER :

Pour la plupart des ordres en CDP, 2 cartes "n mots par carte" sont perforées. La 1ère porte les ordres qui prendront la place de l'ordre en code. Son mot 1 a la forme suivante : 00 n 000p avec p = 1, 2 ou 3 selon que l'ordre en code occupe une, deux ou trois mémoires. La 2ème porte les ordres à charger dans les mémoires l, l + 1, ... de la séquence l_{min}, l_{max}. Son mot 1 a la forme suivante : 00 l 000q, q étant le nombre de mémoires utilisées dans la séquence l_{min}, l_{max} par l'ordre en C.D.F. considéré.

.../...

Le programme d'autoperforation prépare la perforation de la 1ère carte de la façon suivante :

en P 0001 = 1977	:	00 n 000p
en P 0002 = 1978	:	Mot à charger en n
en P 0003 = 1979	:	Mot à charger en n + 1 (éventuellement)
en P 0004 = 1980	:	Mot à charger en n + 2 (éventuellement)

La 2ème carte est préparée de la façon suivante :

en W 0001 = 1991	:	Mot à charger en l	q mots
en W 0002 = 1992	:	Mot à charger en l + 1	
en W 0003 = 1993	:	Mot à charger en l + 2	
en P 0005 = 1981	:	Mot à charger en l + 3	
.....		.....	
en P 0008 = 1984	:	Mot à charger en l + 6	

Après la perforation de la 1ère carte, 00 l q est envoyé en P 0001 = 1977 ; le contenu de W 0001 = 1991 est envoyé en P 0002 = 1978 ; celui de W 0002 = 1992 en P 0003 = 1979 ; celui de W 0003 = 1993 en P 0004 = 1980 . Puis la 2ème carte est perforée .

IX - D - SCHEMA GENERAL :

Comme en logique extérieure, l'interprétation d'un ordre en autoprogrammation débute toujours par l'instruction placée en DEBUT = 1800 (n° 23). Les seules indications demandées par la machine à ce moment sont : l'adresse n de l'ordre à interpréter (celle-ci doit être placée sous la forme 00 0000 n dans la mémoire MEMNN = 1884) et l'état du compteur CTRL = 1882 . L'autoperforation se passe suivant le schéma suivant :

.../...

- recherche de l'ordre dans sa ou ses mémoires (commence en 1800)
- découpage de l'ordre et séparation des diverses indications
- mise en place de l'adresse N de l'instruction suivante en MEMNN = 1884 .
- formation des ordres en langage machine dans les mémoires P 0002 = 1978 , P 0003 = 1979, ... , P 0008 = 1984 et W 0001 = 1991, W 0002 = 1992, W 0003 = 1993 (voir le paragraphe IX - C)
- perforation de la ou des 2 cartes portant les ordres en langage machine.
- retour à DEBUT = 1800 .

Remarque : L'autoperforation s'exécute sur le programme en CDP enregistré complètement, et non carte par carte .

IX - E - ORGANIGRAMME - (voir figure page 89bis)

La première opération que fait la machine est d'amener dans l'accumulateur droit le contenu (n) de n et de tester son signe, comme en logique extérieure. Dès cet endroit se séparent les trajets suivis pour les instructions à 1 mémoire et celles à 2 mémoires . C'est en effet le signe de (n) qui les différencie. Avant d'examiner les branches relatives respectivement à (n) positif et négatif, voyons comment se passe la perforation, partie finale commune à tous les ordres.

IX - E - 1 - Perforation :

Tous les ordres à 2 ou 3 mémoires provoquent la perforation de 2 cartes sauf le t est SD non indexé) . Quand le programme parvient à l'ordre PERFØ = 1400 (n° 72) qui débute la partie "perforation", la 1ère carte est entièrement préparée et n'a plus qu'à être perforée. Pour la 2ème carte,

.../...

comme il est indiqué au paragraphe IX - C, la machine envoie les contenus de W 0001 = 1991, W 0002 = 1992, W 0003 = 1993 respectivement en P 0002 = 1978, P 0003 = 1979, P 0004 = 1980. Elle le fait même si q est inférieur à 3, ce qui n'est pas gênant. La machine, pour toutes les opérations citées ci-dessus, n'a besoin d'aucune indication particulière à chaque ordre en CDP. Par contre elle a besoin de connaître la valeur de q pour former 00 1 q en P 0001 = 1977 (pour la 2ème carte) et pour faire avancer le compteur CTRL = 1882. Avant d'entrer dans la partie "perforation", il faut envoyer 00 0q00 000q dans l'accumulateur droit. On a formé les constantes 00 0100 0001 en PERF 1 = 1612 (n°408), 00 0200 0002 en PERF 2 = 1662 (n° 409) . . . . , 00 0500 0005 en PERF 5 = 1812 (n° 412) ; q ne dépasse pas 5. On a également formé les ordres : RAD PERF 1 PERFØ en VAPF 1 = 1795 (n°441), RAD PERF 2 PERFØ en VAPF 2 = 1748 (n°442), ... , RAD PERF 5 PERFØ en VAPF 5 = 1613 (n° 445). Toutes les branches relatives aux ordres à 2 ou 3 mémoires (sauf le test SD) rejoignent la partie "perforation" par une de ces 5 instructions.

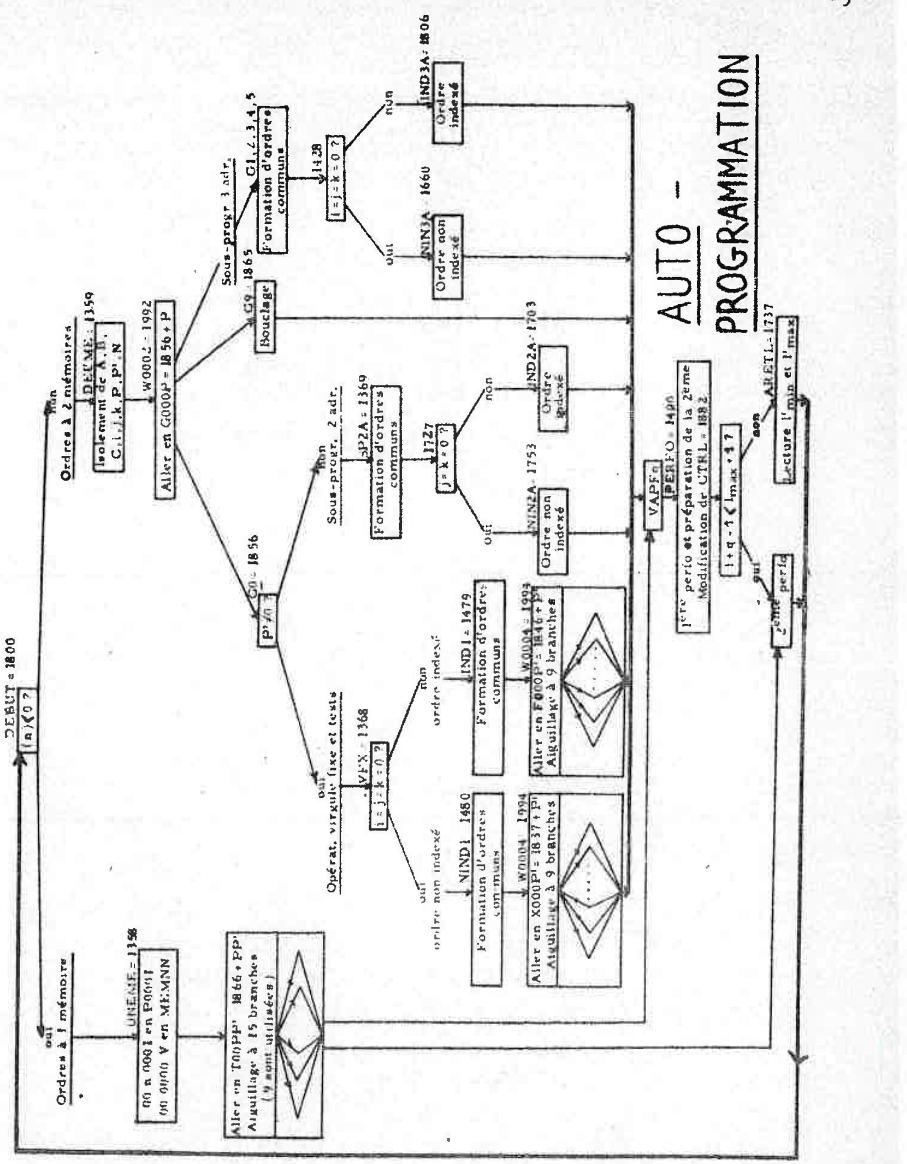
Pour 2 ordres de service, les branches particulières se terminent par VAPF 1 = 1795 (n° 441) et, pour un autre, par VAPF 5 = 1613 (n°445). L'ordre - 05 U V, un peu particulier, sera envisagé dans l'étude détaillée. Les 5 autres ordres de service ne provoquent la perforation que d'une seule carte. Les branches relatives à ces ordres rejoignent les autres en FINPF = 1436 (n° 88).

IX - E - 2 - Instructions à 1 mémoire (cas où le contenu de n est négatif) :

- La 1ère instruction de cette branche est en UNEME = 1358 (n°462). Le début de la branche est commun à tous les ordres de service (ordres à 1 mémoire). Il comporte l'envoi de 00 n 0001 en P 0001 = 1977 (voir IX - C)

. . . . . .

. . . /. . .



et de 00 0000 V en MEMNN = 1884. Il se termine par la préparation de l'aiguillage à branches multiples "aller à T 00 PP' = 1866 + PP' " identique à celui en logique extérieure (voir VI - C - 1).

- Les parties propres à chaque code PP' seront envisagées au cours de l'étude détaillée.
- Toutes ces parties, après la ou les perforations (voir IX - E - 1), se terminent par un retour à DEBUT = 1800 (n° 23).

IX - E - 3 - Instructions à 2 ou 3 mémoires (cas où le contenu de n est positif) :

La 1ère instruction de cette branche est en DEUME = 1359 (n° 36).

Pour tous les ordres indexables, les cartes perforées par l'autoperforation sont différentes selon que l'ordre est indexé ou non.

a) Partie commune :

Cette partie est essentiellement formée du découpage des ordres et de la préparation du test : "aller en G 000 P = 1856 + P". Ce test est identique à celui effectué en logique extérieure (VI - C - 2 - δ).

b) Branche particulière à chaque valeur de P :

α) P = 0 : la machine fait tout de suite un test sur la nullité de P'. Si P' = 0, il s'agit d'un ordre d'entrée dans un sous-programme à 2 adresses ; le programme continue en SP2A = 1369 (n°326). Le rôle de cette branche sera de construire et perforer les ordres nécessaires à l'entrée dans le sous-programme. Après une petite partie commune aux ordres indexés et non indexés, les branches correspondant à ces 2 cas divergent. La branche correspondant à j = k = 0 (ordre non indexé) commence à NIN2A = 1753 (n° 348) et se termine par un envoi à VAPF2. Celle qui correspond à j ou k ≠ 0 (ordre indexé) commence en IND2A = 1703 (n°334) et se termine en VAPF3.

.../...

Si P' ≠ 0, il s'agit d'une opération en virgule fixe ou d'un test SI ou SD ; le programme continue en VFX = 1368 (n°133). La partie du programme d'autoperforation relative aux ordres PP' = 0P' (P' ≠ 0) est la plus encombrante. Mais l'encombrement en autoperforation est un facteur sans importance. Les branches correspondant à i = j = k = 0 et à i ou j ou k ≠ 0 se séparent tout de suite. En IND1 = 1479 (n° 136) débute la branche correspondant aux ordres indexés. La machine forme un certain nombre d'instructions communes à toutes les valeurs de P' puis effectue un aiguillage suivant la valeur de P' : "aller à F000P' = 1846 + P'". Cet aiguillage est analogue à celui de la logique extérieure sauf que le cas P' = 0 n'y est pas inclus. La mémoire F0009 = 1855, non utilisée pour le moment, est libre, ce qui permettra de créer éventuellement un ordre PP' = 09. En NIND1 = 1480 (n° 236) débute la branche correspondant aux ordres non indexés. Après une courte partie commune aux diverses valeurs de P', s'effectue l'aiguillage "aller en X000P' = 1837 + P' ", semblable à l'aiguillage "aller à F000P' ". X0009 = 1846 est libre.

β) P = 1 à 5 : il s'agit des ordres d'entrée dans les sous-programmes à 3 adresses. Cette partie de programme est destinée à construire et perforer les ordres en langage machine nécessaires à l'entrée dans un sous-programme à 3 adresses. Ces ordres, comme nous le verrons plus loin, sont différents selon que l'ordre en C. D. P. est indexé ou non. Après la formation de quelques instructions communes, les branches relatives aux ordres indexés ou non se séparent. En IND3A = 1806 (n°378) commence la branche relative aux ordres indexés et en NIN3A = 1660 (n°392) celle relative aux ordres non indexés.

γ) P =8 : n'est pas encore créé.

δ) P =9 : ordre de bouclage. Cette partie du programme d'autoperforation forme et perfore les ordres en langage machine nécessaires à l'entrée dans le sous-programme de bouclage placé à poste fixe dans les paquets verts à joindre aux programmes autoperforés.

.../...

X - ETUDE DETAILLEE DE L'AUTOPROGRAMMATION

Quelques détails propres à certains ordres, notés dans la description de la logique extérieure, n'ont pas été répétés dans la description de l'autoprogrammation.

X - A - INDEXAGE.

Ce n'est pas pendant la phase d'autoperforation que s'exécute l'indexage. En effet, aucun ordre du programme ne s'exécute pendant cette phase, en particulier pas les ordres de bouclage. Ce n'est qu'au cours de l'exécution en langage machine du programme autoperforé que l'indexage peut se faire. Il existe pour cela 3 sous-programmes d'indexage placés à poste fixe dans les paquets verts à joindre aux programmes autoperforés. L'un de ces programmes est relatif aux opérations en virgule fixe, un autre aux sous-programmes à 2 adresses et le 3ème aux sous-programmes à 3 adresses. L'indexage des 2 ordres de tests n'utilise pas ces sous-programmes; tout leur programme d'indexage (très court) est obtenu par autoperforation (voir X - E - 2 - d - α).

Contrairement à ce qui se produit en logique extérieure, le programme d'autoperforation effectue pour chaque ordre indexable un test pour savoir s'il est indexé ou non. S'il ne l'est pas, la machine forme et perfore des instructions en langage machine destinées à exécuter l'ordre directement pour ne pas perdre de temps. S'il est indexé,

.../...

la machine forme et perfore des instructions capables d'exécuter l'ordre après le passage par l'un des 3 sous-programmes d'indexage. Ces mots formés contiennent les indications nécessaires sous la forme la plus compacte possible.

Les 3 sous-programmes d'indexage ont été rassemblés en un seul. Ce sous-programme unique a été écrit en langage machine dans les mémoires 0000 à 0074. Il a été ensuite perforé en cartes translatables 5 mots par carte, puis translaté. Son facteur de translation, placé en : EL + 52 = 1875 + 62 = 1937 pendant l'autoperforation, est égal à Δ_i = 1807. Après chaque instruction du programme d'indexage nous écrivons, dans la liste qui suit, les 2 indicatifs de translation :

le 1er = 8 si l'adresse facteur doit être translatée

= 9 sinon

le 2ème = 8 si l'adresse instruction suivante doit être translatée

= 9 sinon

X - A - 1. Indexage des opérations en virgule fixe.

Prenons pour exemple l'addition. Le cas des autres opérations est tout à fait semblable, même pour les opérations avec décalages (voir X - E - 2 - d - α).

.../...

L'autoperforation fournit les ordres suivants pour un ordre d'addition indexé 01 N iA jB kC placé en n et n + 1 :

n	RAD	n + 1	Δ_i
n + 1	60	1	Δ_i + 13
1	i0	000j	000k
1 + 1	TRG	C	N
1 + 2	AAG	B	W 0002
1 + 3	RAG	A	W 0001

Ces ordres sont obtenus en langage machine pur (numérique). Comme pour tous les ordres, c'est l'instruction placée en n qui s'exécute la 1ère. Elle provoque immédiatement l'entrée dans le sous-programme d'indexage.

	n	65	n+1	Δ_i			0 —— 0	60 1 Δ_i + 13	60 1 Δ_i + 13	
Δ_i +	0000	24	1993	0001	9	8			60 1 Δ_i + 13	en W 0003
	1	16	0002	0006	8	8		10 1+1 Δ_i + 25		
	2	49	9998	9988	9	9				
	3	05	0001	0001	9	9				
	4	04	9998	2023	9	8				
	5	00	0100	0000	9	9				
	6	20	1994	0007	9	8			10 1+1 Δ_i + 25	en W 0004
	7	15	0003	0008	8	8		15 1+2 Δ_i +26		
	8	20	1995	0009	9	8			15 1+2 Δ_i + 26	en W 0005
	9	16	0004	0010	8	8		10 1+3 8003		
	10	20	1996	1993	9	9			10 1+3 8003	en W 0006
	(1993)	60	1	0013		8	i0000j000k	0 —— 0		
	13	30	0005	0012	9	8	00000i0000	j000k0 —— 0		

.../...

Δ_i	12	10	0011	0014	8	8	60 CTRi Δ_i + 27	j000k 0....0	
	11	60	1967	0027	9	8			
	14	11	8003	0015	9	8	0 ——— 0		60CTRi Δ_i+27
	15	24	1997	0016	9	8			60CTRi Δ_i+27 en W 0007
	16	35	0001	0017	9	8	0 ——— 0 j	000k 0 —— 0	
	17	19	0005	0018	8	8	000k 0 —— 0	000j 0 —— 0	0001000000
	18	30	0002	0019	9	8	00000k 0000	00000j0000	
	19	10	0020	0021	8	8	10CTRk Δ_i+24		
	20	10	1967	0024	9	8			
	21	21	1993	0022	9	8			10CTRk Δ_i+24 en W 0003
	22	15	0023	8002	8	9		65CTRj W3	
	23	65	1967	1993	9	9			
(8002)	65	CTRj	1993				0 ——— 0	0 — 0(CTRj)	
(1993)	10	CTRk	0024		8		0 — 0(CTRk)		
	24	35	0004	1994	9	9	00(CTRk)0000	00(CTRj)0000	
(1994)	10	1+1	0025		8		21 C' N		
	25	21	1992	1995	9	9			21 C' N en W 0002
(1995)	15	1+2	0026		8			10 B' W2'	
	26	20	1991	1997	9	9			10 B' W2 en W 0001
(1997)	60	CTRi	0027		8		0 — 0(CTRi)	0 ——— 0	
	27	35	0004	1996	9	9	00(CTRi)0000		
(1996)	10	1+3	8003				60 A' W1		

- Cette partie du sous-programme d'indexage utilise les mémoires de travail W 0001 = 1991 à W 0007 = 1997.
- Les constantes placées en $\Delta_i + 4$, $\Delta_i + 11$, $\Delta_i + 20$ sont translatables.
- Les ordres $\Delta_i + 0$ à $\Delta_i + 10$ forment les ordres utiles par la suite pour la recherche du contenu des mémoires 1 + 1, 1 + 2 et 1 + 3.

.../...

- Les ordres $\Delta_i + 13$ à $\Delta_i + 22$ forment les ordres devant amener dans l'accumulateur le contenu des registres d'index CTRi, CTRj, CTRk.
- Après l'ordre placé en W 0006 = 1996, s'exécute l'addition demandée.
- L'ordre qui était à l'origine placé en 1 + 3 est exécuté en 8003 aussitôt après l'indexage.
- L'ordre qui était en 1 + 2 est, après indexage, envoyé en W 0001 = 1991 pour être exécuté.
- L'ordre qui était en 1 + 1 est, après indexage, envoyé en W 0002 = 1992 pour être exécuté.

X - A - 2 - Indexage des entrées dans les sous-programmes à 2 adresses.

L'autoperforation fournit les ordres suivants pour un ordre indexé d'entrée dans un sous-programme à 2 adresses 00 N OA jB kC placé en n et n + 1.:

n	RAG	n + 1	Δ_i + 28
n + 1	60	1	Δ_i + 36
1	00	000j	000k
1 + 1	RAD	B	A + 1
1 + 2	TRD	C	N

La 1ère instruction qui s'exécute est, comme toujours, celle placée en n.

.../...

	n	60	n+1	Δ_i+28			60 1 Δ_i+36	0..... 0	60 1 Δ_i+36	
Δ_i+	0028	24	1991	0029	9	8			60 1 Δ_i+36	en W 0001
	29	11	0047	0030	8	8	10 1+1 W2			
	30	21	1994	0031	9	8			10 1+1 W2	en W 0004
	31	10	0046	8003	8	9	15 1+1 Δ_i+32			
	(8003)	15	1+1	0032		8		65 B A+1		
	32	16	0045	0033	8	8		65 B A		
	33	10	0044	0034	8	8	15 1+2 Δ_i+32			
	34	69	8003	0035	9	8			15 1+2 Δ_i+32	
	35	23	1992	1991	9	9			15 1+2 A	en W 0002
	(1991)	60	1	0036		8	00000j000k	0..... 0		
	36	30	0004	0037	9	8	0.....0 j	000k0....0		
	37	11	8003	0038	9	8	0.....0		0.....0 j	
	38	30	0006	0039	9	8		0.....0 k		
	39	10	8001	0040	9	8	0.....0 j			
	40	55	0004	0041	9	8	00000j0000	00000k0000		
	41	10	0020	0042	8	8	10CTRj Δ_i+24		10 1967 Δ_i+ 24	
	42	21	1993	0043	9	8			10 CTRj Δ_i+24	en W0003
	43	15	0023	8002	8	9		65CTRk W3	65 1967 W3	
	(8002)	65	CTRk	1993			0.....0	0.....0(CTRk)		
	(1993)	10	CTRj	0024		8	0....0(CTRj)			
	(24)	35	0004	1994			00(CTRj)0000	00(CTRk)0000		
	(1994)	10	1+1	1992			65 B' A+1			
	(1992)	15	1+2	A				20 C' N		
	44	00	0001	C000	9	9				
	45	00	0000	C001	9	9				
	46	04	9999	8040	9	8				
	47	49	9993	8044	9	8				

.../...

- Les constantes Δ_i + 46 et Δ_i + 47 sont translatables.
- Les ordres Δ_i + 28 à Δ_i + 35 forment les ordres qui iront chercher le contenu des mémoires 1 + 1 et 1 + 2.
- Les ordres Δ_i + 36 à Δ_i + 43 forment les ordres devant amener dans l'accumulateur le contenu des registres d'index CTRj et CTRk (A n'est pas indexable).
- L'ordre placé en W 0002 = 1992 provoque l'entrée dans le sous-programme (en A). A ce moment, les accumulateurs contiennent bien ce qui est demandé par le sous-programme.

X - A - 3 - Indexage des entrées dans les sous-programmes à 3 adresses :

L'autoperforation fournit les ordres suivants pour un ordre indexé d'entrée dans un sous-programme à 3 adresses PP' N iA jB kC placé en n et n + 1 :

n	RAD	n + 1	Δ_i + 43
n + 1	60	1	$\Delta_{PP'}$
1	i0	000j	000k
1 + 1	00	A	B
1 + 2	20	C	N

La 1ère instruction qui s'exécute est celle placée en n.

.../...

	n	65	n+1	Δ_i+48			0 0	60 1 $\Delta_{pp'}$		
Δ_i	0048	69	0057	0049	8	8			118003 xxxx	
	49	23	0057	0050	8	8			118003 $\Delta_{pp'}$	en Δ_i + 57
	50	30	0004	0051	9	8		Q00060 1		
	51	35	0004	0052	9	8		60 1 0000		
	52	15	0053	0054	8	8		60 1 Δ_i+63		
	53	00	0000	0063	9	8				
	54	20	1997	0055	9	8			60 1 Δ_i+63	en W 0007
	55	16	0056	0058	8	8		15 1+1 W1		
	56	44	9998	8072	9	8				
	57	11	8003	0000	9	9				
	58	20	1994	0059	9	8			15 1+1 W1	en W 0004
	59	16	0003	0060	8	8		10 1 W0		
	60	15	0061	0026	8	8		10 1+2 Δ_i+57		
	61	00	0001	8067	9	8				
	(26)	20	1991	1997					10 1+2 Δ_i+57	en W 0001
	(1997)	60	1	0063		8	i0 000j000k	0 0		
	63	30	0005	0064	9	8	00000i0000	j000k00000		
	64	10	0035	0066	8	8	15 CTRi Δ_i+27			
	65	15	1967	0027	9	8				
	66	11	8003	0067	9	8	0 0		15 CTRi Δ_i+27	
	67	24	1997	0068	9	8			15 CTRi Δ_i+27	en W 0007
	68	35	0001	0069	9	8	0 .....0j	000k0 0		
	69	19	0005	0070	8	8	000k 0....0	000j0.....0		
	70	30	0002	0071	9	8	00000k0000	00000j0000		
	71	10	0072	0073	8	8	60 CTRk W7			
	72	00	1997	1997	9	9				
	73	15	0074	0062	8	8		15CTRj W4		
	74	15	1967	1994	9	9				
	62	20	1996	8003	9	9			15 CTRj W4	en W 0006
	(8003)	60	CTRk	1997			0 ....0(CTRk)	0 0		
	(1997)	15	CTRi	0027		8		0...0(CTRi)		
	(27)	35	0004	1996			00(CTRk)0000	00(CTRi)0000		
	(1996)	15	CTRj	1994				00(CTRi)(CTRj)		
	(1994)	15	1+1	1991				00 A' B'		
	(1991)	10	1+2	0057		8	20 C' N			
	(57)	11	8003	$\Delta_{pp'}$			0 0	00 A' B'	20 C' N	

.../...

- Les constantes Δ_i + 53, Δ_i + 56, Δ_i + 61, Δ_i + 65 sont translatables.
- Les ordres Δ_i + 48 à Δ_i + 60 servent à former les ordres qui amènent dans les accumulateurs le contenu des mémoires 1 + 1 et 1 + 2.
- Les ordres Δ_i + 63 à Δ_i + 74 servent à former les ordres qui amèneront dans les accumulateurs le contenu des registres d'index CTRi, CTRj, CTRk.
- Le dernier ordre, placé en Δ_i + 57, provoque l'entrée dans le sous-programme (en $\Delta_{PP'}$). A ce moment, les accumulateurs et le distributeur contiennent bien ce qu'exige le sous-programme.

X - B - PERFORATION (voir IX - E - 1)

72	P	ERFØ	P	FØ	P	0001	0 0	000q00000q		Perfo 1ère carte
73			A	AG	C	TRL	0 ..0 1			
74			D	AC		0004	00 1 000q	00000q0000		
75			T	RG	P	0001			00 1 q	mot 1, 2ème carte
76			A	AG		8002	00 1+q 000q			
77			L	AD		0004	0...01 + q	000q00000q		
78			T	RG	C	TRL			0...0 1+q	en CTRL = 1882
79			S	AG	L	MAX	0....01+q-l_{max}			
80			S	AG	0	02 S	UITE 0....01+q-l_{max}-2			
81	S	UITE	E	DI	W	0001				
82			T	DI	P	0002			mot 2	2ème carte
83			E	DI	W	0002				
84			T	DI	P	0003			mot 3	2ème carte

.../...

85		E DI	W 0003		$1+q-1_{max}-2$			
86		T DI	P 0004				mot 4	2ème carte
87		A NG	F INPF	A RETL				$1 + q - 1_{max} - 2 < 0$?
88	F INPF	P FØ	P 0001	D EBUT				
456	A RETL	L EC	1951					Nouveaux 1_{min} et 1_{max}
457		E DI	1951				0...0 $1'_{min}$	
458		T DI	C TRL				0...0 $1'_{min}$	en CTRL = 1882
459		E DI	1952				0...0 $1'_{max}$	
460		T DI	L MAX				0...0 $1'_{max}$	en LMAX = 1883
461		R AD	M EMN	D EBU2	0.....0	00 n 0000		

- L'instruction n° 78 envoie en CTRL = 1882 l'adresse $1 + q$ de la lère mémoire de la séquence 1_{min}, 1_{max} disponible pour l'ordre suivant (la dernière mémoire utilisée pour l'ordre considéré est la mémoire $1 + q - 1$).
- Avant de perforer la deuxième carte, il faut vérifier si $1 + q - 1$ ne dépasse pas 1_{max}. Pour cela, est effectué le test : $1 + q - 2 - 1_{max} < 0$? Si la réponse est OUI, cela veut dire que $1 + q - 1 < 1_{max} + 1$, c'est-à-dire que $1 + q - 1 \leqslant 1$ max. La carte peut être perforée et on peut passer à l'ordre suivant. Si la réponse est NON, cela veut dire que $1 + q - 1 \geqslant 1_{max} + 1$, c'est-à-dire que $1 + q - 1 > 1_{max}$. La limite supérieure 1_{max} de 1 est atteinte. La 2ème carte de l'ordre n'est pas perforée. La machine, en ARETL = 1737 (n° 456), demande à

.../...

connaître une nouvelle séquence 1_{min}, 1_{max} par la lecture d'une carte, non chargement, portant 00 0000 $1'_{min}$ en mot 1 et 00 0000 $1'_{max}$ en mot 2. A ce moment, l'interprétation de l'ordre considéré recommence à DEBU2 = 1356 (n° 26) (voir X-C). La lère carte relative à cet ordre et qui a déjà été perforée perd sa valeur et est remplacée par une autre, différente car 1 est différent. Elle n'a pas besoin d'être supprimée car, lors de l'enregistrement du paquet autoperforé, ce qu'elle aura chargé en n, n + 1 (et éventuellement n + 2) sera remplacé par ce que la nouvelle carte y chargera.

- Le fait qu'il n'y ait pas zéro dans l'accumulateur droit ne change rien au test " $1 + q - 1_{max} - 2 < 0$?".
- La mémoire 002 = 1410 (n° 403) contient la constante 00 0000 0002.
- Pour les ordres de service qui ne provoquent la perforation que d'une carte, cette perforation est effectuée par l'ordre FINPF = 1436 (n°88).

X - C - PARTIE COMMUNE A TOUS LES ORDRES.

Au début de cette partie, dont la lère instruction est en DEBUT = 1800, se trouve dans la mémoire MEMNN = 1884 la quantité 00 0000 n indiquant l'adresse n de l'ordre à autoperforer.

.../...

```
23 | D EBUT | R AD | M EMNN |      | 0.......0 | 0.....0 n |                |
24 |        | D AG |  0004  |      |           | 00 n 0000 |                |
25 |        | T RD | M EMN  | D EBU2 |         |           | 00 n 0000      | en MEMN = 1403
26 | D EBU2 | T RG | P 0003 |      |           |           | 0.......0      | en P3 = 1979
27 |        | T DI | P 0004 |      |           |           | 0.......0      | en P4 = 1980
28 |        | T DI | P 0005 |      |           |           | 0.......0      | en P5 = 1981
29 |        | T DI | P 0006 |      |           |           | 0.......0      | en P6 = 1982
30 |        | T DI | P 0007 |      |           |           | 0.......0      | en P7 = 1983
31 |        | T DI | P 0008 |      |           |           | 0.......0      | en P8 = 1984
32 |        | E DI | F F    | F G  |           |           | 65 xxxx FH     |
33 | F F    |  65  | 0000   | F H  |           |           |                |
34 | F G    | S BF | F F    | 8001 |           |           | 65  n  FH      | en FF = 1390
   | (8001) | R AD |   n    | F H  | 0.......0 |    ( n )  |                |
35 | F H    | A NG | U NEME | D EUME |       |           |                | test sur (n)
```

(UNE MEmoire, DEUx MEmoires)

Cette séquence de programme sert à former et à exécuter l'ordre 65 n F H qui amène le contenu de n dans l'accumulateur, puis à exécuter le test qui adresse : en UNEME = 1358 (n° 462) si l'ordre est à une mémoire et en DEUME = 1359 (n° 36) si l'ordre est à 2 mémoires. De plus cette séquence remet à zéro les mémoires P 0003 à P 0008 pour que les cartes perforées par l'autoperforation ne comportent pas trop de mots inutilement différents de zéro.

.../...

X - D - ORDRES A 1 MEMOIRE OU ORDRES DE SERVICE

X - D - 1 Partie commune à ces ordres : débute à UNEME = 1358 (n° 462)

```
462 | U NEME | T RD | W 0002 |      | 0.....0 | -PP' U V |           | -PP' U V | en W2 = 1992
463 |        | R AD | M EMN  |      |          | 00 n 0000 |          |          |
464 |        | A AD | 0 01   |      |          | 00 n 0001 |          |          |
465 |        | T RD | P 0001 |      |          |           |          | 00 n 0001 | en P1 = 1977
466 |        | R AV | W 0002 |      | 0.....0  | PP' U V   |          |          |
467 |        | E DI |  8003  |      |          |           |          | 0.......0 |
468 |        | S BI | M EMNN |      |          |           |          | 0...0  V | en MEMNN = 1884
469 |        | E DI |  8003  |      |          |           |          | 0.......0 |
470 |        | S BF | W 0001 |      |          |           |          | 00 U 0000 | en W1 = 1991
471 |        | D AG |  0002  |      | 0....0PP' | U V 00   |          |          |
472 |        | A AG | C TE4  | 8003 | 0....0T00PP' |          |          | 0...0T0000 | Formation aiguillage
    | (8003) | S ØP | 0000   | T 00FF' |       |          |          |          | Aiguillage
```

- Pour tous les ordres de service, la 1ère carte perforée doit avoir pour mot 1 : 00 n 0001. La préparation de ce mot est donc dans la partie commune. 00 n 0001 est envoyé en P 0001 = 1977 et sera ainsi perforé en mot 1.
- V, dans la plupart des cas, représente l'adresse de l'instruction suivante. L'envoi de 00 0000 V en MEMNN = 1884 se fait donc aussi pendant la partie commune. Le V en MEMNN est destiné à indiquer l'adresse de la prochaine instruction à autoperforer. Mais V est

.../...

aussi utilisé comme adresse instruction suivante du dernier ordre en langage machine à exécuter.

- La mémoire CTE4 = 1629 (n° 500) contient la constante 00 0000 T0000 = 00 0000 1066.

X - D - 2 - Partie propre à chaque code PP'

= Code - 00 U V : sans opération, aller à V.

L'ordre qui devra s'exécuter en langage machine est :

00 U V . Cet ordre devra être en n. L'autoperforation doit donc produire une seule carte ayant :

en mot 1 : 00 n 0001 formé par la partie commune

en mot 2 : 00 U V

Les seuls ordres du programme d'autoperforation particuliers à

- 00 U V sont donc :

531	T 0000	R AV	W 0002	V APFØ	0 0	00 U V					
497	V APFØ	T RD	P 0002	F INPF				00 U V			en P2 (puis n)
88	(F INPF)	PFØ	P 0001	D EBUT							

- FINPF = 1436 est le dernier ordre de la partie "perforation" (cf X - B)

- La mémoire W 0002 = 1992 contient - PP' UV, envoyé par l'ordre UNEME (n° 462).

= Code - 01 U V : arrêt ; puis départ éventuel à V.

.../...

L' autoperforation doit produire une carte unique portant :

en mot 1 : 00 n 0001

en mot 2 : 01 U V

Le seul ordre particulier à - 01 U V est donc :

498	T 0001	R AV	W 0002	V APFØ	0 0	01 U V					
497	(V APFØ)	T RD	P 0002	F INPF				01 U V			en P2 (puis n)

= Code - 02 U V : initialisation

Cet ordre, comme en logique extérieure, a pour rôle de remettre à zéro les compteurs de boucles et registres d'index. Mais en plus, il régénère le 1er ordre du sous - programme de bouclage. Comme nous le verrons plus loin (paragraphe X - E - 4 - c), pour $\alpha = 0$ le premier ordre du programme de bouclage (24 Δ_{bou} + 0055 Δ_{bou} + 0001) est remplacé par : 00 0000 Δ_{bou} + 0035. Cet ordre est régénéré à la sortie de boucle, en même temps que sont remis à zéro le compteur de boucles et le registre d'index utilisés. Mais si l'on ne termine pas le bouclage, l'ordre n'est pas régénéré. Exemple : on effectue un problème comportant un bouclage avec $\alpha = 0$. On doit, pour une cause quelconque, interrompre le déroulement de ce problème sans passer par la fin de boucle. Si l'on veut exécuter un autre problème sans recharger le C.D.P., le programme de bouclage ne fonctionnera pas normalement car son premier ordre sera détruit .

.../...

Pour éviter cet ennui, l'ordre - 02 U V, qui initialise les compteurs de boucles et registres d'index, initialise aussi la mémoire Δ_{bou} + 0000 en y entrant : 24 Δ_{bou} + 0055 Δ_{bou} + 0001.

Une partie du programme destiné à exécuter l'initialisation pendant l'exécution en langage machine est à poste fixe dans le paquet vert à joindre au paquet autoperforé. L'autre partie est fournie par l'auto-perforation.

La partie que nous appellerons la "partie fixe" occupe les mémoires K = 1930 à K + 5 = 1935. Elle représente le programme de remise à zéro des compteurs, et est analogue au programme d'initialisation en logique extérieure (voir VII - B - 2).

Voici la liste du programme qui se déroule pour l'initialisation en exécution en langage machine.

n	RAG	1	1+1	44 1932 V	0.....0	44 1932 V	
1	44	1932	V				
1+1	TDI	1991	1+2			44 1932 V	en W1 = 1991
1+2	RAG	1+3	1+4	24 Δ_{bou}+55 Δ_{bou}+1		24 Δ_{bou}+55 Δ_{bou}+1	
1+3	24	Δ_{bou}+55	Δ_{bou}+1				
1+4	TDI	Δ_{bou}	1930			24 Δ_{bou}+55 Δ_{bou}+1	en Δ_{bou} = 1751
1930	RAG	1933	8003	20 1976 1931	0.....0		
8003	TRD	M	1931			0.....0	en M
1931	SAG	1934	1991	00 M-1940 0000			

.../...

(1991)	GNN	1932	V					M-1940 ≠ 0 ?
1932	AAG	1935	8003	20 M-1 1931				
1933	20	1976	1931					
1934	20	1940	1931					
1935	20	1939	1931					

- Les ordres n et 1 + 1 servent à envoyer en W 0001 = 1991 l'ordre 44 1932 V qui dépend de l'ordre - 02 U V et ne peut par conséquent pas être mis à poste fixe.
- Les ordres 1 + 2 et 1 + 4 servent à initialiser la mémoire Δ_{bou} = 1751 en y envoyant 24 Δ_{bou} + 55 Δ_{bou} + 1 = 24 1006 1752, contenu en 1 + 3. Ces ordres ne dépendent que de la valeur de Δ_{bou}. Or Δ_{bou} a été fixé à 1751. On aurait pu mettre ces ordres dans la partie fixe. On ne l'a pas fait pour ne pas avoir trop de choses à modifier, avec risques d'oublis, si l'on devait modifier Δ_{bou}.
- Les ordres n et 1 + 2 pourraient être des EDI mais la formation des RAG économise une mémoire.
- La seule différence (autre que des différences d'affectation d'adresses) entre la partie fixe de ce programme d'initialisation et celui de la logique extérieure (voir VII - B - 2) est que la réponse NON au test GNN envoie dans le 1er cas à V et dans le 2ème cas à DEBUT.

.../...

L'autoperforation doit fournir 2 cartes : la 1ère doit porter :

en mot 1 : OO n 0001

en mot 2 : 60 1 1+1

La 2ème doit porter, K étant égal à 1930 :

en mot 1 : 00 1 0005

en mot 2 : 44 K+2 V

en mot 3 : 24 1991 1+2

en mot 4 : 60 1+3 1+4

en mot 5 : 24 Δ_{bou} +55 Δ_{bou} +1

en mot 6 : 24 Δ_{bou} K

Voici la partie du programme d'autoperforation propre à l'ordre - 02 U V:

503	T	0002	R	AG	C	TRL		0.....0 1	0.....0	0.....0 1	
504			D	AG		0004		00 1 0000			
505			A	AG		8001		00 1 1		0.....0 1	
506			A	AD		8001			0.....0 1	0.....0 1	
507			A	AG	R	G01		60 1 1+1			
508			T	RG	P	0002				60 1 1+1	en P2 (puis n)
509			A	AG	0	33		60 1+3 1+4			
510			T	RG	W	0003				60 1+3 1+4	en W3 (puis 1+2)
511			A	AD	2	4W12			24 W1 1+2		
512			T	RD	W	0002				24 1991 1+2	en W2 (puis 1+1)
513			R	AD	D	0051		0.....0	0....0 Δ_{bou}	0....0 Δ_{bou}	

.../...

514		D	AG	0004				00 Δ_{bou} 0000		
515		A	AD	8001				00 Δ_{bou} Δ_{bou}		
516		E	DI	2 40K					24 0000 K	
517		S	BF	P	0006				24 Δ_{bou} K	en P6 (puis 1+4)
518		A	AD	2	4551			24 Δ_{bou} +55 Δ_{bou} +1		
519		T	RD	P	0005				24 Δ_{bou} +55 Δ_{bou} +1	en P5 (puis 1+3)
520		R	AG	M	EMNN		0....0 V	0.....0		
521		A	AG	4	4K2		44 K+2 V			
522		T	RG	W	0001	V	APF5		44 K+2 V	en W1 (puis 1)

- La mémoire RG01 = 1510 (n° 446) contient la constante 60 0000 0001

- La mémoire 033 = 1663 (n° 451) contient la constante 00 0003 0003

- La mémoire 24 W 12 = 1713 (n° 452) contient la constante 24 W 0001 0002 = 24 1991 0002.

- La mémoire 24 0K = 1763 (n° 453) contient la constante 24 0000 K = 24 0000 1930.

- La mémoire 24551 = 1813 (n° 454) contient la constante 24 0055 0001

- La mémoire 44 K 2 = 1464 (n° 455) contient la constante 44 K + 2 0000 = 44 1932 0000.

- La mémoire D 0051 = DEL + 61 contient le facteur de translation du sous-programme de bouclage, Δ_{bou} = 1751 .

.../...

= Code - 03 U V : remise à zéro de la mémoire U

Le programme fourni par l'autoprogrammation est :

n	RAG	0000	1	x..... x	0....0	
1	TRD	U	V			0.....0 en U

Il se perforera donc 2 cartes.

La partie d'autoprogrammation relative à l'ordre - 03 U V est :

524	T	0003	S	AG	8003		X.....X	U V 00			
525			D	AD	0002		0.....0				
526			A	AD	T	D00		00 U V			
527			T	RD	W	0001		20 U V		20 U V	en W1 (puis 1)
528			R	AG	C	TRL	0.....0 1	0 0			
529			A	AG	R	G00	T GP21				
530	T	GP21	T	RG	P	0002	V APF1			60 0000 1	en P2 (puis n)

- La mémoire TD 00 = 1630 (n° 424) contient 20 0000 0000

- La mémoire RG 00 = 1730 (n° 432) contient 60 0000 0000 .

= Code - 04 U V : entrée dans le distributeur du contenu de U et arrêt par l'ordre 01 U V.

Le programme fourni par l'autoprogrammation est :

n	EDI	U	1
1	ART	U	V

Il se perforera donc 2 cartes.

.../...

La partie du programme d'autoprogrammation relative à l'ordre - 04 U V est la suivante :

532	T	0004	R	AV	W	0002		0.....0	04 U V		
533			S	AD	0	300			01 U V	030.....0	
534			T	RD	W	0001				01 U V	en W1 (puis 1)
535			A	AG	6	9		690.....0			
538			A	AG	C	TRL		69 0000 1			
539			S	AG		8003		0.....0	01 U V	69 0000 1	
540			S	BF	P	0002	V APF1			69 U 1	en P2 (puis n)

- La mémoire 0300 = 1778 (n° 541) contient la constante 03 0000 0000 .

- La mémoire 69 = 1594 (n° 407) contient la constante 69 0000 0000.

= Code - 05 U V : aller en langage machine à U

L'autoprogrammation, pour cet ordre, provoque la création de l'ordre en langage machine : aller à U . Elle perfore une carte portant en mot 1 : 00 n 0001, et en mot 2 : 00 0000 U . Mais en plus elle perfore tout le programme en langage machine commençant à U et se terminant à l'instruction ayant 1800 comme adresse instruction suivante. Pour chaque ordre en langage machine, CFI (code opération, adresse Facteur, adresse Instruction) placé en J, la machine perfore une carte portant : en mot 1 : 00 J 0001

en mot 2 : C F I

Pour le dernier ordre, l'adresse I = 1800 est remplacée par V puis le programme interprétatif, après la perforation de la carte relative à cet ordre, continue en DEBUT = 1800 pour interpréter l'ordre suivant, V.

Remarque 1 : Le programme en langage machine commençant en U ne doit pas comporter de test : en effet après chaque ordre CFI, l'ordre suivant est indiqué par l'adresse I, si bien que la branche F ne serait pas traitée par l'autoperforation.

.../...

On peut au besoin remédier à cela en ajoutant au paquet autoperforé des cartes portant la partie de programme qui n'a pas été obtenue. Cependant, à moins de prendre des précautions, il faut que le programme en langage machine se termine par une seule rentrée en CDP. Autrement dit, si le programme en langage machine se divise en plusieurs branches (ce qui est déconseillé), il faut que ces branches se rejoignent avant la rentrée en CDP. Si ce n'est pas le cas, les parties en CDP qui suivent les parties en langage machine n'ayant pas été programmées ne le sont pas non plus.

Remarque 2 : Aucun ordre du programme en langage machine ne doit avoir d'adresse instruction suivante de la série 8000. En effet, comme le programme ne s'exécute pas en autoprogrammation, celle-ci, rencontrant une adresse I de la série 8000, part dans une fausse direction.

Il est en général facile d'éviter ces adresses - Exemple : la partie de programme :

200	60	0201	0205	69 0300 0302	0.....0	
201	69	0300	0302			
205	10	0206	8003	69 0301 0302		
206	00	0001	0000			

peut très bien s'écrire :

200	60	0201	0205	69 0300 0302		
201	69	0300	0302			
205	10	0206	0207	69 0301 0302		
206	00	0001	0000			
207	21	0210	0210		69 0301 0302	en 210

.../...

Il faut, pour que l'autoprogrammation continue bien, que la mémoire 0210 contienne un ordre quelconque ayant comme adresse instruction suivante I = 0302.

La partie du programme d'autoprogrammation relative à l'ordre - 05 U V est la suivante :

473	T	0005	R	AD	W	0001		0.....0	00 U 0000		
474			D	AD		0004			0.....0 U		
475			T	RD	W	0001	U NE53			0.....0 U	en W1 = 1991
476	U	NE53	T	RD	P	0002				0 .....0 U	en P2
477			P	FØ	P	0001				C' F' J'	PERFO
478			R	AD	W	0001		0.....0	0 ....0 U J		
479			D	AG		0004			00 J 0000		
480			A	AD	0	01			00 J 0001	0.....01	
481			T	RD	P	0001				00 J 0001	en P1
482			E	DI	U	NE51				67 ×××	
483			S	BF	U	NE51	8001			67 J	en UNE51 = 1518
484	U	NE51		67		0000					
		(8001)	R	AV		J		0.....0	C F I		
485			E	DI		8003				0.....0	
486			S	BI	W	0001				0 .....0I	en W1 = 1991
487			A	AG		8001		0 ...0 I			
488			S	AG	E	NCØD		0...0I-1800		0...0 1800	
489			G	NN			U NE52				I ≠ 1800 ?
490			A	AG		8001	U NE53	0.....0 I	C F I		
491	U	NE52	R	AG		8002		C F 1800	0.....0		
492			A	AD	M	EMNN			0....0 V		
493			S	AG		8003		0.....0		C F 1800	
494			S	BI	P	0002	F INPF			C F V	en P2
	(F | INPF)	P	FØ	P	0001	D EBUT				

.../...

- La première fois que le programme passe par l'ordre de perforation n° 477, la mémoire P 0001 = 1977 contient 00 n 0001, placé par la partie commune aux ordres de service. La mémoire P 0002 = 1978 contient 0 .... 0 U. La carte perforée contient donc : en mot 1 : 00 n 0001
en mot 2 : 0..... O U

Le premier ordre exécuté en langage machine sera donc : "aller à U". Lorsqu'on passe à l'ordre n° 477 en venant de l'ordre n° 490, la carte perforée est de la forme : en mot 1 : 00 J 0001

en mot 2 : C F I

La carte relative à l'ordre en langage machine C F I = C F 1800 est perforée par l'ordre FINPF = 1436 (n° 88) qui renvoie à DEBUT = 1800.

Cette carte est de la forme :

en mot 1 : 00 J 0001

en mot 2 : C F V

- La mémoire 001 = 1634 (n°422) contient la constante 00 0000 0001
- La mémoire ENCØD = 1729 (n°501) contient la constante 00 0000 DEBUT = 00 0000 1800.

= Codo - 06 U V : perforation simple.

L'ordre qui devra s'exécuter en langage machine est : 71 U V. L'autoperforation doit donc fournir une carte portant :

en mot 1 : 00 n 0001

en mot 2 : 71 U V

Les seuls ordres particuliers à l'ordre - 06 U V dans le programme d'autoperforation sont :

23	T 0006	R AD	R D00	L ECPF	0.....0	650.....0						
96	L ECPF	A VD	W 0002	V APFØ		71 U V	06 U V					
97	V APFØ	T RD	P 0002	F INPF			71 U V	en P2 (puis n)				

.../...

= Codo - 07 U V : lecture

Cet ordre est équivalent à l'ordre 70 U V à condition que les cartes lues ne soient pas "chargement" (voir VII - B - 2). L'autoperforation fournit une carte portant :

en mot 1 : 00 n 0001

en mot 2 : 70 U V

Pour cela, la partie propre à l'ordre - 07 U V est :

495	T 0007	R AD	6 300	L ECPF	0.....0	630 0						
496	(L ECPF)	A VD	W 0002	V APFØ		70 U V	07 U V					
497	(V APFØ)	T RD	P 0002	F INPF			70 U V	en P2 (puis n)				

- La mémoire 6300 = 1578 (n° 502) contient 63 0000 0000.

= Codo - 09 U V : fin de séquence.

Cet ordre, en exécution en langage machine comme en logique extérieure, doit envoyer à U. Son utilité a été expliquée au chapitre VII - B - 2.

L'autoprogrammation doit donc fournir une carte portant :

en mot 1 : 00 n 0001

en mot 2 : 00 xxxx U "aller à U"

Par contre, pendant l'autoprogrammation, l'instruction suivante doit être prise en V, c'est-à-dire que lors du retour à DEBUT = 1800 c'est bien V qui doit figurer en MEMNN = 1884. Or V a déjà été placé en MEMNN par la partie commune aux ordres de service. Le seul ordre spécial à - 09 U V est donc, en autoprogrammation :

499	T 0009	D AD	0006	V APFØ	0 0T0009	U V 0						
497	(V APFØ)	T RD	P 0002	F INPF	0 0	00 T 0009 U	00 xxxx U	en P2 (puis n)				

.../...

X - E - ORDRES A 2 (OU 3) MEMOIRES. -

Certains détails valables à la fois en logique extérieure et en autoprogrammation n'ont été notés qu'au chapître VII relatif à la logique extérieure.

X - E - I - Partie commune à ces ordres : débute à DEUME = 1359 (n°36)

Cette partie comporte ledécoupage des ordres ainsi que la construction et l'exécution du test "aller à G000P = 1856 + P".

36	D	EUME	E	DI	8003		0.....0	PP'NNNi A	0.....0	
37			S	BI	C 0001				0....0 A	en C 0001 = 1968
38			S	AD	8001			PP' Ni 0000		
39			D	AG	0001		0.....0P	P" Ni 00000		
40			A	AG	C TE1		0...0G000P		0....0G0000	
41			T	RG	W 0002				0....0G000P	en W 0002 = 1992
42			S	AG	C TE1		0.....0P			
43			D	AG	0001		0.....0PP'	N i 000000		
44			S	AG	8003		0.....0		0.....0PP'	
45			T	DI	P PPRI				0...0.0PP'	en PPPRI = 1360
46			D	AG	0003		0....0NNN	i 0.....0		
47			T	RG	M EMNN				0.....0N	en MEMNN = 1884
48			T	RD	C 0004				i0.....0	en C 0004 = 1971
49			R	AD	M EMN		0.....0	00 n 0000		
50			A	AD	0 02			00 n 0002		
51			T	RD	P 0001				00 n 0002	en P1 (perfo)
52			A	AD	0 10			00 n+1 0002		
53			E	DI	F J	F K			67 xxxx FL	
54	F	J		67	0000	F L				
55	F	K	S	BF	F J	8001			67 n+1 FL	en FJ = 1440
		(8001)	R	AV	n+1	F L	0.....0	jBBBBkCCCC		
56	F	L	E	DI	8003				0.....0	
57			S	BI	C 0003				00 0000 C	en C 0003 = 1970
58			S	AD	8001			jBBBBk0000		
59			D	AD	0001			0jBBBBk000		
60			E	DI	8003				0.....0	
61			S	BF	C 0002				00 B 0000	en C 0002 = 1969
62			S	AD	8001			0j0000k000		
63			D	AD	0003			0000j0000k		
64			E	DI	8003				0.....0	
65			S	BI	C 0005				0.....0 k	en C 0005 = 1972
66			D	AD	0001			00000j0000		
67			S	BF	C 0005				00 000j 000k	en C 0005 = 1972
68			R	AG	C 0003		0.....0C	0.....0		
69			D	AG	0004		00 C 0000			
70			A	AG	M EMNN		00 C N			
71			T	RG	C 0006	W 0002			00 C N	en C 0006 = 1973
		(W 0002)	S	ØP	0000	C 000P				

- Les mémoires C 0001 = 1968 à C 0006 = 1973 (registres d'index) servent ici de mémoires de travail. Les registres d'index n'ont en effet aucune utilité en autoperforation.

- La mémoire CTE 1 = 1388 (n° 402) contient la constante 00 0000 G 0000 = 00 0000 1856 qui, comme en logique extérieure, sert à former l'ordre "aller à G 000P" marquant la séparation entre les branches correspondant aux différentes valeurs de P. Cet ordre 00 0000 G 000P est mis enréserve en W 0002 = 1992 où il est envoyé par l'ordre n° 41.

- L'ordre n° 47 met en place l'adresse N de l'instruction suivante dans la mémoire MEMNN = 1884.

- Quand toutes les indications possibles ont été puisées de la partie gauche de l'instruction, on amène la partie droite, d'adresse n + 1, dans l'accumulateur. Pour cela on forme l'ordre 67 n+1 FL = 67 n+1 1405 qui amène dans l'accumulateur droit la valeur absolue de la partie droite de l'ordre. Avant de former cet ordre, le programme profite de la présence de n dans l'accumulateur pour former 00 n 0002, mot 1 de la 1ère carte à perforer si l'ordre est à 2 mémoires. 00 n 0002 est envoyé en P 0001 = 1977.

- Le programme d'autoperforation n'a jamais besoin d'avoir j et k séparément, mais sous la forme 00 000 j 000 k. Ce mot est envoyé en C 0005 = 1972 par l'ordre n° 67.

- Ce programme a souvent besoin du mot 00 C N. Celui-ci est donc formé par la partie commune et envoyé en C 0006 = 1973.

- Cette partie commune s'achève par l'aiguillage multiple placé en W 0002 = 1992: "aller à G 000P = 1856 + P".

.../...

X - E - 2 - P = 0 : sous - programmes à 2 adresses - Opérations en virgule fixe - Tests.

Dès le début de cette partie, le programme relatif aux sous - programmes à 2 adresses se sépare des autres . Pour cela, la machine exécute un test sur la nullité de P' :

131	G 0000	R AD	P PPRI		0.....0	0.....0P'		
132		A NN	V FX	S P2A				

X - E - 2 - a) P' = 0 : sous - programmes à 2 adresses (cf VII - C - 2 - a)

La partie de programme propre à PP' = 00 commence à SP2A = 1369 (n° 326) .

Si l'ordre d'entrée dans un sous - programme à 2 adresses n'est pas indexé, le programme en langage machine qui doit être obtenu par l'autoperforation est (voir la normalisation, au paragraphe VII - C - 2 - a):

n	RAG	1	n+1	65 B A+1	0.....0
n+1	AAD	1+1	A		20 C N
1	65	B	A+1		
1+1	20	C	N		

Si l'ordre est au contraire indexé, le programme en langage machine qui doit être obtenu est, comme il est indiqué au paragraphe X - A - 2 :

n	RAG	n+1	Δ_i + 28
n+1	60	1	Δ_i + 36
1	00	000j	000k
1+1	65	B	A+1
1+2	20	C	N

.../...

Avant que se séparent les parties de programme relatives aux ordres d'entrée dans les sous-programmes à 2 adresses indexés et non indexés, se déroule une partie commune qui forme les mots 65 B A + 1 et 20 C N.

326	S P2A	R AG	C 0001		0 —— 0 A	0 —— 0			
327		A AG	C 0002		00 B A				
328		A AG	R D01		65 B A+1		65 0000 0001		
329		T RG	W 0001				65 B A+1	en W1 (puis 1 si j = k = 0)	
330		R AD	C 0006		0 ——— 0	00 C N			
331		A AD	T D00			20 C N			
332		A AG	C 0005		00 000j 000k				
333		G NN	I ND2A	N IN2A				index ?	
334	1 ND2A	E DI	W 0001		00 000j 000k	20 C N	65 B A+1		
335		T DI	W 0002				65 B A+1	en W2 (puis 1 + 1)	
336		T RG	W 000k				00000j000k	en W1 (puis 1)	
337		T RD	W 0003				20 C N	en W3 (puis 1+2)	
338		R AD	C TRL		0 ——— 0	0 —— 0 1			
339		D AG	0004			00 1 0000			
340		A AG	M EMN		00 n 0000				
341		A AC	R GIAG		60 n+1 8003		60 0001 8003		
342		A AD	D 0052			00 1 Δ_i	0 —— 0 Δ_i		
343		A AD	M EMX			00 1 Δ_i+28	0 —— 0 28		
344		E DI	8003				60 n+1 8003		
345		S BI	P 0002				60 n+1 Δ_i+28	en P2 (puis n)	
346		A AD	R G08			60 1 Δ_i+36	6000000008		
347		T RD	P 0003	V APF3			60 1 Δ_i+36	en P3 (puis n+1)	

.../...

348	N	IN2A	T	RD	W	0002		0.....0	20 C N	20 C N	en W2 (puis 1 + 1)
349			R	AD	M	EMN		0.....0	00 n 0000		
350			D	AG		0002			n 000000		
351			A	AG	C	TRL		0.....0 1	n 0....0	0.....0 1	
352			A	AD		8001		0.....0 1	n 00 1		
353			D	AG		0004		00 1 n	00 1 0000		
354			A	AG	R	G01		60 1 n+1		60 0000 0001	
355			T	RG	P	0002	C	ØDEC		60 1 n+1	en P2 (puis n)
356	C	ØDEC	A	AD	C	0001			00 1 A		
357			A	AD	A	D10	T	DP32	15 1+1 A	15 0001 0000	
358	T	DP32	T	RD	P	0003	V	APF2		15 1+1 A	en P3 (puis n + 1)

- Le mot 65 B A + 1 est envoyé en W 0001 = 1991 par l'ordre n° 329. Pour les ordres non indexés, 65 B A + 1 doit figurer en mot 2 de la 2ème carte (pour être chargé en 1). Ce mot est donc bien placé en W 0001. Par contre pour les ordres indexés, 65 B A + 1 doit figurer en mot 3 (pour être chargé en 1 + 1). Il doit donc être envoyé en W 0002 = 1992, ce que fait l'ordre n° 335.
- Pour former l'adresse $\Delta_i + 28$, on appelle la mémoire D 0052 = DEL + 62 = 1875 + 62 = 1937 qui contient 00 0000 Δ_i = 00 0000 1807 puis la mémoire MEMX = 1659 (n°439) qui contient 00 0000 0028.
- La mémoire RD01 = 1701 (n°437) contient 65 0000 0001.
- La mémoire TD00 = 1638 (n°424) contient 20 0000 0000.
- La mémoire RG1AG = 1460 (n° 405) contient 60 0001 8003. Cette constante sert à former le mot 60 n + 1 8003. En fait, l'adresse instruction suivante 8003 n'a aucune importance car le mot 60 n + 1 8003 subit ensuite un SBI.
- La mémoire RG08 = 1709 (n° 438) contient 60 0000 0008.
- La mémoire RG01 = 1510 (n° 446) contient 60 0000 0001.
- La mémoire AD10 = 1777 (n° 447) contient 15 0001 0000.

.../...

X - E - 2 - b - Partie commune aux ordres 0P' (P' ≠ 0)

Cette partie, qui débute en VFX = 1368 (n° 133), ne comporte que la formation du mot i0 000j 000k et de son test pour savoir si l'ordre est indexé ou non.

133	V	FX	A	AG	C	0005		0 ——— 0 | 0 ——— 0P'
134			A	AG	C	0004		i0 000j 000k
135			G	NN	I	ND1	N	IND1 i0 000j 000k

X - E - 2 - c - Opérations en virgule fixe et tests, non indexés :

Cette partie débute en NIND1 = 1480 (n°236).

α - Programmes en langage machine élaborés par l'autoprogrammation :

Passons en revue les programmes en langage machine obtenus à partir de chacun des ordres 01, 02, ..., CG.

- Addition (01) :

n	RAG	A	n+1	(A)	0 ——— 0	
n + 1	AAG	B	1	(A) + (B)		(A) + (B) en C
1	TRG	C	N			

- Soustraction (02) :

n	RAG	A	n+1	(A)	0 ——— 0	
n + 1	SAG	B	1	(A) - (B)		(A) - (B) en C
1	TRG	C	N			

La seule différence avec l'addition est que le AAG est remplacé par SAG.

.../...

- Multiplication sans décalage (03) :

n	RAG	A	n + 1	(A)	0.....0	
n + 1	MUL	B	1 + 1		(A) × (B)	
1	TRD	C	N			(A) × (B) en C
1 + 1	GNN	ARETM	1			

Le test placé en 1 + 1 vérifie que (A) x (B) n'a pas plus de 10 chiffres et qu'il occupe donc seulement l'accumulateur droit. Si ce n'est pas le cas, l'exécution en langage machine s'arrêtera par l'ordre 01 1333 8000 placé en ARETM = 1936. Ce dernier ordre figure à poste fixe dans les paquets verts à joindre aux cartes obtenues par autoperforation.

- Multiplication avec décalage (05) :

n	RAG	A	n + 1	(A)	0.....0	
n + 1	MUL	B	n + 2		(A) × (B)	
n + 2	3x	000m	1 + 1			
1	TRD	C	N			(A) × (B) Décalage sur (A) × (B) en C
1 + 1	GNN	ARETM	1			

Les mots formés sont identiques à ceux relatifs à l'ordre 03 à l'exception des parties soulignées. La différence est donc légère. La 1ère carte perforée comportera 3 mots en plus du mot 1 qui sera 00 n 0003. En effet, l'ordre 05 occupe 3 mémoires, n, n + 1 et n + 2. Remarquons que, lors de l'exécution de ces ordres en langage machine, le décalage s'effectuera sur le produit, c'est-à-dire <u>après</u> l'exécution de la multiplication.

- Division sans décalage (04) :

n	RAD	A	n + 1	0.....0	(A)	
n + 1	DRR	B	1	0 0	(A) : (B)	
1	TRD	C	N			(A) : (B) en C

.../...

- Division avec décalage (06) :

N	RAD	A	n + 2	0 0	(A)	
n + 1	DRR	B	1		(A) : (B)	
n + 2	3 x	000m	n + 1			
1	TRD	C	N			(A):(B) Décalage sur (A) en C

Les mots formés sont identiques à ceux relatifs à l'ordre 04 à l'exception des parties soulignées. Comme pour l'ordre 05, la 1ère carte comportera 3 mots en plus du mot 1 qui sera 00 n 0003. Lors de l'exécution de ces ordres en langage machine, le décalage s'effectuera sur le dividende, c'est-à-dire <u>avant</u> la division.

- Test SI (07) :

n	RAG	C	n + 1	(C)	0..... 0	
n + 1	ANG	N	1			(C) < 0 ?
1	GNW	B	A			(C) ≠ 0 ?

Si (C) est négatif le programme en langage machine ira en N. Si (C) est positif ou nul, un deuxième test sera fait sur lui : si (C) est différent de zéro, c'est-à-dire positif, le programme ira en B ; si (C) est nul, le programme ira en A. C peut très bien désigner le pupitre (0000).

<u>Remarque importante</u> : en autoprogrammation, c'est <u>N</u> qui (comme pour les autres ordres) <u>désigne l'instruction suivante</u>. Pour obtenir l'autoperforation des branches commençant en A et B il faut en général mettre un ordre de fin de séquence à la fin de la branche N et un autre à la fin de la branche A ou B.

.../...

- Test SD (00) :

n	EDI	C	n + 1		(C)	
+ 1	SDB	N	A			(Position B)= 8 ou 9 ?

Si la position n° B du contenu de C (C peut très bien désigner le pupitre : C = 8000) est un 8, le programme en langage machine ira en N. Si cette position est un 9, le programme ira en **A** . Si cette position n'est ni 8 ni 9, le programme s'arrêtera sur l'ordre SDB N A = 9B N A.

Remarque importante : Comme pour l'ordre 07, lors de l'autoprogrammation c'est l'adresse N qui désigne l'instruction suivante. Pour obtenir l'autoperforation de la branche A, il faut en général placer un ordre de fin de séquence à la fin de la branche N.

- Remarque : l'ordre de succession des différentes instructions en langage machine formées a été choisi pour que le programme d'autoprogrammation soit le plus simple possible et que ses différentes branches aient le plus possible de parties communes.

β) Partie commune aux ordres OP' non indexés.

Cette partie qui débute à NIND 1 = 1480 (n° 236) comporte la formation de l'ordre d'aiguillage "aller à XOOOP' = 1837 + P' " et des mots 00 A n + 1 et 00 B 00 utiles pour la plupart des branches.

.../...

						0.....0	0.....0 P'			
236	N IND1	A AD	C TE3				0 ... 0X000P'	0 ... 0X0000		
237		T RD	W 0004					0 ... 0X000P'	en W4 = 1994	
238		R AG	C 0001			0 ....0AAAA	0 0			
239		D AD	0002			0 .....0AA	AA 0... 0			
240		A AD	M EMN			0 .....0AA	AA n 0000			
241		D AG	0006			00 A n	0 0			
242		A AG	0101			00 A n+1		0 01		
243		A AD	C 0002	W 0004			00 B 0000			
	(W 0004)	S ØP	0000	X 000P'					Aiguillage	

- La mémoire CTE3 = 1833 (n° 414) contient la constante 00 0000 X0000 = 00 0000 1837.
- La mémoire 001 = 1634 (n° 422) contient 00 0000 0001 .

γ) P' = 1 : addition en virgule fixe (sans index)

Cette partie débute par le seul ordre qui soit différent de ceux de la partie "soustraction", c'est-à-dire la formation de 10 B 0000.

Nous verrons que la branche "soustraction" commence par la formation de 11 B 0000 puis rejoint la branche "addition".

					00 A n+1	00 B 0000			
244	X 0001	A AD	A G00	A DSØ2		10 B 0000	10 0		
246	A DSØ2	A AD	C TRL			10 B 1			
247		T RD	P 0003				10 B 1	en P3 (puis n+1)	
248		A AG	R G00		60 A n + 1		60 ... 0		
249		T RG	P 0002				60 A n+1	en P2 (puis n)	
250		R AG	T G00	A SDIV	210 0	0 0			
251	A SDIV	A AG	C 0006		21 C N		00 C N		
252		T RG	W 0001	V APF1			21 C N	en W1 (puis 1)	

.../...

- La mémoire AG00 = 1492 (n° 430) contient 10 0000 0000

- La mémoire RG00 = 1738 (n° 432) contient 60 0000 0000

- La mémoire TG00 = 1588 (n° 419) contient 21 0000 0000

δ) P' = 2 : soustraction en virgule fixe (sans index)

Cette partie est identique à la précédente, sauf que c'est 11 B 1 qui doit être envoyé en P 0003.

Le seul ordre particulier à la soustraction est donc :

245	X	0002	A	AD	S	G00	A	DSØ2	00 A n+1 / 11 B 0000	00 B 0000 / 11 B 0000	110 0

- En ADSØ2 = 1797 (n° 246) la branche "soustraction" rejoint celle d'addition

- La mémoire SG00 = 1542 (n° 431) contient 11 0000 0000

ε) P' = 3 : multiplication sans décalage (sans index)

253	X	0003	A	AG	R	G00			00 A n+1 / 60 A n+1	00 B 0000	60 0	
254			T	RG	P	0002					60 A n+1	en P2 (puis n)
255			R	AG		8002			00 B 0000	0 0		
256			A	AG	M	ULOZ			19 B Z		19 0000 Z	
257			A	AD	C	TRL				0 01		
258			A	AD	0	01				0...0 1+1		
259			E	DI		8003	R	EUN3			19 B Z	
260	R	EUN3	S	BI	P	0003					19 B 1+1	en P3 (puis n+1)
261			R	AG	C	TRL			0 ... 01	0 0		
262			A	AG	G	NARM			44 ARETM 1		44 ARETM 0000	
263			T	RG	W	0002					44 ARETM 1	en W2 (puis 1+1)
264			A	AD	C	0006				00 C N		

.../...

265			A	AD	T	D00				20 C N	20 0	
266			T	RD	W	0001	V	APF2			20 C N	en W1 (puis 1)

- Cette partie débute par l'utilisation de 00 A n+1 placé dans l'accumulateur gauche, puis prépare l'ordre qui sera différent de celui formé pour la multiplication avec décalage.

  En REUN3, comme nous le verrons plus loin, les parties relatives aux ordres 03 et 05 se rejoignent.

- La mémoire MULOZ = 1402 (n° 421) contient la constante 19 0000 Z = 19 0000 1939. Cette constante a été formée pour la multiplication avec index, comme nous le verrons au paragraphe X - E - 2 - d - ε -. Dans le cas présent, l'adresse "instruction suivante" est ignorée.

- La mémoire GNARM = 1590 (n° 434) contient 44 ARETM 0000 = 44 1936 0000 (voir X - E - 2 - C - α).

η) P' = 5 : multiplication avec décalage (sans index).

267	X	0005	A	AG	R	G00			00 A n+1 / 60 A n+1	00 B 0000		
268			T	RG	P	0002					60 A n+1	en P2 (puis n)
269			R	AG		8002			00 B 0000	0 0		
270			A	AD	P	0001				00 n 0002		
271			A	AD	0	01				00 n 0003	0 01	
272			T	RD	P	0001					00 n 0003	en P1 (mot 1)

.../...

273		A AD	0 120		00 B 0000	00 n+2 0003	00 0002 0000	
274		A AD	C TRL			00 n+2 1+3		
275		S AD	0 02			00 n+2 1+1	0 02	
276		E DI	E D2GC				69 xxxx GC	
277		S BF	E D2GC	8001			69 n+2 GC	en ED2GC = 1419
	(8001)	E DI	n+2	G C			3x 000m Z	(Z = 1939)
278	G C	S BI	P 0004				3x 000m 1+1	en P4 (puis n+2)
279		A AG	M ULOZ		19 B Z			
280		E DI	8003				19 B Z	
281		D AD	0004	R EUN3	0000 x .... x 00 n+2		19 B Z	
260	(R EUN3)	S BI	P 0003				19 B n+2	en P3 (puis n+1)

- Cette branche débute par l'utilisation de 00 A n+1. Puis le mot 1 de la 1ère carte à perforer, qui est 00 n 0003 et non plus 00 n 0002, est envoyé en P 0001 = 1977. Ensuite le mot 00 n+2 1 + 1 est formé dans l'accumulateur droit ; il servira à construire 3 instructions. La 1ère de ces instructions est celle qui va chercher l'ordre de décalage contenu en n + 2. Cet ordre a la forme : 3x 000m 1939. Par un SBI, on le transforme en 3x 000m 1+1 et on l'envoie en P0004 = 1980 pour qu'il se perfore en mot 4 de la 1ère carte. Lorsque le programme arrive à REUN3 = 1540 (n° 260), l'instruction 19 B Z est prête dans le distributeur et n + 2 est en position d'adresse instruction suivante dans l'accumulateur droit. L'ordre REUN3 forme ainsi l'ordre 19 B n+2 et l'envoie en P0003 = 1979. Le programme se poursuit comme pour la multiplication sans index.

.../...

- Les ordres n° 273 et 275 pourraient être réunis en un seul qui ajouterait la constante 00 0001 9998. Mais l'économie d'une ou deux mémoires n'a aucune importance en autoprogrammation.
- La mémoire ED2GC = 1419 (n° 433) contient la constante 69 0002 GC = 69 0002 1700. En fait l'adresse facteur est modifiée mais n'a aucune importance.

θ) P' = 4 : Division sans décalage (sans index) :

282	X 0004	A AD	D R00		00 A n+1	00 B 0000		
283		A AD	C TRL			64 B 0000	640 0	
284		T RD	P 0003			64 B 1		
285		A AG	R D00		65 A n+1		64 B 1	en P3 (puis n+1)
286		T RG	P 0002	R EUN4			650 0	
287	R EUN4	R AG	T D00	A SDIV	20 0		65 A n + 1	en P2 (puis n)
251	(A SDIV)	A AG	C 0006		20 C N			
252	( )	T RG	W 0001	V APF1			00 C N	
							20 C N	en W1 (puis 1)

- Le programme rejoint les branches relatives à l'addition et à la soustraction en ASDIV = 1745 (n° 251).

λ) P' = 6 : Division avec décalage (sans index) :

288	X 0006	A AD	D R00		00 A n+1	00 B 0000		
289		A AD	C TRL			64 B 0000	640 0	
290		S AD	8002			64 B 1		
291		T DI	P 0003			0 0	64 B 1	
292		A AD	P 0001				64 B 1	en P3 (puis n+1)
293		A AD	0 01			00 n 0002		
						00 n 0003	0.....0 1	

.../...

294		T RD	P 0001		00 A n+1	00 n 0003	00 n 0003	en P1 (mot 1)
295		A AD	0 20			00 n+2 0003	00 0002 0000	
296		E DI	E DOGD				69 xxxx GD	
297		S BF	E DOGD				69 n+2 GD	en EDOGD = 1354
298		R AD	8003	E DOGD	0 0	00 A n+1		
	(EDOGD)	E DI	n + 2	G D			3x 000m 1991	
299	GD	S BI	P 0004				3x 000m n+1	en P4 (puis n+2)
300		A AD	R D01			65 A n+2	65 0000 0001	
301		T RD	P 0002	R EUN4			65 A n+2	en P2 (puis n)
287	(REUN4)	R AG	T D00	A SDIV	20.... 0	0.....0		
251	(ASDIV)	A AG	C 0006		20 C N		00 C N	
252	( )	T RG	W 0001	V APF1			20 C N	en W1 (puis 1)

- L'ordre n° 294 envoie en P0001 le nouveau mot 1 de la 1ère carte à perforer, c'est-à-dire 00 n 0003 et non plus 00 n 0002.
- La mémoire ED0GD = 1354 (n° 436) contient 69 0000 GD = 69 0000 1651. En fait l'adresse facteur est modifiée mais n'a aucune importance. L'ordre 69 n+2 GD envoyé dans cette mémoire par l'ordre n° 297 sert à amener dans le distributeur l'ordre de décalage, qui est en n+2.
- La mémoire RD01 = 1701 (n° 437) contient 65 0000 0001.
- Pour la formation de 20 C N, cette branche rejoint celle relative à la division sans décalage à l'instruction REUN4 = 1686 (n° 287).

M) P' = 7 : Test SI (non indexé) :

302	X 0007	A AD	C 0001		00 A n+1	00 B 0000		
303		A AD	4 400			00 B A		
304		T RD	W 0001			44 B A	440 0	
							44 B A	en W1 (puis 1)

.../...

305		R AD	M EMN		0 0	00 n 0000		
306		D AG	0002			n 00 0000		
307		A AG	C 0003		0 ....0 C	n 00 0000		
308		A AD	M EMNN		0 ....0 C	n 00 N		
309		D AG	0004		00 C n	00 N 0000		
316		A AG	R G01		60 C n+1		60 0000 0001	
311		A AD	C TRL			00 N 1		
312		A AD	4 600			46 N 1	46 0000 0000	
313		T RD	P 0003	T GP21			46 N 1	en P3 (puis n+1)
	(T GP21)	T RG	P 0002	V APF1			60 C n+1	en P2 (puis n)

- Cette partie n'utilise pas le mot 00 A n+1 .
- La mémoire 4400 = 1476 (n° 208) contient 44 0000 0000.
- La mémoire RG01 = 1510 (n° 446) contient 60 0000 0001.
- La mémoire 4600 = 1655 (n° 314) contient 46 0000 0000.
- L'ordre TGP21 = 1552 (n° 530) a été créé pour la partie relative à l'ordre de service - 03 U V.

N) P' = 8 : test SD (non indexé)

Cet ordre est le seul ordre à 2 mémoires qui ne provoque la perforation que d'une seule carte. La partie d'autoprogrammation qui lui est relative se termine par l'envoi à VAPFØ = 1759 (n° 497) qui dirige vers FINPF = 1436 (n° 88) sans passer par PERFØ = 1400 (n° 72) : voir l'organigramme général.

.../...

315	X 0008	A AD	M EMNN		00 A n+1	00 B 0000 00 000B N		B = 000B
316		D AG	0004		xx n+1 0000	0B N 0000		
317		A AD	C 0001			0B N A		
318		A AD	9 00			9B N A	90 0	
319		T RD	P 0003				9B N A	on P3 (puis n+1)
320		R AD	M EMN		0 0	00 n 0000		
321		D AG	0002			n 00 0000		
322		A AG	C 0003		00 0000 C	n 00 0000		
323		D AD	0006			00 C n		
324		A AD		V APFØ		69 C n+1	69 0000 0001	
325		69	0000	0001				
497	V APFØ	T RD	P 0002	F INPF			69 C n+1	en P2 (puis n)

- La mémoire "900" = 1526 (n° 218) contient 90.....0.

X - E - 2 - d -) Opérations en virgule fixe et tests, indexés.

Cette partie débute en IND1 = 1479 (n° 136).

d) Programmes en langage machine élaborés par l'autoprogrammation.

Ces programmes, à l'exception de ceux relatifs aux ordres 07 et 08, constituent tous des entrées dans le sous-programme d'indexage commençant à Δ_i = 1807 (voir X - A - 1). Ils comportent tous :

en n : RAD n + 1 Δ_i

en n+1 : 6O 1 Δ_i + 13

en 1 : io 000j 000k

en 1+1 : l'ordre à indexer par k

en 1+2 : l'ordre à indexer par j

en 1+3 : l'ordre à indexer par i

.../...

A la sortie du sous-programme d'indexage, c'est l'ordre qui était placé en 1 + 3 qui, indexé, sera exécuté le 1er ; l'ordre placé en 1 + 2, indexé, se trouve alors en W 0001 = 1991 et l'ordre en 1 + 1 se trouve alors en W 0002 = 1992.

- Addition (01) :

n	RAD	n+1	Δ_i	
n+1	60	1	Δ_i + 13	
1	io	000j	000k	
1+1	TRG	C	N	ira en W0002
1+2	AAG	B	W0002	ira en W0001
1+3	RAG	A	W0001	

- Soustraction (02) :

Ordres communs en n, n+1, 1				
1+1	TRG	C	N	ira en W0002
1+2	SAG	B	W0002	ira en W0001
1+3	RAG	A	W0001	

- Multiplication sans décalage (03) :

Ordres communs en n, n+1, 1				
1+1	TRD	C	N	ira en W0002
1+2	MUL	B	Z	ira en W0001
1+3	RAG	A	W0001	

... ...

.../...

En Z = 1939 se trouve à poste fixe pour l'exécution en langage machine l'ordre de test : GNN ARETM W 0002 = 44 1936 1992. L'ordre des instructions en langage machine exécutées à la sortie du sous-programme d'indexage est donc :

	RAG	A'	W0001
W0001	MUL	B'	Z
Z	GNN	ARETM	W0002
W0002	TRD	C'	N

- Multiplication avec décalage (05) :

Ordres communs en n, n+1, 1				
1+1	TRD	C	N	ira en W0002
1+2	MUL	B	n + 2	ira en W0001
1+3	RAG	A	W0001	
n+2	3 x	000m	Z	Z = 1939

Les mots formés sont identiques à ceux relatifs à l'ordre 03 à l'exception des parties soulignées.

L'ordre d'exécution des instructions à la sortie du sous-programme d'indexage sera :

	RAG	A'	W0001	
W0001	MUL	B'	n + 2	
n + 2	3x	000m	Z	Décalage sur le produit
Z	GNN	ARETM	W0002	Z = 1939
W0002	TRD	C'	N	

.../...

- Division sans décalage (04) :

Ordres communs en n, n+1, 1				
1+1	TRD	C	N	ira en W0002
1+2	DRR	B	W0002	ira en W0001
1+3	RAD	A	W0001	...

- Division avec décalage (06) :

Ordres communs en n, n+1, 1				
1+1	TRD	C	N	ira en W0002
1+2	DRR	B	W0002	ira en W0001
1+3	RAD	A	n + 2	
n+2	3 x	000m	W0001	W0001 = 1991

Les mots formés sont identiques à ceux relatifs à l'ordre 04, à l'exception des parties soulignées.

L'ordre d'exécution des instructions à la sortie du sous-programme d'indexage sera :

	RAD	A'	n + 2	
n+2	3 x	000m	W0001	décalage sur le dividende
W0001	DRR	B'	W0002	
W0002	TRD	C'	N	

- Test SI (07) :

L'indexage du test SI ne se fait pas par le sous-programme d'indexage. Pour cet ordre en effet, les adresses A, B et C, dans les instructions en langage machine à exécuter, ont une disposition qui n'est compatible avec aucune des 3 parties du sous-programme d'indexage existant. Il faudrait donc probablement créer une 4ème partie pour le sous-programme d'indexage.

... ...

.../...

Il a été décidé que, pour simplifier l'indexage, seule l'adresse C serait indexable ; ainsi le programme d'indexage de l'ordre 07 est assez simple pour être obtenu par autoperforation. Les cartes perforées sont :

n	RAG	CTRk	n+1	0 ... 0 (CTRk)	0 0	
n + 1	DAG	0004	1	00 (CTRk) 0000		
1	AAG	1 + 1	8003	60 C' 1 + 2		60 C 1+2
1 + 1	60	C	1 + 2			
(8003)	RAG	C'	1 + 2	(C')	0 0	
1 + 2	ANG	N	1 + 3			
1 + 3	GNN	B	A			

Voir la remarque relative au test SI au paragraphe X - E - 2 - C - α -

- Test SD (08) :

Le cas de ce test est analogue à celui du test SI. C'est également l'autoprogrammation qui fournit le programme d'indexage, simplifié par le fait que seul C est indexable.

Les cartes obtenues par l'autoperforation sont :

n	RAG	CTRk	n + 1	0 ... 0 (CTRk)	0 0	
n + 1	DAG	0004	1	00 (CTRk) 0000		
1	AAG	1 + 1	8003	69 C' 1 + 2		
1 + 1	69	C	1 + 2			
(8003)	EDI	C'	1 + 2			(C')
1 + 2	SDE	N	A			

Voir la remarque relative au test SD au paragraphe X - E - 2 - C - α -

.../...

β) Partie commune aux ordres 0P' indexés :

Cette partie débute à l'instruction IND1 = 1479 (n° 136). Elle est en grande partie inutile pour les ordres 07 et 08, mais n'est pas nuisible car elle n'allonge qu'extrêmement peu, ou pas, l'autoprogrammation de ces ordres. Elle forme les 3 instructions communes aux ordres 01, 02, ... 06. De plus, elle construit l'aiguillage "aller à F000P' = 1846 + P'".

						i0000j000k	0 .... 0P'	
136	IND1	AAD	CTE2				0 ... 0 F000P'	0 ... 0F0000	
137		TRD	W 0004					0 ... 0F000P'	en W4 = 1994
138		TRG	W 0001					i0000j000k	en W1 (puis 1)
139		RAD	C TRL			0 0	0 01		
140		D AG	0004				00 1 0000		
141		AAD	D 0052				00 1 Δ_i	0 ..... 0 Δ_i	
142		A AG	8001			0 ... 0 Δ_i			
143		AAG	M EMN			00 n Δ_i			
144		A AG	R D10			65 n+1 Δ_i		65 0001 0000	
145		TRG	P 0002					65 n+1 Δ_i	en P2 (puis n)
146		A AD	6013				60 1 Δ_i+13	60 0000 0013	
147		TRD	P 0003					60 1 Δ_i + 13	en P3 (puis n+1)
148		R AD	C 0002	W 0004		0 0	00 B 0000		
	(W 0004)	SØP	0000	F 000P'					

- C'est en D0052 = DEL + 62 = 1875 + 62 = 1937 que se trouve, pendant l'autoprogrammation, le facteur de translation du sous-programme d'indexage : Δ_i = 1807 (voir X - A).
- La mémoire CTE2 = 1532 (n°413) contient 00 0000 F 0000 = 00 0000 1846.
- La mémoire RD10 = 1560 (n° 415) contient 65 0001 0000.
- La mémoire 6013 = 1484 (n° 416) contient 60 0000 0013.

.../...

γ) P' = 1 : Addition en virgule fixe (avec index) :

Cette partie débute par le seul ordre qui soit différent de ceux de la partie "soustraction", c'est-à-dire la formation de 10 B W0002.

49	F 0001	A AD	A GOW2	A DSØ1	0 0	00 B 0000			
51	A DSØ1	T RD	W 0003			10 B W2	10 0000 W2		
52		R AD	C 0001		0 0	0 .... 0A	10 B W2		en W3 (puis 1 + 2)
53		D AG	0004			00 A 0000			
54		A AD	R GOW1			60 A W1	60 0000 W1		
55		T RD	P 0005				60 A W1		en P5 (puis 1 + 3)
56		A AG	T GOO	A SMU1	210 ... 0		210 0		
57	A SMU1	A AG	C 0006		21 C N		00 C N		
58		T RG	W 0002	V APF4			21 C N		en W2 (puis 1 + 1)

- La mémoire AG0W2 = 1450 (n° 417) contient 10 0000 W0002 = 10 0000 1992.
- La mémoire RG0W1 = 1536 (n° 420) contient 60 0000 W0001 = 60 0000 1991.
- La mémoire TGOO = 1588 (n° 419) contient 21 0000 0000.

δ) P' = 2 : Soustraction en virgule fixe (avec index).

Cette partie est identique à la précédente, à part la 1ère instruction.
La seule instruction particulière est :

50	F 0002	A AD	S GOW2	A DSØ1	0 0	00 B 0000 11 B W2	11 0000 W2

- C'est 11 B W0002 au lieu de 10 B W0002 qui est envoyé en W0003 = 1993 par l'ordre ADSØ1 = 1455 (n° 151).
- La mémoire SG0W2 = 1401 (n° 418) contient 11 0000 W0002 = 11 0000 1992.

.../...

ε) P' = 3 : multiplication sans décalage (avec index)

159	F 0003	A AD	M ULOZ		0 0	00 B 0000 19 B Z	19 0000 Z		
160		T RD	W 0003	R EUN1			19 B Z		en W 3 (puis 1 + 2)
161	R EUN1	R AG	C 0001		0 .... 0 A	0 0			
162		D AG	0004		00 A 0000				
163		A AG	R GOW1	M UDI1	60 A W 1		60 0000 W1		
164	M UDI1	T RG	P 0005				60 A W1		en P 5 (puis 1 + 3)
165		R AG	T DOO	A SMU1	20 0	0 0			
157	(A SMU1)	A AG	C 0006		20 C N		00 C N		
158	( )	T RG	W 0002	V APF4			20 C N		en W 2 (puis 1 + 1)

- Cette partie commence par la formation de l'instruction 19 B Z = 19 B 1939 qui n'est pas utile pour l'ordre de multiplication avec décalage. A partir de l'instruction REUN 1 = 1596 (n°161), le programme est valable à la fois pour les 2 ordres de multiplication, 03 et 05. A partir de MUDI 1 = 1691 (n°164), le programme est valable à la fois pour les 2 ordres de multiplication et les 2 ordres de division. A partir de ASMU 1 = 1593 (n° 157), ce programme rejoint celui relatff à l'addition et la soustraction. Ces recoupements sont aisés parce que tous les ordres d'opérations en virgule fixe indexés provoquent la perforation d'une 2ème carte ayant le même nombre q = 4 de mots en plus du mot 1 (ces mots se chargeront en 1, 1 + 1, 1 + 2, L+ 3).
- La mémoire MULOZ = 1402 (n° 421) contient 19 0000 Z = 19 0000 1939. (voir X - E - 2 - d - α)

.../...

η) P' = 5 : multiplication avec décalage (avec index)

66	F 0005	A AD	M ULOZ		0..... 0	00 B 0000			
67		T RD	W 0003			19 B Z	19 0000 Z		
68		R AD	P 0001				19 B Z	en W3	
69		A AD	O 01		.....	00 n 0002			
70		T RD	P 0001			00 n 0003	0..... 01		
71		D AG	0004				00 n 0003	en P1 (mot 1)	
72		A AD	O 02			0..... On			
73		E DI	W 0003			0 .. On+2	0 02		
74		S BI	W 0003				19 B Z		
75		D AG	0004				19 B n+2	en W3 (puis 1+2)	
76		A AD	E DOGA	8002		00 n+2 0000			
	(8002)	E DI	n+2	G A		69 n+2 GA	69 0000 GA		
77	G A	T DI	P 0004	R EUN1			3x 000m Z	Z = 1939	
							3x 000m Z	en P4 (puis n+2)	

- Ce programme commence par utiliser B qui se trouve dans l'accumulateur droit pour former l'ordre 19 B Z qui sera transformé plus loin. Ensuite, le nouveau mot 1 de la 1ère carte à perforer est formé : 00 n 0003. Le n qui se trouve en 0002 est utilisé pour former l'ordre 19 B n + 2 ainsi que l'ordre 69 n + 2 GA destiné à aller chercher l'ordre de décalage pour l'envoyer en P 0004 = 1980 (afin qu'il soit, pour l'exécution en langage machine, placé en n + 2). En REUN 1 = 1596 (n° 161), ce programme rejoint la branche relative à l'ordre de multiplication sans décalage, 03.
- La mémoire EDOGA = 1610 (n° 423) contient 69 0000 1500.

.../...

θ) P' = 4 : division sans décalage (avec index)

178	F 0004	A AD	D ROW2		0 0	00 B 0000			
179		T RD	W 0003			64 B W2	64 0000 W2		
180		R AG	C 0001				64 B W2	en W3 (puis 1+2)	
181		D AG	0004		0 ..... 0A	0 0			
182		A AG	O OW1	R EUN2	00 A 0000				
183	R EUN2	A AG	R D00	M UDI1	00 A W1		0 ... 0 W1		
164	(M UDI1)	T RG	P 0005		65 A W1		650 0		
							65 A W1	en P5 (puis 1+3)	

- En REUN2 = 1791 (n° 183) les programmes relatifs aux divisions 04 et 06 se rejoignent.
- En MUDI1 = 1691 (n° 164), ce programme rejoint celui relatif aux 2 ordres de multiplication, pour la formation de 2C C N et son envoi en W 0002.
- La mémoire DROW2 = 1453 (n° 425) contient 64 0000 W0002 = 64 0000 1992
- La mémoire RD00 = 1794 (n° 429) contient 65 0000 0000.

λ) P' = 6 : division avec décalage (avec index)

184	F 0006	A AD	D ROW2		0.....0	00 B 0000			
185		T RD	W 0003			64 B W2	64 0000 W2		
186		R AD	P 0001				64 B W2	en W3 (puis 1 + 2)	
187		A AD	O 01		0.....0	00 n 0002			
188		T RD	P 0001			00 n 0003	0.....01		
189		A AD	O 20				00 n 0003	en P1 (mot 1)	
						00 n+2 0003			

.../...

190		E	DI	E	DOGB		0.....0	00 n+2 0003	69 xxxx GB	
191		S	BF	E	DOGB	8001			69 n+2 GB	en EDOGB = 1392
	(8001)	E	DI		n + 2	G B			3x 000m W1	W1 = 1991
192	G B	T	DI	P	0004				3x 000m W1	en P4 (puis n+2)
193		D	AD		0004			0....0 m+2		
194		D	AG		0006			n+2 000000		
195		A	AG	C	0001		0.....0 A			
196		D	AG		0004	R EUN2	00 A n+2	0.....0		
183	(R EUN2)	A	AG	R	D00	M UDI1	65 A n+2		650.....0	
164	(M UDI1)	T	RG	P	0005				65 A n+2	en P5 (puis 1+3)

- La 1ère instruction formée est 64 B W 0002 = 64 B 1992. Cette instruction pourrait être formée dans une partie commune aux 2 ordres de division, mais il est plus simple d'utiliser dès le début le mot 00 B 0000 qui est dans l'accumulateur. C'est ensuite le nouveau mot 1 de la 1ère carte qui est formé, puis l'ordre 69 n + 2 GB = 69 n + 2 1550 allant chercher l'ordre de décalage 3x 000m 1991. L'adresse n + 2 sert aussi à former le mot 65 A n + 2. En REUN2 = 1791 (n° 183) ce programme rejoint celui relatif à la division sans décalage.
- La mémoire EDOGB = 1392 (n° 428) contient 69 0000 GB = 69 0000 1550. En fait, l'adresse facteur est modifiée mais n'a aucune importance.

.../...

٣) P' = 7 : test SI (avec index)

							0.....0	00 B 0000		
197	F 0007	A	AD	C	0001			00 B A		
198		A	AD	4	400			44 B A	440.....0	
199		T	RD	P	0005				44 B A	en P5 (puis 1+3)
200		R	AD	M	EMNN		0.....0	0.....0 N		
201		A	AG	C	0003		0.....0 C			
202		D	AG		0004		00 C 0000	00 N 0000		
203		A	AG	R	G00		60 C 0000		60.....0	
204		A	AD	C	TRL			00 N 1		
205		A	AD	4	603			46 N 1+3	46 0000 0003	
206		E	DI			F 7F8			20 W1 VAPF4	
207			20	W	0001	V APF4				
219	F 7F8	T	DI	W	0005				20 W1 VAPF4	en W5 = 1995
220		T	RD	W	0003				46 N 1+3	en W3 (puis 1+2)
221		A	AG	C	TRL		60 C 1			
222		A	AG	0	02		60 C 1+2			
223		T	RG	W	0002				60 C 1+2	en W2 (puis 1+1)
224		R	AD	M	EMN		0.....0	00 n 0000		
225		D	AG		0002			n 00 0000		
226		A	AG	C	0005		0.....0 k	n 0.....0		
227		A	AD	C	TRL		0.....0 k	n 00 1		
228		E	DI	D	AG4				35 0004 xxxx	
229		S	BI	P	0003	D AG4			35 0004 1	en P3 (puis n+1)
230	D AG4	D	AG		0004		00 k n	00 1 0000		
231		A	AG	R	G01		60 CTRk n+1		60 C0000 0001	= 60 1967 0001
232		T	RG	P	0002				60 CTRk n+1	en P2 (puis n)
233		A	AD			W 0005		10 1+1 8003		
234			10		0001	8003				
	(W 0005)	T	RD	W	0001	V APF4			10 1+1 8003	en W1 (puis 1)

.../...

- La 1ère partie de ce programme (jusqu'à F7F8) comporte la construction des mots qui sont utiles pour l'ordre 07 mais pas pour l'ordre 08.
- La 2ème partie (à partir de F7F8) est commune aux ordres 07 et 08. Elle envoie à leur place certains des mots construits par la 1ère partie et fabrique les mots utiles à la fois pour les deux tests (SI et SD). Elle est construite en forme de sous-programme : il faut placer une instruction de sortie dans le distributeur avant d'arriver en F7F8 = 1503 (n° 219).
- Il vaut mieux faire exécuter le plus de choses possibles par la partie commune. C'est pour cela que 46 N 1+ 3 est encore dans l'accumulateur lorsqu'on arrive en F7F8 et que le mot 60 C 0000, est complété par cette partie commune.
- L'ordre F7F8 = 1503 (n° 219) envoie l'instruction de sortie en W 0005 = 1995
- k est placé en C0005 = 1972 par la partie commune aux ordres à 2 mémoires (ordre n° 67).
- Pour former le mot 35 0004 1 par un SBI, la machine a besoin d'entrer dans le distributeur (instruction n° 228) n'importe quel mot commençant par 35 0004, par exemple le mot contenu en DAG 4 = 1743 (n° 230). L'instruction DAG 4 n'est pas modifiée.
- La mémoire "4400" = 1476 (n° 208) contient 44 0000 0000.
- La mémoire "4603" = 1442 (n° 209) contient 46 0000 0003.
- La mémoire RGC01 = 1406 (n° 235 contient 60 C0000 0001 = 60 1967 0001. C 0000 = 1967 est l'adresse du registre d'index n° C : CTR0.

.../...

ν) P' = 8 : test SD (avec index)

							0 0	00 B 0000		
210	F	0008	A	AD	M	EMNN			00 000B N		
211			A	AG	C	0003		0 . . . . 0 C			
212			D	AG		0004		00 C 0000	0B N 0000		
213			A	AG	6	9		69 C 0000		690 0	
214			A	AD	C	0001			0B N A		
215			A	AD	9	00			9B N A	90 0	
216			E	DI			F	7F8		20 W1 VAPF3	
217				20	W	0001	V	APF3			
219	(F | 7F8)	T	DI	W	0005				20 W1 VAPF3	en W5 = 1995
220	(	)	T	RD	W	0003				9B N A	en W3 (puis 1 + 2)
221	(	)	A	AG	C	TRL		69 C 1			
222	(' |)	A	AG	0	02		69 C 1+2			
223	(! |)	T	RG	W	0002				69 C 1+2	en W2 (puis 1 + 1)

- La mémoire 69 = 1594 (n° 407) contient 69 0000 0000
- La mémoire 900 = 1526 (n° 213) contient 900000 0000
- Ce programme rejoint celui relatif au test SI en F7F8 = 1503 (n° 219). Voir le paragraphe ci-dessus, relatif à l'ordre 07.
- L'ordre de sortie envoyé en W 0005 = 1995 est ici 20 W 0001 VAPF3 et non 20 W0001 VAPF4 comme pour l'ordre 07. En effet la 2ème carte à perforer ne doit porter que q = 3 mots en plus du mot 1.

.../...

X - E - 3) P = 1, 2, 3, 4, 5 : sous-programmes à 3 adresses.

Le facteur de translation $\Delta_{pp'}$ de chaque sous-programme à 3 adresses doit figurer dans la mémoire DEL + PP' = 1875 + PP' = D 00PP' - 0010 au moment de l'autoprogrammation. Ainsi, pendant l'autoprogrammation, les facteurs de translations doivent être enregistrés mais pas les sous-programmes, tandis qu'en exécution en langage machine, les sous-programmes doivent être enregistrés mais pas leurs facteurs de translation.

Pour les ordres d'entrée dans les sous-programmes à 3 adresses non indexés, l'autoprogrammation fournit le programme suivant (voir la normalisation au paragraphe VII - C - 3) :

n	RAD	1	n + 1	0.....0	00 A B	
n + 1	EDI	1 + 1	$\Delta_{pp'}$			20 C N
1	00	A	B			
1 + 1	20	C	N			

Pour ces mêmes ordres indexés, comme il est noté au paragraphe X - A - 3, l'autoprogrammation fournit le programme :

n	RAD	n + 1	Δ_i + 48
n + 1	60	1	$\Delta_{pp'}$
1	i0	000j	000k
1 + 1	00	A	B
1 + 2	20	C	N

.../...

Comme en logique extérieure, les branches relatives à P = 1, 2, 3, 4, 5 se rejoignent aussitôt. Les mémoires G 0001 = 1857, G 0002 = 1858,....., G 0005 = 1861 contiennent le même mot ; ce mot est la 1ère instruction de la partie propre aux sous-programmes à 3 adresses. Cette partie débute par un morceau de programme commun aux ordres indexés et non indexés.

359	G 0001	R AD	C 0002	S UITG					
360	G 0002	R AD	C 0002	S UITG					
	:								
363	G 0005	R AD	C 0002	S UITG	0.....0	00 B 0000			
364	S UITG	D AG	0002			B 00 0000			
365		A AG	C 0001		0....0 A				
366		D AG	0004		00 A B	0.....0			
367		T RG	W 0001				00 A B		en W1 (puis 1 si i = j = k = 0)
368		R AD	P PPRI		0..... 0	0.... OPP'			
369		D AG	0004			00 00PP'0000			
370		A AD	E DDEL			69 D00PP' HA	69 D0000 HA		
371		S AD	O DIXO	8002		69 DEL+PP'HA	00 0010 0000		
	8C02	E DI	DEL+PP'	H A			0.....0 $\Delta_{pp'}$		
372	H A	T DI	W 0004				0.....0 $\Delta_{pp'}$		en W4
373		R AD	C 0006		0.....0	00 C N			
374		A AD	T D00			20 C N	20.....0		
375		A AG	C 0004		i0.....0				
376		A AG	C 0005		i0000j000k		00000j000k		
377		G NN	I ND3A	N IN3A					index ?

.../...

378	I	IND3A	E	DI	W	0001		i0 000j 000k	20 C N	00 A B	
379			T	DI	W	0002				00 A B	en W2 (puis 1 + 1)
380			T	RG	W	0001				i0000j 000k	en W1 (puis 1)
381			T	RD	W	0003				20 C N	en W3 (puis 1 + 2)
382			R	AG	C	TRL		0.....0 1	0.....0		
383			D	AG		0004		00 1 0000			
384			A	AG	W	0004		00 1 $\Delta_{pp'}$		0....0 $\Delta_{pp'}$	
385			A	AG	R	G00		60 1 $\Delta_{pp'}$		60.....0	
386			A	AD	D	0052			0.....0 Δ_i		
387			A	AD	M	EMY			0....0 Δ_i+48	0.....048	
388			A	AD	M	EMN			00 n Δ_i+48		
389			A	AD	R	D10			65 n+1 Δ_i+48	65 0001 0000	
390			T	RD	P	0002	T	GP33		65 n+1 Δ_i+48	en P2 (puis n)
391	T	GP33	T	RG	P	0003	V	APF3		60 1 $\Delta_{pp'}$	en P3 (puis n + 1)
392	N	IN3A	T	RD	W	0002		0.....0	20 C N	20 C N	en W2 (puis 1 + 1)
393			R	AD	M	EMN		0.....0	00 n 0000		
394			D	AG		0002			n 00 0000		
395			A	AG	C	TRL		0.....0 1		0.....0 1	
396			A	AD		8001			n 00 1		
397			D	AG		0004		00 1 n	00 1 0000		
398			A	AG	R	D01		65 1 n+1		65 0000 0001	
399			T	RG	P	0002				65 1 n+1	en P2 (puis n)
400			A	AD	W	0004			00 1 $\Delta_{pp'}$	0.....0 $\Delta_{pp'}$	
401			A	AD	E	D10	T	DP32	69 1+1 $\Delta_{pp'}$	69 0001 0000	
458	(T | DP32)	T	RD	P	0003	V	APF2		69 1+1 $\Delta_{pp'}$	en P3 (puis n + 1)

.../...

- La partie commune forme le mot 00 A B qu'elle envoie en réserve en W 0001 = 1991. Pour les ordres non indexés, ce mot restera en W 0001 où il est bien placé ; pour les ordres indexés, il sera envoyé en W 0002. La partie commune a aussi pour rôle d'aller chercher le facteur de translation du sous-programme. Pour cela, elle forme l'ordre 69 DEL + PP' HA = 69 (D00PP' - 0010) HA, puis l'exécute. La mémoire EDDEL = 1730 (n° 448) contient 69 D0000 H A = 69 1885 1656. Le facteur de translation $\Delta_{pp'}$ est envoyé en W 0004 = 1994 pour être mis en réserve. Ensuite, la partie commune forme 20 C N puis i0 000j 000k qui est testé pour savoir si l'ordre est indexé. S'il est indexé, le programme est aiguillé en IND3A = 1806 (n° 378) Pour former l'adresse Δ_i + 48, la machine va chercher Δ_i en D 0052 = DEL + 62 = 1875 + 62 = 1937 (voir X - A) et lui ajoute 00 0000 0048 placé dans la mémoire MEMY = 1414 (n° 440). Si l'ordre n'est pas indexé, le programme est aiguillé en NIN3A = 1660 (n° 392). L'ordre TDP 32 = 1805 (n° 350) qui termine cette branche est utilisé aussi pour les ordres indexés d'entrée dans les sous - programmes à 2 adresses.

X - E - 4) P = 9 : bouclage :

Le rôle de l'autoprogrammation pour un ordre de bouclage est de construire des instructions qui, lors de l'exécution en langage machine du programme, permettront d'entrer dans le sous-programme de bouclage. Après la perforation de ces cartes, l'instruction suivante est prise en N.

.../...

Le sous-programme de bouclage figure à poste fixe dans les paquets verts à joindre aux cartes autoperforées. Son facteur de translation a été fixé à 1751 pour l'exécution en langage machine. Pendant l'autoprogrammation, ce facteur est placé sous forme 00 0000 Δ_{bou} dans la mémoire D 0051 = DEL + 61 = 1875 + 61 = 1936.

a) Instructions produites par l'autoprogrammation :

n	RAG	l	l+1
n + 1	00	0000	H
l	69	l + 1	Δ_{bou}
l + 1	EDI	n + 1	Δ_{bou}
l + 2	00	C	N
l + 3	0α	CTRi	B

Ce morceau de programme était primitivement plus simple. Il était de la forme :

n	RAG	n + 1	8003
n + 1	69	l	Δ_{bou}
l	00	0000	H
l + 1	00	C	N
l + 2	0α	CTRi	B

Mais cette forme ne se prêtait pas à la modification de bouclage. En effet pour que H puisse être modifié par un ordre de modification de bouclage, il faut que cet ordre puisse "savoir" où est H. Or, en programmant, on ne peut pas connaître la valeur de l qui sera attribuée à l'ordre de bouclage à modifier. Il fallait donc que H soit en n ou en n + 1. Mais n doit contenir le 1er ordre à exécuter pour le bouclage. Donc H ne pouvait être mis

.../...

qu'en n + 1. C'est ainsi que la 1ère forme de programme a été adoptée.

b) Autoprogrammation de l'ordre de bouclage 9i N α H OB OC

108	G	0009	RAG	CTRL		0.....01	0.....0	0.....01	
109			DAG	0004		00 l 0000			
110			AAG	8001		00 l l			
111			AAG	RG01		60 l l+1		60 0000 0001	
112			TRG	P 0002				60 l l+1	en P2 (puis n)
113			AAD	MEMN			00 n 0000		
114			AAD	D 0051			00 n Δ_{bou}	0....0 Δ_{bou}	
115			AAD	E D10			69 n+1 Δ_{bou}	69 0001 0000	
116			TRD	W 0002				69 n+1 Δ_{bou}	en W2 (puis l + 1)
117			DAD	0006		000000xxxx	xx l+1 xxxx		
118			SBF	W 0001				69 l+1 Δ_{bou}	en W1 (puis l)
119			EDI	C 0006				00 C N	
120			TDI	W 0003				00 C N	en W3 (puis l + 2)
121			RAG	P PPRI		0.....09i	0.....0		
122			DAD	0002		0.....0	9i 0.....0		
123			AAD	C 0002			9i B 0000	00 B 0000	
124			DAD	0003			0009i B 0		
125			AAD	C 0004			α 009i B 0	α0.....0	
126			DAD	0001			0 α 009i B		
127			AAD	M CTR0			0 α CTRi B	00 1877 0000	
128			TRD	P 0005				0 α CTRi B	en P5 (puis l + 3)
129			EDI	C 0001				0.....0 H	
130			TDI	P 0003	V	APF4		0.....0 H	en P3 (puis n + 1)

.../...

- Comme il est indiqué au paragraphe X - E - 4, la mémoire D 0051 = DEL + 61 = 1875 + 61 = 1936 contient 00 0000 Δ_{bou} = 00 0000 1751.
- La partie commune aux ordres à 2 mémoires a placé 0.....CPP' = 0.....09i en PPPRI = 1360 et α0.....0 en C 0004 = 1971.
- Pour former l'adresse CTRi, on a ajouté à PP' = 9i la constante CTR1 - 90 = 1967 - 90 = 1877. La mémoire MCTRO = 1486 (n° 406) contient 00 1877 0000.

- Remarque : dans l'assemblage de l'autoprogrammation, avant d'avoir sa forme actuelle (ci-dessus) la partie relative au bouclage était différente. Or on a omis d'enlever l'ancienne forme que représentaient les instructions n° 89 à 107. Ceci n'a aucune importance d'ailleurs car l'encombrement de l'autoprogrammation ne compte pas. Dans la liste figurant à la fin de cette brochure, les cartes inutiles ont été supprimées.

c) Sous-programme de bouclage pour l'exécution en langage machine.

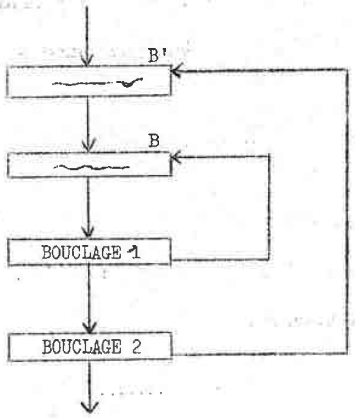
L'organigramme de ce sous-programme de bouclage est semblable à celui du sous-programme utilisé en logique extérieure, à l'exception de deux points :

1) pour les ordres de bouclage tels que α = 0, après le 1er passage la phase de formation des ordres est supprimée. Ceci donne un peu plus d'encombrement au sous-programme mais provoque un gros gain de temps. La suppression de la phase de formation des ordres se fait en remplaçant le 1er ordre du sous-programme de bouclage (placé en Δ_{bou} + 0000 = 1751) par l'ordre "aller à BØU2 = Δ_{bou} + 35 = 1751 + 35 = 1786" (voir l'organigramme du paragraphe VII - C - 4).

.../...

Seuls peuvent être dotés de α = 0 les bouclages ne comportant pas de bouclage intérieur.

Contre-exemple : considérons 2 bouclages intérieurs l'un à l'autre dont le plus extérieur soit affecté de α = 0.



Bouclage 1 : 9i N 1 H OB OC

Bouclage 2 : 9i' N' OH' OB' OC'

La 1ère fois que l'on passe par le sous-programme de bouclage, c'est pour effectuer le bouclage 1. Celui-ci se déroule normalement, sans suppression de la formation des ordres. Quand les H tours du bouclage 1 ont été effectués, le sous-programme de bouclage est utilisé pour le 1er passage par l'ordre de bouclage 2. Après ce 1er passage, la phase de formation des ordres est détruite. Lorsqu'on repasse au bouclage 1, le sous-programme de bouclage (ne formant plus les ordres nécessaires) utilise les ordres formés précédemment, c'est-à-dire ceux construits

.../...

pour le bouclage 2. Cela n'est pas correct et le bouclage 1 ne fonctionne pas comme il devrait le faire.

2) pour les bouclages tels que $\alpha = 0$, à la sortie de boucle (après la remise à zéro du compteur de boucles n° 0 et du registre d'index n° i), la mémoire $\Delta_{bou} + 0000 = 1751$ est régénérée ; la phase de formation des ordres est donc rétablie.

Remarque : l'ordre - 02 U V fait aussi cette régénération.

Voici le sous-programme de bouclage destiné à l'exécution en langage machine. Ce programme a été écrit en langage machine. Chaque ordre est suivi de ses indicatifs de translation.

n	60	l	l + 1			69 l+1 Δ	0 0		Δ = Δ_{bou}
l + 1	69	n + 1	Δ					0 ..... 0 H	
0000	24	0055	0001	8	8			0 ..... 0 H	en Δ + 55
1	11	0002	8003	8	9	15 l+2 Δ+5			
2	53	9998	9995	9	9				
(8003)	15	l+2	0005		8		00 C N		
5	69	0042	0006	8	8			24 Δ xxxx	
6	23	0042	0003	8	8			24 Δ N	en Δ + 42
3	20	0004	0007	8	8			00 C N	en Δ + 4
7	10	0008	8003	8	9	65 l+3 Δ+9			
8	50	0001	0004	9	9				
(8003)	65	l+3	0009		8	0 0	0α CTRi B		
9	69	8003	0010	9	8			0 0	
10	22	1991	0011	9	8			00 CTRi 0000	en W 0001

.../...

0011	10	8001	0012	9	8	00 CTRi 0000	0α CTRi B	00 CTRi 0000	
12	11	0013	0014	8	8	00 i 0000			
13	00	1967	0000	9	9				
14	44	0017	0015	8	8				i ≠ 0 ?
15	15	0016	0017	8	8		0α 1991 B		Cas où i = 0
16	00	0024	0000	9	9				
17	69	0047	0018	8	8		0α CTRi 1991 B	10 xxxx Δ+ 49	
18	22	0047	0019	8	8			10 CTRi 1991 Δ+ 49	en Δ + 47
19	69	0049	0020	8	8			21 xxxx xxxx	
20	22	0049	0021	8	8			21 CTRi 1991 xxxx	
21	23	0049	0022	8	8			21 CTRi 1991 B	en Δ + 49
22	69	0038	0023	8	8			20 xxxx Δ+ 39	
23	22	0038	0024	8	8			20 CTRi 1991 Δ+ 39	en Δ + 38
24	11	8003	0025	9	8	0 0		00 i 0000	
25	30	0008	0026	9	8		0 .....0 α		
26	35	0004	0050	9	8		00 000α 0000		
50	45	0051	0052	8	8				α ≠ 0 ?
51	69	0041	0054	8	8			24 Δ+55 Δ +1	cas où α ≠ 0
52	69	0053	0054	8	8			00 0000 Δ+35	cas où α = 0
53	00	0000	0035	9	8				
54	24	0000	0027	8	8			24 Δ+55 Δ+1 00 0000 Δ+35	en Δ + 0
27	15	0028	0029	8	8		00 CTRHα 0000		
28	00	1940	0000	9	9				
29	69	0035	0030	8	8			60 xxxx Δ+44	
30	22	0035	0031	8	8			60 CTRHα Δ+ 44	en Δ + 35
31	69	0039	0032	8	8			24 xxxx Δ+40	

.../...

0032	22	0039	0033	8	8		00 CTRHα 0000	24 CTRHαΔ + 40	en Δ + 39
33	69	0046	0034	8	8			21 xxxx Δ + 36	
34	22	0046	0035	8	8			21 CTRHαΔ + 36	en Δ + 46
(35)	60	CTRHα	0044		8	0 .... 0 h	0 0		
44	10	0045	0046	8	8	0 ...0 h+1			
45	00	0000	0001	9	9				
(46)	21	CTRHα	0036		8			0.... 0 h+1	en CTRH α
36	11	0055	0037	8	8	0...0 h+1-H		0 ..... 0 H	
37	46	0048	0038	8	8				h + 1 - H < 0 ?
(38)	20	CTRi	0039		8			0 0	en CTRi (si i ≠ 0)
(38)	20	1991	0039		8			0 0	en 1991 (si i = 0)
39	24	CTRHα	0040		8			0 0	en CTRHα
40	69	0041	0042	8	8			24 Δ +55 Δ +1	
41	24	0055	0001	8	8				
(42)	24	0000	N	8				24 Δ+55 Δ +1	en Δ + 0
48	60	0004	0043	8	8	00 C N	0 0		cas où h+1 < H
43	30	0004	0047	9	8	0...0 C	N 00 0000		
(47)	10	CTRi	0049		8	0...0(CTRi)+C		0 ... 0(CTRi)	si i ≠ 0
(47)	10	1991	0049		8	x x		x x	si i = 0
(49)	21	CTRi	B			0...0(CTRi)+C		0...0(CTRi)+C	en CTRi (si i ≠ 0)
(49)	21	1991	B			x x		x x	en 1991 (si i = 0)

.../...

- Les instructions Δ + 0 à Δ + 34 constituent la partie de formation des ordres ; cette formation a lieu à partir des indications données par les mots qui ont été fournis par l'autoprogrammation. D'abord 00 0000 H est envoyé dans la mémoire Δ+ 55. Ce n'est pas dans une mémoire de travail qu'il est envoyé car il doit être conservé d'un passage à l'autre si la phase de formation des ordres est supprimée. Il en est de même de 00 C N envoyé en Δ+ 4 et non dans une mémoire de travail.

- Pour tester i, on le forme dans l'accumulateur gauche. Pour cela, on appelle 00 CTRi 0000 dans cet accumulateur et on en soustrait la quantité 00 1967 0000 (1967 est l'adresse du CTRO). Si la réponse au test est non, i = 0, l'accumulateur droit contient 0α CTR0 B = 0α 1967 B. Pour éviter de former des ordres susceptibles de modifier le CTR0, on remplace l'adresse facteur de l'accumulateur droit par W 0001 = 1991 en lui ajoutant 00 0024 0000 : 1967 + 24 = 1991. Ainsi les ordres formés à partir de cette adresse ne modifieront pas la mémoire CTR0 mais la mémoire W 0001 qui peut être transformée sans inconvénient.

- L'ordre d'adresse Δ + 50 exécute un test sur α . Si α = 0, l'ordre Δ+ 52 prépare dans le distributeur le mot 00 0000 Δ+ 35 que l'ordre Δ + 54 envoie en Δ+ 0 pour que la phase de formation des ordres soit supprimée (pour le prochain passage par l'ordre de bouclage). Si α ≠ 0, l'ordre Δ + 54 l'envoie en Δ+ 0 (ce qui est d'ailleurs inutile).

.../...

- On forme l'adresse du compteur de boucles n° α , CTRH α , en ajoutant à 00 000α 0000 la constante 00 CTRH0 0000 = 00 1940 0000.
- En Δ + 35 débute l'exécution proprement dite du bouclage.
- L'instruction Δ+ 37 exécute un test sur h + 1 - H. Si h + 1 - H $\geqslant$ 0 le programme est aiguillé en Δ+ 38 pour exécuter la sortie de boucle. Le registre d'index CTRi et le compteur de boucles CTRHα sont remis à zéro. En fait, si i = 0 c'est la mémoire 1991 = W 0001 qui est remise à zéro. Ensuite a lieu la régénération de la mémoire Δ + 0000, indispensable dans le cas où α = 0. Le dernier ordre adresse à l'instruction N.
  Si h + 1 - H $<$ 0, le programme est aiguillé en Δ + 40 pour que le bouclage continue. La machine ajoute C au contenu du registre d'index CTRi si i $\neq$ 0 puis adresse à B pour boucler.

X - F - SOUS-PROGRAMMES PLACES A POSTE FIXE.

Comme en logique extérieure, deux sous-programmes ont été placés à poste fixe dans les paquets verts à joindre aux programmes autoperforés. Ce sont la perforation d'une séquence de mémoireset la modification de bouclage.

X - F - 1 - Perforation (ordre 49 N iA jB kC)

L'entrée dans ce sous-programme est standard, et est traitée en autoprogrammation comme l'entrée dans n'importe quel sous-programme. Dans les paquets d'autoprogrammation a été placée à poste fixe une carte chargeant 00 0000 Δ_{49} = 00 0000 1889 en DEL + 49 = 1875 + 49 = 1875 + 49 = 1924.

.../...

L'organigramme est semblable à celui qui a été fait en logique extérieure, à part que la branche FIN envoie, après la perforation, à l'adresse N et non à DEBUT = 1800.

Le programme est légèrement plus long que celui en logique extérieure car ce dernier, non standard, avait une partie de formation d'ordres moins importante. Il a été écrit en PASØ puis assemblé, perforé sous forme translatable et translaté en Δ_{49} = 1889.

1	0000	T DI	W 0001		0 0	00 A B	20 C N	20 C N	Entrée standard en W1 = 1991
2		E DI	6 9AG				69 0000 8003		
3		D AG	0004		0.....0 A A	A A B 0000			
4		S BF	W 0002				69 B 8003		en W2 = 1992
5		D AD	0008		0 0	0 ....0A			
6		T RD	W 0003				0.....0 A		en W3 = 1993
7		D AG	0004			00 A 0000			
8		A AD	2 4PS1			24 P2+A SUIT1	24 P2 SUIT1		
9		T RD	W 0004				24 P2+A SUIT1		en W4 = 1994
10		R AD	W 0001		0 0	20 C N			
11		E DI	P FØFI				71 P1 xxxx		
12		S BI	P FØFI				71 P1 N		en PFØFI
13		E DI	8003				0 0		
14		S BF	W 0005				00 C 0000		en W5 = 1995
15		R AD	W 0002	B ØUCL	0 0	69 B 8003			
16	B ØUCL	A AG	2 4PS1		24 P2 SUIT1	69 X 8003			
17		E DI	W 0003				0 ..... 0 A		
18		S BF	P 0001	8002			00 X A		en P1 = 1977
	(8002)	E DI	X	8003			(X)		
	(8003)	T DI	P 0002	SUIT1			(X)		en P2 = 1978

.../....

19	S UIT1	A AG	0 10		24P2+m+1 SUIT1	69 X+m 8003		
20		S AD	W 0005			6^{8}_{9} X+m-C 8003	00 C 0000	
21		E DI	8002				6^{8}_{9} X+m-C 8003	
22		S D9		F IN				X+m < C ?
23		A AD	0 10			68 X+m-C+1 8003		
24		A AD	W 0005			69 X+m+1 8003		
25		S AG	W 0004		m+1-A		24 P2+A SUIT1	
26		G NN		P FØ				m+1 ≠ A ?
27		A AG	8001	8002	24P2+m+1SUIT1			
	(8002)	E DI	X +m+1	8003			(X+m+1)	
	(8003)	T DI	P2+m+1	S UIT1			(X+m+1)	en P2 + m + 1
28	P FØ	P FØ	P 0001	B ØUCL	0.....0	69 X+m+1 8003		
29	F IN	R AD	8003		0.....0	24 P2+m+1 SUIT1		
30		S AD	2 4PS1			00 m+1 0000		
31		E DI	P 0001				00 X A	
32		D AD	0004			0.....0 m+1		
33		S BI	P 0001	P FØFI			00 X m+1	en P1 = 1977
	(P FØFI	P FØ	P 0001	N				
34	0 10	00	0001	0000				
35	P FØFI	71	P 0001	0000				
36	2 4PS1	24	P 0002	S UIT1				
37	6 9AG	69	0000	8003				

.../...

L'ordre n°12, après avoir formé l'ordre final PFØ P0001 N , l'envoie à sa place, c'est - à - dire en PFØFI. On aurait d'ailleurs pu gagner la mémoire PFØFI en remplaçant les ordres n° 11 et 12 respectivement par EDI PFØ et SBI W0006, et en remplaçant l'adresse "instruction suivante" de l'ordre n°33 par W0006.

X - F - 2 - Modification de bouclage (ordre 00 N 01937 jB kC)

La modification de bouclage doit remplacer le H de l'ordre de bouclage placé en C et C+1 par H', placé sous la forme 00 0000 H' dans la mémoire B. En exécution en langage machine, la valeur de H correspondant à l'ordre de bouclage d'adresse C est placée sous la forme 00 0000 H dans la mémoire C+1 (voir le paragraphe X-E-4-a). Pour effectuer la modification de bouclage, il suffit d'envoyer 00 0000 H' en C+1.

Le facteur de translation de ce court sous - programme a été fixé à 1885. Mais, pour les raisons expliquées au paragraphe VII - D - 2, les deux premières mémoires ont été remplacées par 1937 et 1938 et ainsi libérées. Le sous - programme de modification de bouclage destiné à l'exécution en langage machine peut donc s'écrire :

					65 B A+1	20 C N		
A =	1937	15	Δ+2	Δ+3		24 C+1 N	04 0001 0000	
Δ +	0002	04	0001	0000				
	0003	20	1938	8003			24 C+1 N	en A + 1 = 1938
	(8003)	65	B	A + 1	0....0	0....0 H'	00 0000 H'	
A+1=	(1938)	24	C+1	N			00 0000 H'	en C + 1

XI - DISPOSITION DE L'AUTOPROGRAMMATION

ET DES SOUS-PROGRAMMES DES " PAQUETS VERTS "

XI - A - AUTOPROGRAMMATION :

- Le programme d'autoprogrammation occupe les mémoires 1352 à 1881.
- Les mémoires 1882, 1883, 1884 sont respectivement les mémoires CTRL, LMAX et MEMNN (qui contient l'adresse de l'instruction suivante). La mémoire 1800 contient la 1ère instruction de l'autoprogrammation et est appelée DEBUT.
- Les mémoires DEL + 10 = 1875 + 10 = D0000 à DEL + 59 = 1934 = D0049 sont destinées à recevoir les facteurs de translation $\Delta_{pp'}$.
- DEL + 60 = 1935 peut aussi contenir un Δ.
- DEL + 61 = D0051 = 1936 contient le facteur de translation du sous - programme de bouclage, soit 00 0000 1751.
- DEL + 62 = D0052 = 1937 contient le facteur de translation du sous - programme d'indexage, soit 00 0000 1807.
- Les mémoires 1940 à 1999, utilisées pour la plupart par le programme de chargement, ne peuvent pas contenir d'instruction .
- Certaines des mémoires utilisées comme registres d'index pour l'exécution des programmes (1967 à 1976) jouent en autoprogrammation le rôle de mémoires de travail.
- Les mémoires de perforation 1977 à 1984 jouent un rôle très important. C'est à partir de ces mémoires que se fait la perforation des programmes en langage machine formés par l'autoprogrammation.
- Les mémoires 1991 à 1999 sont utilisées comme mémoires de travail. En particulier, les mots devant aller en mots 2, 3 et 4 des secondes cartes de chaque ordre en CDP sont envoyés d'abord en 1991, 1992, 1993.

.../...

XI - B - EXECUTION EN LANGAGE MACHINE (paquets verts)

La partie fixe des paquets (verts) à joindre aux programmes autoperforés est composée de la façon suivante :

1751 1806	Sous - programme de bouclage
1807 1881	Sous - programme triple d'indexage
1882 à 1886	Libres
1887 1888	Sous-programme de modification de bouclage (début en 1937)
1889 1925	Sous - programme de perforation (ordre 49)
1926 à 1929	Libres
K = 1930 1935	Partie constante de l'initialisation (-02 U V)
1936	Mémoire ARETM . Contient : 01 1333 8000
1937 1938	Début de la modification de bouclage
1939	Mémoire Z . Contient : 44 ARETM W0002 = 44 1936 1992
1940 1949	Compteurs de boucles (région H)
1950	Libre
1951 1960	Mémoires de lecture (région L). Utilisables par le programmeur
1961 à 1966	Libres
1967 1976	Registres d'index (région C). 1967 contient toujours ZERO
1977 1986	Mémoires de perforation (région P). Non utilisables par programmeur
1987 1990	Libres. Mais 1987 est utilisé comme mémoire de travail par le sous - programme auxiliaire de décalage.
1991 1999	Mémoires de travail (région W)

XII - SOUS-PROGRAMMES ADAPTÉS AU C.D.P.

DIVERS C.D.P. FORMÉS

XII - A - GENERALITES

A la partie commune du C.D.P. peuvent être ajoutés des sous-programmes à 2 ou 3 adresses. C'est ainsi qu'ont été constitués les trois C.D.P. existant pour le moment : virgule fixe, virgule flottante simple et double précision. Chacun de ces C.D.P. peut être complété par d'autres sous-programmes. D'autres C.D.P. peuvent être créés en ajoutant des sous-programmes à la partie commune du C.D.P.

Les sous-programmes à ajouter au C.D.P. doivent être compatibles avec l'une des 2 formes d'entrée prévues : entrée dans les sous-programmes à 2 ou ceux à 3 adresses. Ils peuvent utiliser les mémoires W 0001 = 1991 à W 0007 = 1997 comme mémoires de travail, c'est-à-dire y envoyer des résultats ou des indications intermédiaires comme, par exemple, l'instruction de sortie.

Rappelons l'état des accumulateurs et du distributeur au moment de l'entrée dans un sous-programme :

- Sous-programme à 2 adresses :

8003	8002	8001
65 B A + 1	20 C N'	

La 1ère instruction est en A.

.../...

- Sous-Programme à 3 adresses :

8003	8002	8001
0.....0	00 A B	20 C N'

La 1ère instruction est en $\Delta_{PP'}$.

Les 2 formes d'entrée dans les sous-programmes sont indexables par le C.D.P. lui-même, ce qui leur donne un grand intérêt et une grande souplesse d'utilisation.

Pour adjoindre au C.D.P. un sous-programme à 2 adresses compatible avec lui, il suffit de choisir pour ce sous-programme un facteur de translation valable à la fois en logique extérieure et en exécution en langage machine. Le sous-programme, écrit sous forme translatable 5 mots par carte et précédé de son facteur de translation, doit être joint au paquet de logique extérieure ainsi qu'à celui destiné à l'exécution en langage machine. La 1ère instruction de ce sous-programme, après translation, se trouve alors en A. L'ordre qui commande son exécution est : 00 N 0A jB kC.

S'il est impossible de trouver une place pour le sous-programme, libre à la fois en logique extérieure et en exécution en langage machine, il faut couper le sous-programme en 2 parties :

1°) Une partie constituée de 2 mémoires consécutives au moins, dont l'emplacement soit le même en logique extérieure et en langage machine ; c'est dans cette partie que seront choisies les adresses A et A + 1, A devant contenir la 1ère instruction du sous-programme.

2°) L'autre partie translatable différemment en logique extérieure et en langage machine. L'exécution du sous-programme sera commandée par l'ordre 00 N 0A jB kC.

.../...

Pour adjoindre au C.D.P. un sous-programme à 3 adresses compatible avec lui, il faut choisir pour ce sous-programme non seulement un facteur de translation mais aussi un code PP'.

En logique extérieure, il faut joindre au paquet du C.D.P. le sous-programme translatable précédé de son facteur de translation $\Delta_{pp'}$, et une carte destinée à charger en DEL + PP' = 1875 + PP' le mot 00 0000 $\Delta_{pp'}$. En exécution en langage machine, il faut joindre au paquet du C.D.P. et aux cartes autoperforées le sous-programme translatable précédé de son facteur de translation qui peut être différent de celui en logique extérieure (soit $\Delta'_{pp'}$). Il ne faut pas mettre de carte chargeant 00 0000 $\Delta'_{pp'}$ en 1875 + PP'. Par contre il est indispensable de joindre cette carte au paquet d'autoprogrammation. Il est inutile de joindre à celui-ci le sous-programme lui-même. L'ordre qui commande l'exécution du sous-programme est : PP' N iA jB kC.

Remarque :

Pour créer des sous-programmes logiques (tests, aiguillages,...) il faudra prendre de grandes précautions car en général ces sous-programmes ne pourront pas être les mêmes en logique extérieure et en exécution en langage machine. Cela est dû au fait que dans ces 2 procédés la façon de désigner l'adresse de l'instruction suivante N est différente : N doit être placé en MEMNN = 1884, en logique extérieure, et en position d'adresse instruction suivante de la dernière instruction, en langage machine.

... ...

.../...

XII - B - C. D. P. EN VIRGULE FLOTTANTE SIMPLE PRECISION :

Le C. D. P. en virgule flottante simple précision est formé du tronc commun du C. D. P. auxquels sont joints 3 sous-programmes à 3 adresses et 6 sous-programmes à 2 adresses.

- Les sous-programmes à 3 adresses sont les 4 opérations en virgule flottante FLAIR :

11	N	iA	jB	kC	(A) + (B) en C	2 entrées différentes dans le même sous-programme.
12	N	iA	jB	kC	(A) - (B) en C	
13	N	iA	jB	kC	(A) x (B) en C	
14	N	iA	jB	kC	(A) : (B) en C	

Ces sous-programmes ont le même emplacement en logique extérieure et en langage machine :

l'ordre	11 } 12 }	occupe les mémoires	1487 à 1555
	13	" "	1450 à 1486
	14	" "	1414 à 1449

En logique extérieure et en autoprogrammation, il existe une carte qui charge :

en DEL + 11 = 1886	00	0000	1487
en DEL + 12 = 1887	00	0000	1488
en DEL + 13 = 1888	00	0000	1450
en DEL + 14 = 1889	00	0000	1414

- Les sous-programmes à 2 adresses calculent les fonctions principales.

00	N	0	1000	jB kC	$\sqrt{(B)}$ en C
			1002		sin (B) en C } même sous-programme
			1004		cos (B) en C }
			1006		Arc sin (B) en C

... ...

.../...

00 N 0 1008 jB kC	$\log_{10}$ (B) en C	}	même sous-programme
1014	Log_e (B) en C	}	
1010	$10^{(B)}$ en C	}	même sous-programme
1016	$e^{(B)}$ en C	}	
1012	|(B)| en C		

Ces sous-programmes occupent respectivement les mémoires suivantes :

$\sqrt{(B)}$	1381 à 1413
sin et cos	1201 à 1288
Arc sin	1101 à 1200
Logarithmes	1020 à 1100
Exponentielles	1289 à 1380
Valeur absolue	1012 et 1013

En fait, pour simplifier les codes de ces ordres, on a reproduit :

1381 et 1382	en	1000 et 1001
1201 et 1202	en	1002 et 1003
1203 et 1204	en	1004 et 1005
1101 et 1102	en	1006 et 1007
1022 et 1023	en	1008 et 1009
1020 et 1021	en	1014 et 1015
1291 et 1292	en	1010 et 1011
1289 et 1290	en	1016 et 1017

Les mémoires 1381, 1382, 1201 à 1204, 1101, 1102, 1020 à 1023 et 1289 à 1292 pourraient être libérées.

.../...

XII - C - C. D. P. EN VIRGULE FLOTTANTE DOUBLE PRECISION. -

Ce C. D. P. est formé du C. D. P. en virgule flottante simple précision auquel sont jointes les 4 opérations en virgule flottante double précision (2, 18). Chaque nombre est contenu dans 2 mémoires ; par exemple le nombre désigné par son adresse D est en fait contenu en D et D + 1. Les 4 opérations sont exécutées par 3 sous-programmes à 3 adresses :

21 N iA jB kC	addition	} même sous-programme
22 N iA jB kC	soustraction	}
23 N iA jB kC	multiplication	
24 N iA jB kC	division	

Ces sous-programmes ont le même emplacement en logique extérieure et en langage machine :

21 occupe les mémoires	714 à 840
22	
23 " "	841 à 914
24 " "	915 à 999

En logique extérieure et en autoprogrammation, il existe une carte qui charge :

en DEL + 21 = 1896	00 0000 0714
en DEL + 22 = 1897	00 0000 0715
en DEL + 23 = 1898	00 0000 0841
en DEL + 24 = 1899	00 0000 0915

XII - D - C. D. P. EN VIRGULE FIXE. -

Les opérations en virgule fixe existent dans la partie commune du C. D. P.. Seules les fonctions ont été ajoutées à ce tronc commun pour former le C. D. P. en virgule fixe. Mais les sous-programmes de calcul de fonction en virgule fixe exigent une certaine position de virgule pour l'argument et fournissent la fonction

.../...

avec une position de virgule bien déterminée. Or, ces positionnements ne sont pas toujours compatibles avec le reste du programme. Il a donc été jugé nécessaire de prévoir des possibilités de décalage : avant l'exécution du sous-programme, décalage de l'argument pour ajuster la position de sa virgule sur la position exigée par le sous-programme ; après l'exécution du sous-programme, décalage de la fonction pour l'amener au positionnement voulu pour le reste du problème.

Ainsi les calculs des fonctions principales en virgule fixe se font par des sous-programmes non pas à 2 adresses mais à 3. Ces 3 adresses sont : l'adresse de l'argument, celle où doit être envoyée la fonction et enfin 4 chiffres désignant les décalages à effectuer sur l'argument et la fonction. Les ordres d'opérations en virgule fixe avec décalages sont de la forme : 5P' N iA jB 0 $\alpha\lambda\beta\mu$. P' désigne la nature de la fonction, A l'adresse de l'argument, B celle de la fonction. α et λ définissent le décalage à faire sur l'argument. Ce décalage est, en langage machine : 3α 000 λ xxxx. De même β et μ définissent le décalage 3β 000 μ xxxx à exécuter sur la fonction avant de l'envoyer en B. Ainsi α et β définissent la nature de chacun des décalages, et λ et μ leur grandeur.

Les calculs se font par l'intermédiaire d'un sous-programme nommé "sous-programme auxiliaire de décalage".

XII - D - 1 - Sous-programme auxiliaire de décalage :

C'est un sous-programme à 3 adresses à 10 entrées, une pour chaque valeur de P'. Appelons D le facteur de translation de ce sous-programme. L'entrée relative à P' = 0 se fait en D + 0, celle relative à P' = 1 se fait en D + 1, ..., celle relative à P' = 9 en D + 9. Ainsi dans la mémoire DEL + 50 = 1925 se trouve 00 0000 D, en DEL + 51 = 1926 se trouve 00 0000 D+1,.....,

.../...

en DEL + 59 = 1934 se trouve 00 0000 D+9. Les entrées relatives aux divers P' se rejoingnent après que chaque branche ait introduit dans le distributeur le facteur de translation $\Delta_{P'}$ du sous-programme devant calculer la fonction désignée par P'.

Voici la succession des ordres qui précèdent le rassemblement des branches en D + 30 :

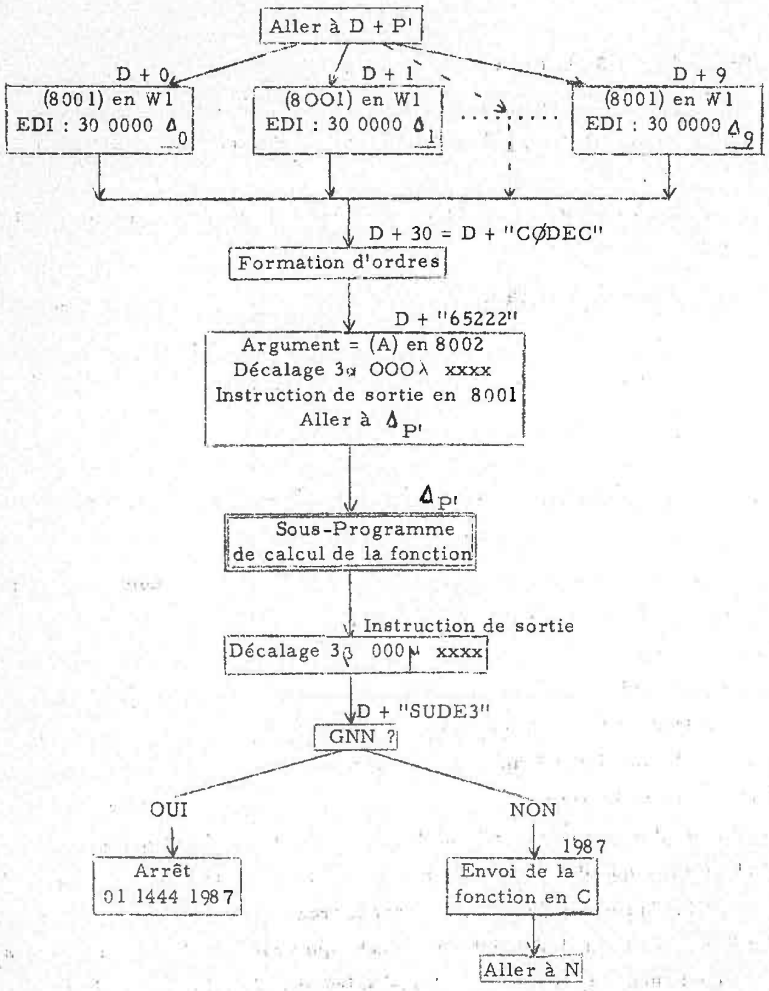
Adresse	Code	F	I	(8001)
D + P'	TDI	W 0001	D + 10 + P'	20 $\alpha\lambda\beta\mu$ N
D + 10 + P'	EDI	D + 20 + P'	D + 30	20 $\alpha\lambda\beta\mu$ N en W1
D + 20 + P'	30	0000	$\Delta_{P'}$	30 0000 $\Delta_{P'}$

Cette partie, existant pour les 10 valeurs de P', occupe les 30 premières mémoires du sous-programme.

Le déroulement du programme peut se représenter par le schéma suivant :
(voir schéma page suivante)

Les sous-programmes de calcul de fonctions en virgule fixe adaptables au sous-programme auxiliaire de décalage doivent prendre l'argument dans l'accumulateur (gauche, droit ou les deux) et l'instruction de sortie dans le distributeur. Ils remettent la fonction calculée dans l'accumulateur (gauche, droit ou les deux). L'entrée effectuée par le programme auxiliaire de décalage prépare dans l'accumulateur l'argument x décalé et dans le distributeur l'instruction de sortie qui n'est autre que l'ordre de décalage à effectuer sur la fonction avant de l'envoyer en B. Après ce décalage, et avant le transfert de l'accumulateur droit en B, a lieu un test sur l'accumulateur gauche qui provoque l'arrêt 01 1444 1987 si cet accumulateur est non nul, c'est-à-dire si la fonction a plus de 10 chiffres.

.../...



.../...

Les sous-programmes auxiliaires de décalage utilisés en langage machine et en logique extérieure sont un peu différents car dans ce dernier cas le sous-programme comporte la préparation de l'analyse. En effet, une analyse spéciale a été créée pour les ordres de calculs de fonctions avec décalages. Cette analyse permet de mettre en évidence les décalages. Les cartes obtenues sont de la forme :

Mot 1 : n

Mot 2 :
Mot 3 : } Instruction 5P' N iA jB 0αλβμ

Mot 4 : 0 (CTRi) (CTRj) 000

Mot 5 :
Mot 6 : } Argument dans l'accumulateur entier <u>après décalage</u>

Mot 7 : Fonction après décalage (telle qu'elle est envoyée en B)

Mot 8 : 20 αλβμ 1700

Les mots 1,2,3,4 sont préparés par la partie commune de la logique extérieure.

a) <u>Sous - programme auxiliaire de décalage pour l'exécution en langage machine</u> :

	P'RA	0000	0029					
	P RA	0055	1990					
	P RG	W 1991	1999					
	P'EN	C ØDEC	0030					
(D + P')	24	1991	D +10+P'	0..... 0	00 A B	20 αλβμ N	en W1	
(D + 10 + P')	69	D'+20+P'	D + 30			20 αλβμ N		
(D + 20 + P')	130	0000	ΔP'			30 0000 ΔP'		

.../...

+	C ØDEC	T DI	W 0002		0 0	00 A B	30 0000 $\Delta_{P'}$	en W2
		E DI	6 5222				65 xxxx	
		S BF	6 5222				65 A	en 65222
		D AG	0004		0 ....0 xx	xx B 0000		
		E DI	W 0001				20 $\alpha\lambda\beta\mu$ N	
		S BF	1987				20 B N	en 1987
		R AD	W 0001		0 0	20 $\alpha\lambda\beta\mu$ N		
		D AD	0004			000020 $\alpha\lambda\beta\mu$		
		D AG	0005		0 02	0 $\alpha\lambda\beta\mu$ 00000		
		A AD	W 0002			3 $\alpha\lambda\beta\mu$ 0 $\Delta_{P'}$		
		R AD	8002		0 0	3 $\alpha\lambda\beta\mu$ 0 $\Delta_{P'}$	3 $\alpha\lambda\beta\mu$ 0 $\Delta_{P'}$	
		D AD	0003			0003 $\alpha\lambda\beta\mu$ 0x		
		S BF	W 0001				3 α 0xx λ $\Delta_{P'}$	en W1
		D AG	0006		x x	$\beta\mu$ 0x000000		
		S AG	8003		0 0			
		D AD	0001			0 $\beta\mu$ 0x00000		
		A AD	3 OSU3			3 $\beta\mu$ xxx SUDE3	30 0000 SUDE3	
		E DI	8002				3 β xxxx SUDE3	
		D AD	0003			0003 $\beta\mu$ xxxx		
		S BF	W 0002	6 5222			3 β 0xx μ SUDE3	en W2
	6 5222	65	2222					
	(6 5222)	R AD	A		0 0	x		
		E DI	W 0002	W 0001			3 β 0xx μ SUDE3	
	(W 0001)	3 α	0xx λ	$\Delta_{P'}$	x	décalé		1er décalage
	.....	.....	.....	.....	..... f	(x)		
	S ortie	3 β	0xx μ	S UDE3		f (x)		2ème décalage
	S UDE3	G NN		1987				
		A RT	1444	1987				
	(1987)	T RD	B	N	0 0	f (x)	f (x)	en B
	3 OSU3	30	0000	S UDE3				

.../...

- Après assemblage, ce sous-programme a été mis sous forme translatable. Son facteur de translation a été fixé à D = 1692.
- Les 3 instructions notées après les réservations sont là à titre indicatif mais ne figurent pas dans le programme PASØ.
- Les instructions de décalage formées ont comme adresse facteur respectivement 0xx λ et 0xx μ et non 000 λ et 000 μ. Mais pour les ordres de décalage, seule la position de droite de l'adresse facteur est considérée, à condition toutefois que cette adresse soit valable, ce qui est le cas pour les adresses 0xx λ et 0xx μ.
- La mémoire 1987 est utilisée comme mémoire de travail par le sous-programme auxiliaire de décalage.
- Remarque : Si l'ordre 5P' est indexé, on passe par le sous-programme d'indexage (réservé aux sous-programmes à 3 adresses) avant d'entrer dans le sous-programme de décalage.

b) Sous-programme auxiliaire de décalage en logique extérieure :

	P RA	0000	0029					
	P RA	0066	1999					
	P RG	P 1977	1984					
	P RG	W 1991	1999					
	P EN	C ØDEC	0030					
	P EN	P FDEB	1738					
(D + P')	24	1991	D +10+P'	0..... 0	00 A B	20 $\alpha\lambda\beta\mu$ 1700	en W1	
(D+10+P')	69	D +20+P'	D + 30			30 0000 $\Delta_{P'}$		
(D+20+P')	30	0000	$\Delta_{P'}$					

.../...

C ØDEC	T DI	W 0002		0 0	00 A B	30 0000 $\Delta_{P'}$	en W2
	E DI	6 5222				65 xxxx W1	
	S BF	6 5222				65 A W1	en 65222
	D AG	0004		xx	xx B 0000		
	E DI	2 OSU1				20 0000 SUDE1	
	S BF	1987				20 B SUDE1	en 1987
	R AD	W 0002		0 0	30 .0000 $\Delta_{P'}$		
	E DI	6 9W2				69 W2 xxxx	
	S BI	6 9W2				69 W2 $\Delta_{P'}$	en 69W2
	R AD	W 0001		0 0	20 αλβμ1700		
	T DI	P 0008				20 αλβμ 1700	en P8 (analyse)
	D AD	0004			000020 αλβμ		
	D AG	0005		2	0αλβμ00000		
	A AD	3 OSU2			3αλβμOSUDE2	30 0000 SUDE2	
	R AD	8002		0 0	3αλβμOSUDE2	3αλβμOSUDE2	
	D AD	0003			0003αλβμ0x		
	S BF	W 0001				3α 0xxλ SUDE2	en W1
	D AG	0006		0 ...0xxx	βμ 0x0....0		
	S AG	8003		0 0			
	D AD	0001			0βμ0x0....0		
	A AD	3 OSU3			3βμ0xOSUDE3	30 0000 SUDE3	
	E DI	8002				3βμ0x0 SUDE3	
	D AD	0003			0003βμ0x0x		
	S BF	W 0002	6 5222			3β 0xxxμSUDE3	en W2
6 5222	65	2222	W 0001				
6 5222)	R AD	A	W 0001	0 0	x		
W 0001)	3α	0xxλ	S UDE2	x	décalé		ler décalage
S UDE2	T RG	P 0005				x	} en P5 et P6
	T RD	P 0006	6 9W2				} (analyse)

.../...

6 9W2	69	W 0002	2222					
(6 9W2)	E DI	W 0002	$\Delta_{P'}$		x	décalé	3β 0xxμ SUDE3	
					f	(x)		
Sortie	3β	0xxμ	S UDE3			f (x)		2ème décalage
S UDE3	G NN		1987					
	A RT	1444	1987					
(1987)	T RD	B	S UDE1				f (x)	en B
S UDE2	T DI	P 0007					f (x)	en P7(analyse)
	R AG	8000						
	A NG	P FDEB	D EBUT					
3 OSU2	30	0000	S UDE2					
3 OSU3	30	0000	S UDE3					
2 OSU1	20	0000	S UDE1					

- Après assemblage, ce sous-programme a été mis sous forme translatable. Son facteur de translation a été fixé à D = 1490.
- Les 2ème, 3ème et 4ème paragraphes qui suivent la liste du sous-programme pour l'exécution en langage machine sont valables pour la logique extérieure.
- L'instruction PFDEB est l'instruction n°40 de la logique extérieure, et a comme adresse 1738. Le pseudo-code PEN PFDEB 1738 sert à affecter l'adresse 1738 à PFDEB dans l'assemblage du sous-programme.

.../...

XII - D - 2 - Ordres particuliers au C. D. P. en virgule fixe :

Le C. D. P. en virgule fixe comporte le sous-programme auxiliaire de décalage et 9 entrées différentes dans celui-ci (correspondant chacune à un calcul de fonction). Les codes utilisés sont : PP' = 50, PP' = 51, ..., PP' = 58.
Le code 59 reste libre, ce qui permettra d'ajouter au C. D. P. en virgule fixe un sous-programme supplémentaire nécessitant des décalages.

Voici les 9 ordres fonctionnels avec décalages :

50 N iA jB 0αλβμ	Racine carrée	
51	Sinus	même sous-programme
52	Cosinus	même sous-programme
53	Arc sinus	
54	$\log_{10}$	même sous-programme
57	Log_e	même sous-programme
55	Translation avec décalage	
56	Valeur absolue	
58	$e^{(A)}$	

Leur emplacement est différent en logique extérieure et en exécution en langage machine.

- En logique extérieure :

1875 + 50 = 1925 contient 00 0000 D = 00 0000 1490

..... (D = 1ère instruction du sous-programme auxiliaire de décalage).

1875 + 5 P' = 1925 + P' contient 00 0000 D + P' = 00 0000 149 P'.

D + 20 + 0 = 1510 contient 30 0000 Δ_0 = 30 0000 1461
I = 1511 Δ_1 = 1377
2 = 1512 Δ_2 = 1376

.../...

D + 20 + 3 = 1513 contient 30 0000 Δ_3 = 30 0000 1186
4 = 1514 Δ_4 = 1316
5 = 1515 Δ_5 = 1809
6 = 1516 Δ_6 = 1261
7 = 1517 Δ_7 = 1317
8 = 1518 Δ_8 = 1263

- En autoprogrammation :

1875 + 50 = 1925 contient 00 0000 D' = 00 0000 1692

.....

1875 = 5 P' = 1925 + P' contient 00 0000 D' + P' = 00 0000 1692 + P'

- En exécution en langage machine :

D' + 20 + 0 = 1712 contient 30 0000 Δ_0 = 30 0000 1663
1 = 1713 Δ_1 = 1579
2 = 1714 Δ_2 = 1578
3 = 1715 Δ_3 = 1388
4 = 1716 Δ_4 = 1518
5 = 1717 Δ_5 = 1747
6 = 1718 Δ_6 = 1463
7 = 1719 Δ_7 = 1519
8 = 1720 Δ_8 = 1465

.../...

XIII - REMARQUES DIVERSES

XIII - A - CHARGEMENT

Chaque exemplaire du C.D.P. est précédé d'un paquet jaune de chargement. Ce programme de chargement charge non seulement les cartes n mots par carte ($n \leqslant 7$) ordinaires mais aussi des cartes translatables n mots par carte ($n \leqslant 5$) de la forme suivante :

Mot 1 : 00 ABCD 000n NEGATIF

2 : Instruction 1 qui, translatée, entrera en ABCD + Δ

3 : " 2 éventuellement " " ABCD + Δ + 1

4 : " 3 " " " ABCD + Δ + 2

5 : " 4 " " " ABCD + Δ + 3

6 : " 5 " " " ABCD + Δ + 4

7 : Indicatif de translation : μ_F^1 μ_I^1 μ_F^2 μ_I^2 ... μ_F^5 μ_I^5

$\left\{ \begin{array}{l} \mu_F^x = 8 \text{ si l'adresse F de l'instruction x doit être translatée} \\ \mu_F^x = 9 \text{ dans le cas contraire} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \mu_I^x = 8 \text{ si l'adresse I de l'instruction x doit être translatée} \\ \mu_I^x = 9 \text{ dans le cas contraire.} \end{array} \right.$

8 : Indicatif ou blanc.

- Si, pour une carte, $n < 5$, le mot 7 contient les μ correspondant aux n mots et doit être obligatoirement complété à droite par n'importe quoi, par exemple des zéros.

.../...

- Les mots négatifs sont également translatés, c'est-à-dire augmentés en valeur absolue.
- Le facteur de translation Δ doit être chargé dans 3 mémoires de la façon suivante :

00 Δ 0000 en 1997

00 0000 Δ en 1998

00 Δ Δ en 1999

Ce chargement peut être fait par une carte n mots par carte non translatable, avec n = 3.

- Le programme de chargement utilise les mémoires 1941 à 1999 à part 1950 et 1967. Il est détruit lorsque s'exécute un programme. Inversement, si l'on veut le réutiliser au cours d'un calcul, il détruit les compteurs de boucles, registres d'index et mémoires de travail. Il existe d'ailleurs aussi sous forme translatable (1 instruction par carte).

Dans la liste ci-dessous, les notations suivantes ont été adoptées :

- ABCD est appelé A (pour abréger)
- L'instruction à envoyer en A ou A + Δ est appelée Ins 0 et non Instruction 1 comme sur la description des cartes translatables.
- L'instruction à envoyer en A + p ou A + Δ + p est appelée Ins p.. p varie de 0 à n - 1.
- A + Δ = A'

.../...

		P RA	1967	1967				
1		P RA	1995	1996				
2		P RA	0000	1940				
3		P RA	1950	1950				
4		P RG	D 1997	1999				
5		P RG	L 1951	1960				
6		P EN	S C	1994				
44	L ECT	L EC	S C	8000				
18	S C	R AD	L 0001		0 0	00 A 000n		
19		A NG	T RAN	N TRAN				Translatable ?
21	T RAN	R AD	D 0001		0 0	00 Δ 0000		Translatable
22		E DI	L 0007				indic. da trans	
23		T DI	L 0010				indic. de trans	en L 10
24		E DI	M 2	C ØMMU			65 L2 SB	
20	N TRAN	R AG	M 3	C ØMMU	65 L2 M1	0 0	65 L2 M1	Non transl.
25	C ØMMU	T DI	L 0009				65 L2 SB M1	en L 9
26		A VD	L 0001			00 $A+\Delta$ A 000n		
27		E DI	M 1				20 xxxx SA	
28		S BF	M 1				20 $A+\Delta$ A SA	en M 1
29		D AG	0004		x....x xx	xx n 0000		
30		A AD	8001			xx $A+\Delta+n$ A+n SA		
31		S BF	L 0001	L 0009			20 $A+\Delta+n$ A+n SA	en L 1
	(L 0009)	R AD	L 2+p	M 1	0 0	Ins p		Cas où non transl.
	(M 1)	T RD	A+p	S A			Ins p	en A + p
7	S A	R AG	M 1		20 A+p SA	0 0		
8		A AG	M ILLE		20 A+p+1 SA		00 0001 0000	
9		A AD	8001			00 0001 0000		
10		A AD	L 0009			65 L2+p+1 M1	65 L2+p M1	

.../...

11		T RG	M 1		20 A+p+1 SA	65 L2+p+1 M1	20 A+p+1 SA	en M1
12		T RD	L 0009				65 L2+p+1 M1	en L9
13		S AG	L 0001		p+1-n		20 A + n SA	
14		A NG	S UITE	L ECT				p + 1 < n ?
15	S UITE	R AG	L 0010		0 0	0 0		
16		D AG	0002	S D				
17	S D	T RG	L 0010	L 0009			0 0	en L 10
	(L 0009)	R AD	L 2 +p	S B	0 0	Ins p		Cas où transl.
	S B	A NG	Ø UI	N ØN				Ins p < 0 ?
34	Ø UI	S AG	U N	T EST	0 .... 0 1	C F I -		
35	N ØN	A AG	U N	T EST	0 .... 0 1	C F I		
36	T EST	E DI	L 0010		0 .... 0 1	C F I $\pm$	$\mu_F^p \mu_I^p \mu_F^{p+1} \mu_I^{p+1} \ldots$	
37		S DO	H UIT	N EUF				$\mu_F^p = 8$?
38	H UIT	S D9	D ELDE	D ELZE				$\mu_I^p = 8$?
40	D ELDE	M UL	D 0003	A DDIT	C F I	00 Δ Δ $\pm$	00 Δ Δ	
41	D ELZE	M UL	D 0001	A DDIT	C F I	00 Δ 0000 $\pm$	00 Δ 0000	
39	N EUF	S D9	Z EDEL	M 1				$\mu_I^p = 8$?
42	Z EDEL	M UL	D 0002	A DDIT	C F I	00 0000 Δ $\pm$	00 0000 Δ	
43	A DDIT	A AD	8003	M 1	C F I	C F' I' $\pm$	C F I	
	(M 1)	T RD	A +A+p	S A			C' F' I' $\pm$	en A + Δ + p
7	(S A)	R AG	M 1		20A'+p SA	0 0		
8	( )	A AG	M ILLE		20A'+p+1 SA		00 0001 0000	
9	( )	A AD	8001			00 0001 0000		
10	( )	A AD	L 0009			65 L2+p+1 SB	65 L2+p SB	
11	( )	T RG	M 1				20A'+p+1 SA	en M1
12	( )	T RD	L 0009				65L2+p+1 SB	en L 9
13	( )	S AG	L 0001		p+1-n			
14	( )	A NG	S UITE	L ECT				p + 1 < n ?
15	(S UITE)	R AG	L 0010		$\mu_F^p \mu_I^p \mu_F^{p+1} \mu_I^{p+1} \ldots$	0 0		
16	( )	D AG	0002	S D	$\mu_F^{p+1} \mu_I^{p+1} \ldots$ 00			
17	(S D)	T RG	L 0010	L 0009			$\mu_F^{p+1} \mu_I^{p+1} \ldots 00$	en L 10
45	M 1	20	0000	S A				
46	M 2	65	L 0002	S B				
47	M 3	65	L 0002	M 1				
48	M ILLE	00	0001	0000				
49	U N	00	0000	0001				

- Le PEN SC 1994 a comme principale utilité d'obliger SC à être une adresse de la bande 1950 pour que la lecture se fasse bien dans les mémoires 1951 à 1958.
- Dès l'instruction n° 19 se séparent les parties relatives aux cartes translatables et non translatables. Ces parties se rejoignent à CØMMU (n° 25) puis se reséparent à l'instruction n° 31 pour se retrouver en M1.
- Les mémoires L 0009 et L 0010 servent de mémoires de travail.
- Lorsque les 2 branches se rejoignent en CØMMU (n° 25), l'accumulateur droit contient : pour les cartes translatables, 00 Δ 0000, et pour les cartes non translatables, 0.....0 (grâce au fait que l'instruction NTRAN soit un RAG au lieu d'un EDI).
- Si $p + 1 - n \geqslant 0$, le chargement de la carte est terminé et la carte suivante est lue (test n° 14).
- Les instructions n°15, 16 et 17 sont inutiles pour les cartes non translatables mais sont conservées pour que les ordres qui les précèdent puissent être communs aux cartes translatables ou non.
- Pour garder une plus grande partie commune aux ordres négatifs et positifs à translater, on a entré - 1 dans l'accumulateur gauche pour les ordres négatifs (ØUI) et + 1 pour les positifs (NØN).

.../...

- L'introduction des Δ se fait alors, non pas par addition directe, mais par l'intermédiaire d'une multiplication qui affecte la quantité à ajouter à l'instruction du signe convenable (le signe de l'instruction).

XIII - B - FORMATIONS D'ORDRES.

Soit un ordre quelconque à 2 (ou 3) mémoires PP' N iA jB kC (à l'exception d'un ordre de bouclage) dont une des adresses, A par exemple, doive prendre des valeurs diverses, A_1, A_2,...., A_p, ... Supposons par exemple que le programme comporte un ordre de lecture et que les cartes à lire contiennent chacune une valeur A_p. Il est impossible de former l'ordre PP' N iA_p jB kC par substitution d'adresse ou par addition car si l'une de ces opérations est valable en logique extérieure elle ne le sera pas en exécution en langage machine et vice versa. La solution la plus simple est de procéder par indexage.

- Si l'adresse A n'est pas indexée, il suffit d'envoyer A_p dans les positions 1 à 4 d'un registre index inutilisé que nous noterons n° i, et d'écrire l'ordre sous la forme : PP' N i 0000 jB kC.

- Si l'adresse A est indexée (par un index que nous noterons i'), deux cas peuvent se présenter :

  1°) Si l'index i' n'indexe pas d'autre adresse que A, il suffit d'ajouter A_p à la valeur de cet index et d'écrire l'ordre : PP' N i' OOOO jB kC. Notons que lorsque l'index i' est remis à zéro et doit encore ultérieurement être utilisé pour former l'ordre PP' N iA_p jB kC, il faut y entrer à nouveau A_p.

.../...

2°) Si l'index i' indexe d'autres adresses que A, il faut envoyer A_p + le contenu du registre index n° i' dans un registre index n° i'' inutilisé et écrire l'ordre : PP' N i'' 0000 jB kC. Mais ceci oblige à faire cette opération à chaque modification du registre d'index i'.

XIII- C - INDEXAGE DOUBLE.

Il est très aisé de faire des indexages doubles par addition d'index.

XIII- D -AIGUILLAGE MULTIPLE.

Pour faire un aiguillage multiple c'est-à-dire créer un ordre "Aller à V", V étant variable, il suffit de créer dans une mémoire quelconque l'ordre - 00 0000 V, V ayant la valeur désirée, puis de s'adresser à cette mémoire. Cet ordre doit être négatif pour être valable aussi bien en logique extérieure (- 00 0000 V est considéré comme un ordre en C. D. P.) qu'en exécution en langage machine (- 00 0000 V est considéré comme un ordre en langage machine et son signe est ignoré).

.../...

XIV. CONCLUSION

Le C. D. P. , méthode de programmation intermédiaire entre le FLAIR (logique extérieure où les ordres logiques sont très réduits) et le FORTRAN ou l' A P 3 adaptés aux plus grosses machines, possède en fait maints avantages de chacune des 2 méthodes : comme le FORTRAN il effectue une autoprogrammation et comporte des ordres comparables aux ordres SI, FAIRE, ALLER A,... Mais il a aussi la commodité d'utilisation du FLAIR, et en particulier sa facilité de mise au point.

Le C. D. P. est constitué d'un noyau formé par les opérations en virgule fixe, les ordres logiques et de routine, et les ordres d'entrée dans des sous-programmes. C'est ce noyau qui, de plus, effectue l'indexage et éventuellement l'analyse. L'adjonction aisée de sous-programmes à ce noyau donne une grande souplesse au C. D. P. Le nombre des sous-programmes que l'on peut lui adjoindre simultanément n'est en fait limité que par la capacité du tambour.

On a jusqu'à présent formé trois C. D. P. , d'utilisation fréquente : C. D. P. en virgule fixe, en virgule flottante simple précision, en virgule flottante double précision. A ces C. D. P. peuvent être facilement ajoutés des sous-programmes utiles dans des problèmes particuliers.

Grâce à la souplesse du C. D. P. , on peut aussi, en ajoutant à son noyau des sous-programmes particuliers, former des C. D. P. spécialisés (C. D. P. matriciel, en cours de création ; C. D. P. adapté aux calculs d'impédances et aux calculs en nombres complexes, transposition du FLEC ; etc....).

Le C. D. P. a ainsi de grandes possibilités d'extension. Il sera vraisemblablement aisé de l'adapter aux ordinateurs I. B. M. 650 à registres

.../...

d'index, virgule flottante, bandes et par la suite à d'autres matériels. On pourra même probablement, après avoir mis au point en logique extérieure des programmes sur la 650 I. B. M. , effectuer sur cette même machine une autoprogrammation modifiée qui créera des ordres exécutables sur une autre machine.

Mais dès à présent, grâce à la co-existence de la logique extérieure et de l'autoprogrammation, grâce aussi aux ordres logiques (le bouclage en particulier), le C. D. P. est un outil de travail très commode.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

L I S T E S des P R O G R A M M E S

I N T E R P R E T A T I F S

==========

LOGIQUE EXTERIEURE

```
 1            PRA   1639   1670
 2            PRA   0000   1638
 3            PEN   PPPRI  1750
 4            PEN   ANALY  1700
 5            PEN   001    1764
 6            PEN   PFDEB  1738
 7            PRA   1940   1999
 8            PRG   H1941  1949
 9            PRG   C1968  1976
10            PRG   P1977  1986
11            PRG   W1991  1999
12            PEN   F0000  1846
13            PRG   F1847  1855
14            PEN   G0000  1856
15            PRG   G1857  1865
16            PEN   T0000  1866
17            PRG   T1867  1883
18            PEN   MEMNN  1884
19            PEN   D0000  1885
20            PRG   D1886  1939
21            PER   DEL    1875
22            PEN   DEBUT  1800
23 ANALY      RAG   8000   1700 60 8000 1707
24            ANG   ANA    DEBUT  1707 46 1710 1800
25 ANA        RAG   P0005  1710 60 1981 1685
26            AAD   P0006  1685 15 1982 1687
27            DAG   0004   1687 35    4 1697
28            AAG   EDOKM  8003  1697 10 1701 8003
29 KM         TDI   P0005  1751 24 1981 1684
30            AAD   EDOKN  8002  1684 15 1737 8002
31 KN         TDI   P0006  1801 24 1982 1735
32            RAD   P0007  SUANA  1735 65 1983 1787
33 SUANA      EDI   EDOKP  1787 69 1690 1693
34            SBF   EDOKP  8001  1693 22 1690 8001
35 KP         TDI   P0007  1702 24 1983 1686
36            AAD   010    1686 15 1689 1743
37            EDI   EDOKR  1743 69 1696 1699
38            SBF   EDOKR  8001  1699 22 1696 8001
39 KR         TDI   P0008  PFDEB  1752 24 1984 1738
40 PFDEB      PFO   P0001  DEBUT  1738 71 1977 1800
41 DEBUT      RAD   MEMNN  1800 65 1884 1739
42            DAG   0004   1739 35    4 1749
43            TRD   P0001  1749 20 1977 1680
44            EDI   GG     GI     1680 69 1683 1736
45 GG         RAD   0000   GH     1683 65      1705
46 GI         SBF   GG     8001   1736 22 1683 8001
```

```
 47 GH      ANG  UNEME  DEUME      1705  46  1708  1709
 48 DEUME   TRD  P0002              1709  20  1978  1681
 49         EDI    8003            1681  69  8003  1688
 50         SBI  P0005             1688  23  1981  1734
 51         SAD    8001            1734  16  8001  1691
 52         DAG    0001            1691  35     1  1747
 53         AAG  CTE1              1747  10  1802  1757
 54         TRG  W0002             1757  21  1992  1695
 55         SAG  CTE1              1695  11  1802  1807
 56         DAG    0001            1807  35     1  1713
 57         SAG    8003            1713  11  8003  1671
 58         TDI  PPPRI             1671  24  1750  1703
 59         DAG    0003            1703  35     3  1711
 60         TRG  MEMNN             1711  21  1884  1837
 61         TRD  W0003             1837  20  1993  1746
 62         RAD  P0001             1746  65  1977  1731
 63         AAD  GJ      8002      1731  15  1784  8002
 64 GJ      RAV    0001  GL        1784  67     1  1755
 65 GL      TDI  P0003             1755  24  1979  1682
 66         EDI    8003            1682  69  8003  1788
 67         SBI  P0008             1788  23  1984  1838
 68         SAD    8001            1838  16  8001  1745
 69         DAG    0001            1745  35     1  1753
 70         SAG    8003            1753  11  8003  1761
 71         TDI  W0005             1761  24  1995  1698
 72         DAG    0004  INNIN     1698  35     4  1759
 73 INNIN   TRG  P0006  INCHA     1759  21  1982  1785
 74 NINCH   RAG  P0008  COMMU     1803  60  1984  1789
 75 COMMU   DAG    0004            1789  35     4  1799
 76         AAG  00ANA             1799  10  1704  1809
 77         TRG  P0007  W0002     1809  21  1983  1992
 78 G0009   SOP    0000  D0051     1865  00        1936
 79 F0001   RAD  0DIX0  ADS01     1847  65  1754  1760
 80 F0002   RAD  00NZ0  ADS01     1848  65  1804  1760
 81 ADS01   AAD  P0006             1760  15  1982  1839
 82         DAG    0004            1839  35     4  1805
 83         AAD  00W3              1805  15  1758  1763
 84         TRD  W0002             1763  20  1992  1795
 85         RAG  P0005             1795  60  1981  1835
 86         DAG    0004            1835  35     4  1845
 87         AAD  TG00    KG        1845  15  1748  1706
 88 KG      AAG  RG0W2             1706  10  1810  1715
 89         AAD  P0007             1715  15  1983  1740
 90         TRD  W0003    8003     1740  20  1993  8003
 91 F0003   TRD  W0001             1849  20  1991  1694
 92         RAG  P0006             1694  60  1982  1790
 93         DAG    0004            1790  35     4  1756
 94         AAG  ML0W1             1756  10  1811  1765
 95         TRG  W0002             1765  21  1992  1796
 96         RAD  02KF    KI        1796  65  1806  1712
 97 KI      EDI  W0001             1712  69  1991  1744
```



```
 98         SBI  W0001             1744  23  1991  1794
 99         RAG  P0005             1794  60  1981  1786
100         DAG    0004            1786  35     4  1797
101         AAD  TD00    KG        1797  15  1808  1706
102 KF      GNN  ARETM  W0003      1762  44  1815  1993
103 F0005   RAD  P0001             1851  65  1977  1781
104         AAD      8002          1781  15  1834  8002
105         RAD    0002  F0003     1834  65     2  1849
106 F0004   TRD  W0001             1850  20  1991  1844
107         RAD  P0006             1844  65  1982  1840
108         DAG    0004            1840  35     4  1812
109         EDI  KH                1812  69  1716  1719
110         SBF  KH                1719  22  1716  1769
111         EDI  RDAW1             1769  69  1672  1675
112         TDI  W0002             1675  24  1992  1798
113         RAD  02KH    KI        1798  65  1813  1712
114 F0006   RAD  P0001             1852  65  1977  1831
115         AAD      8002          1831  15  1836  8002
116         RAD    0002  F0004     1836  65     2  1850
117 F0007   RAD      F7F8          1853  65  1714  1819
118           46 ANA78             1714  46  1717  1718
119         GNN  EDB     EDA       1718  44  1721  1722
120 EDB     EDI  P0006  EDBA      1721  69  1982  1741
121 EDA     EDI  P0005  EDBA      1722  69  1981  1741
122 EDBA    TDI  MEMNN  ANA78     1741  24  1884  1717
123 F7F8    TRD  W0002             1819  20  1992  1814
124         RAD  P0008             1814  65  1984  1791
125         DAG    0004            1791  35     4  1766
126         AAD  RG0W2    8002     1766  15  1810  8002
127 ANA78   RAG    8000            1717  60  8000  1725
128         ANG  KN      DEBUT     1725  46  1801  1800
129 F0008   RAG  P0006             1854  60  1982  1841
130         DAD    0002            1841  30     2  1816
131         AAD      F7F8          1816  15  1720  1819
132           90 ANA78  EDA        1720  90  1717  1722
133 G0001   RAG  PPPRI  GCOMU      1857  60  1750  1767
134 G0002   RAG  PPPRI  GCOMU      1858  60  1750  1767
135 G0003   RAG  PPPRI  GCOMU      1859  60  1750  1767
136 G0004   RAG  PPPRI  GCOMU      1860  60  1750  1767
137 G0005   RAG  PPPRI  GCOMU      1861  60  1750  1767
138 G0006   RAG  PPPRI  GCOMU      1862  60  1750  1767
139 G0007   RAG  PPPRI  GCOMU      1863  60  1750  1767
140 GCOMU   DAG    0004            1767  35     4  1677
141         AAG  ADDEL    8003     1677  10  1730  8003
142 KJ      EDI  EDP7              1817  69  1770  1673
143         SBI  EDP7              1673  23  1770  1723
144         RAD  P0005             1723  65  1981  1692
145         DAG    0004            1692  35     4  1768
146         AAD  P0006             1768  15  1982  1742
147         AAG  P0007             1742  10  1983  1792
148         AAG  TD00    EDP7      1792  10  1808  1770
149 G0000   RAG  PPPRI             1856  60  1750  1818
```

```
150             AAG   CTE2      8003        1818  10  1771  8003
151  F0000      AAD   P0006                 1846  15  1982  1842
152             DAG     0004                1842  35     4  1820
153             AAD   P0005                 1820  15  1981  1793
154             EDI   KE                    1793  69  1821  1674
155             SBI   KE                    1674  23  1821  1724
156             RAG     8002                1724  60  8002  1733
157             AAG   RD01                  1733  10  1843  1772
158             AAD   TD00    KE            1772  15  1808  1821
159  CTE1        00    0000    G0000         1802  00        1856
160  010         00    0001    0000          1689  00     1  00
161  0080                      80            1822  00           80
162  00ANA       00    0000    ANALY         1704  00        1700
163  001                       1             1764  00           1
164  0DIX0       00    0010    0000          1754  00    10  0
165  00W3        00    0000    W0003         1758  00        1993
166  TG00        21    00                    1748  21
167  RGOW2       60    0000    W0002         1810  60        1992
168  MLOW1       19    0000    W0001         1811  19        1991
169  02KF        00    0002    KF            1806  00     2  1762
170  002MI       00    0000      4000        1773  00        4000
171  TD00        20    0                     1808  20
172  ARETM       01    1333    W0003         1815  01  1333  1993
173  KH          64    0000    W0003         1716  64        1993
174  RDAW1       65    8003    W0001         1672  65  8003  1991
175  ADDEL       15    DEL     KJ            1730  15  1875  1817
176  EDP7        11    8003    0000          1770  11  8003  00
177  CTE2        00    0000    F0000         1771  00        1846
178  KE          15    P0007     0000        1821  15  1983  000
179  RD01        65    0000      0001        1843  65           1
180  EDOKM       69    0000    KM            1701  69        1751
181  EDOKN       69    0000    KN            1737  69        1801
182  EDOKP       69    0000    KP            1690  69        1702
183  02KH        00    0002    KH            1813  00     2  1716
184  00NZ0       00    0011      0000        1804  00    11  00
185  EDOKR       69    0000    KR            1696  69        1752
186  UNEME   TRD   P0002                    1708  20  1978  1732
187             RAG     8000                1732  60  8000  1823
188             ANG             UNES        1823  46  1676  1727
189             PF0   P0001     UNES        1676  71  1977  1727
190  UNES       RAV   P0002                 1727  67  1978  1783
191             EDI     8003                1783  69  8003  1774
192             SBI   MEMNN                 1774  23  1884  1824
193             DAG     0002                1824  35     2  1782
194             AAG   CTE4      8003        1782  10  1775  8003
195  T0005      DAD     0006      8002        1871  30     6  8002
196  T0007      EDI   LCDEB     DADSB         1873  69  1726  1679
```



```
197  DADSB      DAD     0002    SBFW1         1679  30     2  1825
198  SBFW1      SBF   W0001       8001        1825  22  1991  8001
199  T0001      EDI   ARDEB     DADSB         1867  69  1776  1679
200  T0009      SAG     8003                  1875  11  8003  1833
201             DAD     0006                  1833  30     6  1826
202             TRD   MEMNN     DEBUT         1826  20  1884  1800
203  CTE4        00    0000    T0000         1775  00        1866
204  LCDEB       70    0000    DEBUT         1726  70        1800
205  ARDEB       01    0000    DEBUT         1776  01        1800
206  T0002      RAG                 8003      1868  60  1777  8003
207             TRD     1976    INIT1         1777  20  1976  1729
208  INIT1      SAG   INIT2                   1729  11  1832  1827
209             GNN             DEBUT         1827  44  1678  1800
210             AAG               8003        1678  10  1728  8003
211             TRD     1939    INIT1         1728  20  1939  1729
212  INIT2      TRD     1940    INIT1         1832  20  1940  1729
213  T0006      EDI   PFDEB     DADSB         1872  69  1738  1679
214  T0003      SAG     8003                  1869  11  8003  1778
215             EDI             DADSB         1778  69  1828  1679
216             TRG     0000    DEBUT         1828  21        1800
217  T0000      SOP     0000    DEBUT         1866  00        1800
218  T0004      DAD     0002                  1870  30     2  1779
219             EDI   RGOW2                   1779  69  1810  1829
220             SBF   W0001                   1829  22  1991  1780
221             EDI   ARDEB                   1780  69  1776  1830
222             SBF   W0002   W0001           1830  22  1992  1991
```

INDEX LOGIQUE EXT

```
224          PBD   1639   1670
225          PRA   1671   1999
226 INCHA    TRD   W0007          1785  20  1997  1650
227          RAG   PPPRI          1650  60  1750  1655
228          SAG   0080           1655  11  1822  1639
229          ANG   INF    W0002   1639  46  1642  1992
230 INF      RAD   W0003          1642  65  1993  1647
231          DAD    0005          1647  30     5  1659
232          AAD   RDCKA  8002    1659  15  1662  8002
233 KA       AAG    8001          1651  10  8001  1660
234          AAG   P0005          1660  10  1981  1640
235          TRG   P0005          1640  21  1981  1641
236          DAG    0003          1641  35     3  1649
237          TRD   P0004          1649  20  1980  1643
238          RAD   W0005          1643  65  1995  1652
239          DAG    0004          1652  35     4  1663
240          AAD   RDCKB  8002    1663  15  1666  8002
241 KB       AAG    8001          1653  10  8001  1661
242          AAG   P0006          1661  10  1982  1644
243          TRG   P0006          1644  21  1982  1645
244          AAD   P0004          1645  15  1980  1646
245          DAG    0003          1646  35     3  1656
246          TRD   P0004          1656  20  1980  1648
247          RAD   W0007          1648  65  1997  1654
248          DAD    0005          1654  30     5  1667
249          AAD   RDCKC  8002    1667  15  1670  8002
250 KC       AAG    8001          1657  10  8001  1665
251          AAG   P0008          1665  10  1984  1658
252          AAD   P0004          1658  15  1980  1664
253          SAD    8002          1664  16  8002  1668
254          TDI   P0004          1668  24  1980  1669
255          TRG   P0008  COMMU    1669  21  1984  1789
256 RDCKA    RAD   C0000  KA       1662  65  1967  1651
257 RDCKB    RAD   C0000  KB       1666  65  1967  1653
258 RDCKC    RAD   C0000  KC       1670  65  1967  1657
```


BOUCLAGE LOGIQUE EXT

```
259          PRA   1500   1999
260          PBD   0001   0042
261          PEN   BOU7   0012
262          PEN   BOU8   0013
263 0000     RAD   W0003                      65  1993  0001
264          DAD    0005                 1    30     5  0014
265          AAD   OH00                14    15    17  0021
266          EDI   BOU2                21    69    24  0027
267          SBF   BOU2                27    22    24  0028
268          EDI   BOU4                28    69    31  0034
269          SBF   BOU4                34    22    31  0035
270          EDI   BOU9                35    69    38  0041
271          SBF   BOU9                41    22    38  0042
272          RAD   PPPRI               42    65  1750  0005
273          SAD   0090                 5    16     8  0015
274          ANN   BOU1                15    45    18  0019
275          AAD   OCENO  BOU1   0019  15          22  0018
276 BOU1     AAD   OC00                18    15    23  0029
277          DAG    0004                29    35     4  0039
278          EDI   BOU5                39    69    43  0002
279          SBF   BOU5                 2    22    43  0003
280          EDI   BOU7                 3    69    12  0016
281          SBF   BOU7                16    22    12  0020
282          EDI   BOU11               20    69    25  0030
283          SBF   BOU11               30    22    25  0032
284          AAG   BOU6                32    10    36  0004
285          TRG   W0006  BOU2   0004  21  1996  0024
286 BOU2     RAG    0000  BOU13  0024  60           6
287 BOU3     SAG   P0005                 7    11  1981  0037
288          ANG   BOU5  BOU11  0037  45    43  0025
289 BOU13    AAG   001   BOU4   0006  10  1764  0031
290 BOU4     TRG    00                   31    21     9
291          TDI   P0004 BOU3   0009  24  1980  0007
292 BOU5     RAG    0000  W0006  0043  60        1996
293 BOU6     AAG   P0008  BOU7   0036  10  1984  0012
294 BOU7     TRG    00                   12    21    10
295          TDI   P0005  BOU8   0010  24  1981  0013
296 BOU8     EDI   P0006                13    69  1982  0040
297          TDI   MΞMNN  ANABO  0040  24  1884  0011
298 BOU11    TRD    0000  BOU9   0025  20           38
299 BOU9     TDI    0000  ANABO  0038  24           11
300 ANABO    RAG    8000                11    60  8000  0026
301          ANG   PFDEB  DEBUT  0026  46  1738  1800
302 OH00      00   H00                  17    00  1940  0
303 0090                      90  0008  00           90
304 OCENO     00    0100          22    00   100
305 OC00      0                C0000  0023  00        1967
```

AUTOPROGRAMMATION

```
 1            PRA   0000    1351
 2            PRA    1940   1999
 3            PRG  H1941    1949
 4            PRG  C1968    1976
 5            PRG  P1977    1986
 6            PRG  W1991    1999
 7            PRG  X1838    1846
 8            PRG  F1847    1855
 9            PEN  G0000    1856
10            PRG  G1857    1865
11            PEN  T0000    1866
12            PRG  T1867    1881
13            PEN  CTRL     1882
14            PEN  LMAX     1883
15            PEN  MEMNN    1884
16            PEN  D0000    1885
17            PRG  D1886    1939
18            PEN  DEBUT    1800
19            PER  K        1930
20            PER  KPLU2    1932
21            PER  ARETM    1936
22            PER  Z        1939
23  DEBUT     RAD  MEMNN             1800  65  1884  1389
24            DAG   0004              1389  35     4  1399
25            TRD  MEMN    DEBU2      1399  20  1403  1356
26  DEBU2     TRG  P0003              1356  21  1979  1382
27            TDI  P0004              1382  24  1980  1383
28            TDI  P0005              1383  24  1981  1384
29            TDI  P0006              1384  24  1982  1385
30            TDI  P0007              1385  24  1983  1386
31            TDI  P0008              1386  24  1984  1387
32            EDI  FF      FG         1387  69  1390  1393
33  FF        RAD   0000   FH         1390  65        1355
34  FG        SBF  FF       8001      1393  22  1390  8001
35  FH        ANG  UNEME   DEUME      1355  46  1358  1359
36  DEUME     EDI   8003              1359  69  8003  1366
37            SBI  C0001              1366  23  1968  1371
38            SAD   8001              1371  16  8001  1379
39            DAG   0001              1379  35     1  1435
40            AAG  CTE1               1435  10  1388  1443
41            TRG  W0002              1443  21  1992  1395
42            SAG  CTE1               1395  11  1388  1493
43            DAG   0001              1493  35     1  1449
44            SAG   8003              1449  11  8003  1357
45            TDI  PPPRI              1357  24  1360  1363
46            DAG   0003              1363  35     3  1421
47            TRG  MEMNN              1421  21  1884  1437
48            TRD  C0004              1437  20  1971  1374
```



```
49            RAD  MEMN               1374  65  1403  1407
50            AAD  002                1407  15  1410  1365
51            TRD  P0001              1365  20  1977  1380
52            AAD  010                1380  15  1433  1487
53            EDI  FJ      FK         1487  69  1440  1543
54  FJ        RAV   0000   FL         1440  67        1405
55  FK        SBF  FJ       8001      1543  22  1440  8001
56  FL        EDI   8003              1405  69  8003  1362
57            SBI  C0003              1362  23  1970  1373
58            SAD   8001              1373  16  8001  1381
59            DAD   0001              1381  30     1  1537
60            EDI   8003              1537  69  8003  1394
61            SBF  C0002              1394  22  1969  1372
62            SAD   8001              1372  16  8001  1429
63            DAD   0003              1429  30     3  1587
64            EDI   8003              1587  69  8003  1444
65            SBI  C0005              1444  23  1972  1375
66            DAD   0001              1375  30     1  1431
67            SBF  C0005              1431  22  1972  1425
68            RAG  C0003              1425  60  1970  1475
69            DAG   0004              1475  35     4  1485
70            AAG  MEMNN              1485  10  1884  1439
71            TRG  C0006   W0002      1439  21  1973  1992
72  PERFO     PFO  P0001              1400  71  1977  1377
73            AAG  CTRL               1377  10  1882  1637
74            DAG   0004              1637  35     4  1397
75            TRG  P0001              1397  21  1977  1430
76            AAG   8002              1430  10  8002  1489
77            DAD   0004              1489  30     4  1499
78            TRG  CTRL               1499  21  1882  1535
79            SAG  LMAX               1535  11  1883  1687
80            SAG  002     SUITE      1687  11  1410  1415
81  SUITE     EDI  W0001              1415  69  1991  1494
82            TDI  P0002              1494  24  1978  1481
83            EDI  W0002              1481  69  1992  1445
84            TDI  P0003              1445  24  1979  1432
85            EDI  W0003              1432  69  1993  1396
86            TDI  P0004              1396  24  1980  1483
87            ANG  FINPF   ARETL      1483  46  1436  1737
88  FINPF     PFO  P0001   DEBUT      1436  71  1977  1800
108 G0009     RAG  CTRL               1865  60  1882  1438
109           DAG   0004              1438  35     4  1599
110           AAG   8001              1599  10  8001  1507
111           AAG  RG01               1507  10  1510  1565
112           TRG  P0002              1565  21  1978  1581
113           AAD  MEMN               1581  15  1403  1557
114           AAD  D0051              1557  15  1936  1491
115           AAD  ED10               1491  15  1644  1649
116           TRD  W0002              1649  20  1992  1545
```

```
117          DAD   0006                1545 30     6 1409
118          SBF   W0001               1409 22  1991 1694
119          EDI   C0006               1694 69  1973 1426
120          TDI   W0003               1426 24  1993 1496
121          RAG   PPPRI               1496 60  1360 1615
122          DAD   0002                1615 30     2 1571
123          AAD   C0002               1571 15  1969 1473
124          DAD   0003                1473 30     3 1631
125          AAD   C0004               1631 15  1971 1575
126          DAD   0001                1575 30     1 1681
127          AAD   MCTRO               1681 15  1486 1541
128          TRD   P0005               1541 20  1981 1434
129          EDI   C0001               1434 69  1968 1621
130          TDI   P0003  VAPF4        1621 24  1979 1482
131 G0000    RAD   PPPRI               1856 65  1360 1665
132          ANN   VFX    SP2A         1665 45  1368 1369
133 VFX      AAG   C0005               1368 10  1972 1427
134          AAG   C0004               1427 10  1971 1625
135          GNN   IND1   NIND1        1625 44  1479 1480
136 IND1     AAD   CTE2                1479 15  1532 1488
137          TRD   W0004               1488 20  1994 1497
138          TRG   W0001               1497 21  1991 1744
139          RAD   CTRL                1744 65  1882 1538
140          DAG   0004                1538 35     4 1699
141          AAD   D0052               1699 15  1937 1591
142          AAG   8001                1591 10  8001 1749
143          AAG   MEMN                1749 10  1403 1607
144          AAG   RD10                1607 10  1560 1715
145          TRG   P0002               1715 21  1978 1731
146          AAD   6013                1731 15  1484 1539
147          TRD   P0003               1539 20  1979 1582
148          RAD   C0002  W0004        1582 65  1969 1994
149 F0001    AAD   AGOW2  ADS01        1847 15  1450 1455
150 F0002    AAD   SGOW2  ADS01        1848 15  1401 1455
151 ADS01    TRD   W0003               1455 20  1993 1546
152          RAD   C0001               1546 65  1968 1523
153          DAG   0004                1523 35     4 1583
154          AAD   RGOW1               1583 15  1536 1641
155          TRD   P0005               1641 20  1981 1534
156          AAG   TG00   ASMU1        1534 10  1588 1593
157 ASMU1    AAG   C0006               1593 10  1973 1477
158          TRG   W0002  VAPF4        1477 21  1992 1482
159 F0003    AAD   MULOZ               1849 15  1402 1657
160          TRD   W0003  REUN1        1657 20  1993 1596
161 REUN1    RAG   C0001               1596 60  1968 1573
162          DAG   0004                1573 35     4 1633
163          AAG   RGOW1  MUDI1        1633 10  1536 1691
164 MUDI1    TRG   P0005               1691 21  1981 1584
165          RAG   TD00   ASMU1        1584 60  1638 1593
166 F0005    AAD   MULOZ               1851 15  1402 1707
```



```
167          TRD   W0003               1707 20  1993 1646
168          RAD   P0001               1646 65  1977 1781
169          AAD   001                 1781 15  1634 1589
170          TRD   P0001               1589 20  1977 1530
171          DAD   0004                1530 30     4 1741
172          AAD   002                 1741 15  1410 1765
173          EDI   W0003               1765 69  1993 1696
174          SBI   W0003               1696 23  1993 1746
175          DAG   0004                1746 35     4 1757
176          AAD   EDOGA  8002         1757 15  1610 8002
177 GA       TDI   P0004  REUN1        1500 24  1980 1596
178 F0004    AAD   DROW2               1850 15  1453 1807
179          TRD   W0003               1807 20  1993 1796
180          RAG   C0001               1796 60  1968 1623
181          DAG   0004                1623 35     4 1683
182          AAG   00W1   REUN2        1683 10  1586 1791
183 REUN2    AAG   RD00   MUDI1        1791 10  1794 1691
184 F0006    AAD   DROW2               1852 15  1453 1408
185          TRD   W0003               1408 20  1993 1547
186          RAD   P0001               1547 65  1977 1831
187          AAD   001                 1831 15  1634 1639
188          TRD   P0001               1639 20  1977 1580
189          AAD   020                 1580 15  1733 1688
190          EDI   EDOGB               1688 69  1392 1595
191          SBF   EDOGB  8001         1595 22  1392 8001
192 GB       TDI   P0004               1550 24  1980 1783
193          DAD   0004                1783 30     4 1643
194          DAG   0006                1643 35     6 1458
195          AAG   C0001               1458 10  1968 1673
196          DAG   0004  REUN2         1673 35     4 1791
197 F0007    AAD   C0001               1853 15  1968 1723
198          AAG   4400                1723 10  1476 1632
199          TRD   P0005               1632 20  1981 1684
200          RAD   MEMNN               1684 65  1884 1689
201          AAG   C0003               1689 10  1970 1675
202          DAG   0004                1675 35     4 1585
203          AAG   RG00                1585 10  1738 1693
204          AAD   CTRL                1693 15  1882 1788
205          AAD   4603                1788 15  1442 1597
206          EDI         F7F8          1597 69  1600 1503
207          TRD   W0001  VAPF4        1600 20  1991 1482
208 4400       44   00                 1476 44
209 4603       46   0000   0003        1442 46        3
210 F0008    AAD   MEMNN               1854 15  1884 1739
211          AAG   C0003               1739 10  1970 1725
212          DAG   0004                1725 35     4 1635
213          AAG   69                  1635 10  1594 1799
214          AAD   C0001               1799 15  1968 1773
215          AAD   900                 1773 15  1526 1682
```

```
216                EDI                F7F8          1682  69  1685  1503
217                TRD     W0001      VAPF3         1685  20  1991  1645
218  900            90       0                      1526  90
219  F7F8          TDI     W0005                     1503  24  1995  1398
220                TRD     W0003                     1398  20  1993  1647
221                AAG     CTRL                      1647  10  1882  1789
222                AAG     002                       1789  10  1410  1815
223                TRG     W0002                     1815  21  1992  1695
224                RAD     MEMN                      1695  65  1403  1508
225                DAG      0002                     1508  35     2  1416
226                AAG     C0005                     1416  10  1972  1527
227                AAD     CTRL                      1527  15  1882  1490
228                EDI     DAG4                      1490  69  1743  1697
229                SBI     P0003      DAG4           1697  23  1979  1743
230  DAG4          DAG      0004                     1743  35     4  1553
231                AAG     RGC01                     1553  10  1406  1361
232                TRG     P0002                     1361  21  1978  1732
233                AAD                W0005          1732  15  1735  1995
234                 10      0001       8003          1735  10     1  8003
235  RGC01         60      C0000       0001          1406  60  1967  0001
236  NIND1         AAD     CTE3                      1480  15  1833  1540
237                TRD     W0004                     1540  20  1994  1747
238                RAG     C0001                     1747  60  1968  1823
239                DAD      0002                     1823  30     2  1529
240                AAD     MEMN                      1529  15  1403  1558
241                DAG      0006                     1558  35     6  1424
242                AAG     001                       1424  10  1634  1590
243                AAD     C0002      W0004          1590  15  1969  1994
244  X0001         AAD     AG00       ADS02          1838  15  1492  1797
245  X0002         AAD     SG00       ADS02          1839  15  1542  1797
246  ADS02         AAD     CTRL                      1797  15  1882  1640
247                TRD     P0003                     1640  20  1979  1782
248                AAG     RG00                      1782  10  1738  1793
249                TRG     P0002                     1793  21  1978  1832
250                RAG     TG00       ASDIV          1832  60  1588  1745
251  ASDIV         AAG     C0006                     1745  10  1973  1577
252                TRG     W0001      VAPF1          1577  21  1991  1795
253  X0003         AAG     RG00                      1840  10  1738  1448
254                TRG     P0002                     1448  21  1978  1734
255                RAG      8002                     1734  60  8002  1498
256                AAG     MULOZ                     1498  10  1402  1608
257                AAD     CTRL                      1608  15  1882  1690
258                AAD     001                       1690  15  1634  1740
259                EDI      8003      REUN3          1740  69  8003  1548
260  REUN3         SBI     P0003                     1548  23  1979  1784
261                RAG     CTRL                      1784  60  1882  1790
262                AAG     GNARM                     1790  10  1598  1603
263                TRG     W0002                     1603  21  1992  1648
264                AAD     C0006                     1648  15  1973  1627
```



```
265                AAD     TD00                      1627  15  1638  1698
266                TRD     W0001      VAPF2          1698  20  1991  1748
267  X0005         AAG     RG00                      1842  10  1738  1798
268                TRG     P0002                     1798  21  1978  1834
269                RAG      8002                     1834  60  8002  1650
270                AAD     P0001                     1650  15  1977  1785
271                AAD     001                       1785  15  1634  1592
272                TRD     P0001                     1592  20  1977  1630
273                AAD     020                       1630  15  1733  1642
274                AAD     CTRL                      1642  15  1882  1692
275                SAD     002                       1692  16  1410  1466
276                EDI     ED2GC                     1466  69  1419  1422
277                SBF     ED2GC       8001          1422  22  1419  8001
278  GC            SBI     P0004                     1700  23  1980  1835
279                AAG     MULOZ                     1835  10  1402  1658
280                EDI      8003                     1658  69  8003  1364
281                DAD      0004      REUN3          1364  30     4  1548
282  X0004         AAD     DR00                      1841  15  1750  1505
283                AAD     CTRL                      1505  15  1882  1742
284                TRD     P0003                     1742  20  1979  1636
285                AAG     RD00                      1636  10  1794  1451
286                TRG     P0002      REUN4          1451  21  1978  1686
287  REUN4         RAG     TD00       ASDIV          1686  60  1638  1745
288  X0006         AAD     DR00                      1843  15  1750  1555
289                AAD     CTRL                      1555  15  1882  1792
290                SAD      8002                     1792  16  8002  1501
291                TDI     P0003                     1501  24  1979  1736
292                AAD     P0001                     1736  15  1977  1786
293                AAD     001                       1786  15  1634  1551
294                TRD     P0001                     1551  20  1977  1680
295                AAD     020                       1680  15  1733  1601
296                EDI     EDOGD                     1601  69  1354  1708
297                SBF     EDOGD                     1708  22  1354  1758
298                RAD      8003      EDOGD          1758  65  8003  1354
299  GD            SBI     P0004                     1651  23  1980  1836
300                AAD     RD01                      1836  15  1701  1605
301                TRD     P0002      REUN4          1605  20  1978  1686
302  X0007         AAD     C0001                     1844  15  1968  1474
303                AAD     4400                      1474  15  1476  1751
304                TRD     W0001                     1751  20  1991  1801
305                RAD     MEMN                      1801  65  1403  1808
306                DAG      0002                     1808  35     2  1516
307                AAG     C0003                     1516  10  1970  1775
308                AAD     MEMNN                     1775  15  1884  1452
309                DAG      0004                     1452  35     4  1413
310                AAG     RG01                      1413  10  1510  1566
311                AAD     CTRL                      1566  15  1882  1502
312                AAD     4600                      1502  15  1655  1459
313                TRD     P0003      TGP21          1459  20  1979  1552
```

```
314  4600     46   00                    1655  46
315  X0008    AAD  MEMNN                 1845  15  1884  1602
316           DAG    0004                1602  35     4  1463
317           AAD  C0001                 1463  15  1968  1524
318           AAD  900                   1524  15  1526  1652
319           TRD  P0003                 1652  20  1979  1702
320           RAD  MEMN                  1702  65  1403  1509
321           DAG    0002                1509  35     2  1616
322           AAD  C0003                 1616  15  1970  1825
323           DAD    0006                1825  30     6  1752
324           AAD          VAPF0         1752  15  1705  1559
325            69   0000   0001          1705  69              1
326  SP2A     RAG  C0001                 1369  60  1968  1574
327           AAG  C0002                 1574  10  1969  1624
328           AAG  RD01                  1624  10  1701  1755
329           TRG  W0001                 1755  21  1991  1802
330           RAD  C0006                 1802  65  1973  1677
331           AAD  TD00                  1677  15  1638  1653
332           AAG  C0005                 1653  10  1972  1727
333           GNN  IND2A  NIN2A          1727  44  1703  1753
334  IND2A    EDI  W0001                 1703  69  1991  1803
335           TDI  W0002                 1803  24  1992  1404
336           TRG  W0001                 1404  21  1991  1454
337           TRD  W0003                 1454  20  1993  1504
338           RAD  CTRL                  1504  65  1882  1554
339           DAG    0004                1554  35     4  1666
340           AAG  MEMN                  1666  10  1403  1609
341           AAG  RG1AG                 1609  10  1460  1716
342           AAD  D0052                 1716  15  1937  1604
343           AAD  MEMX                  1604  15  1659  1513
344           EDI    8003                1513  69  8003  1370
345           SBI  P0002                 1370  23  1978  1654
346           AAD  RG08                  1654  15  1709  1563
347           TRD  P0003  VAPF3          1563  20  1979  1645
348  NIN2A    TRD  W0002                 1753  20  1992  1704
349           RAD  MEMN                  1704  65  1403  1759
350           DAG    0002                1759  35     2  1766
351           AAG  CTRL                  1766  10  1882  1754
352           AAD    8001                1754  15  8001  1411
353           DAG    0004                1411  35     4  1671
354           AAG  RG01                  1671  10  1510  1816
355           TRG  P0002                 1816  21  1978  1804
356           AAD  C0001                 1804  15  1968  1674
357           AAD  AD10   TDP32          1674  15  1777  1805
358  TDP32    TRD  P0003  VAPF2          1805  20  1979  1748
359  G0001    RAD  C0002  SUITG          1857  65  1969  1724
360  G0002    RAD  C0002  SUITG          1858  65  1969  1724
361  G0003    RAD  C0002  SUITG          1859  65  1969  1724
362  G0004    RAD  C0002  SUITG          1860  65  1969  1724
```



```
363  G0005    RAD  C0002  SUITG          1861  65  1969  1724
364  SUITG    DAG    0002                1724  35     2  1456
365           AAG  C0001                 1456  10  1968  1774
366           DAG    0004                1774  35     4  1506
367           TRG  W0001                 1506  21  1991  1556
368           RAD  PPPRI                 1556  65  1360  1367
369           DAG    0004                1367  35     4  1827
370           AAD  EDDEL                 1827  15  1730  1606
371           SAD  0DIX0    8002         1606  16  1809  8002
372  HA       TDI  W0004                 1656  24  1994  1706
373           RAD  C0006                 1706  65  1973  1378
374           AAD  TD00                  1378  15  1638  1756
375           AAG  C0004                 1756  10  1971  1576
376           AAG  C0005                 1576  10  1972  1428
377           GNN  IND3A  NIN3A          1428  44  1806  1660
378  IND3A    EDI  W0001                 1806  69  1991  1710
379           TDI  W0002                 1710  24  1992  1760
380           TRG  W0001                 1760  21  1991  1810
381           TRD  W0003                 1810  20  1993  1461
382           RAG  CTRL                  1461  60  1882  1511
383           DAG    0004                1511  35     4  1721
384           AAG  W0004                 1721  10  1994  1561
385           AAG  RG00                  1561  10  1738  1611
386           AAD  D0052                 1611  15  1937  1661
387           AAD  MEMY                  1661  15  1414  1469
388           AAD  MEMN                  1469  15  1403  1711
389           AAD  RD10                  1711  15  1560  1417
390           TRD  P0002  TGP33          1417  20  1978  1549
391  TGP33    TRG  P0003  VAPF3          1549  21  1979  1645
392  NIN3A    TRD  W0002                 1660  20  1992  1761
393           RAD  MEMN                  1761  65  1403  1811
394           DAG    0002                1811  35     2  1467
395           AAG  CTRL                  1467  10  1882  1412
396           AAD    8001                1412  15  8001  1519
397           DAG    0004                1519  35     4  1579
398           AAG  RD01                  1579  10  1701  1462
399           TRG  P0002                 1462  21  1978  1512
400           AAD  W0004                 1512  15  1994  1562
401           AAD  ED10   TDP32          1562  15  1644  1805
402  CTE1      00   0000  G0000          1388  00              1856
403  002                       2         1410  00                 2
404  010       00   0001  0000          1433  00     1  00
405  RG1AG     60   0001  8003          1460  60     1  8003
406  MCTRO     00   1877  0000          1486  00  1877  0000
407  69        69   00                  1594  69
408  PERF1     00   0100  0001          1612  00   100  0001
409  PERF2     00   0200  0002          1662  00   200  0002
410  PERF3     00   0300  0003          1712  00   300  0003
```

```
411  PERF4    00    0400    0004      1762  00   400  0004
412  PERF5    00    0500    0005      1812  00   500  0005
413  CTE2     00    0000  F0000       1532  00        1846
414  CTE3     00    0000  X0000       1833  00        1837
415  RD10     65    0001    0000      1560  65     1  00
416  6013     60    0000    0013      1484  60          13
417  AGOW2    10    0000  W0002       1450  10        1992
418  SGOW2    11    0000  W0002       1401  11        1992
419  TGOO     21    00                1588  21
420  RGOW1    60    0000  W0001       1536  60        1991
421  MULOZ    19    0000  Z           1402  19        1939
422  001                      1       1634  00           1
423  EDOGA    69    0000  GA          1610  69        1500
424  TDOO     20    0                 1638  20
425  DROW2    64    0000  W0002       1453  64        1992
426  OOW1     00    0000  W0001       1586  00        1991
427  020      00    0002    0000      1733  00     2  00
428  EDOGB    69    0000  GB          1392  69        1550
429  RDOO     65    00                1794  65
430  AGOO     10    0                 1492  10
431  SGOO     11    00                1542  11
432  RGOO     60    0                 1738  60
433  ED2GC    69    0002  GC          1419  69     2  1700
434  GNARM    44  ARETM     0000      1598  44  1936  000
435  DROO     64    00                1750  64
436  EDOGD    69    0000  GD          1354  69        1651
437  RD01     65    0000    0001      1701  65           1
438  RGO8     60    0000       8      1709  60           8
439  MEMX     00              28      1659  00          28
440  MEMY     00              43      1414  00          48
441  VAPF1  RAD   PERF1   PERFO      1795  65  1612  1400
442  VAPF2  RAD   PERF2   PERFO      1748  65  1662  1400
443  VAPF3  RAD   PERF3   PERFO      1645  65  1712  1400
444  VAPF4  RAD   PERF4   PERFO      1482  65  1762  1400
445  VAPF5  RAD   PERF5   PERFO      1613  65  1812  1400
446  RG01     60    000       1      1510  60           1
447  AD10     15    0001    0000      1777  15     1  00
448  EDDEL    69  DOOOO   HA          1730  69  1885  1656
449  ODIXO    00    0010    0000      1809  00    10  00
450  ED10     69    0001    0000      1644  69     1  00
451  033      00    0003    0003      1663  00     3  0003
452  24W12    24  W0001     0002      1713  24  1991  0002
453  240K     24    0000  K           1763  24        1930
454  24551    24    0055    0001      1813  24    55  0001
455  44K2     44  KPLU2     0000      1464  44  1932  000
456  ARETL  LEC   1951                1737  70  1951  1514
457         EDI   1951                1514  69  1951  1564
```



```
458          TDI  CTRL                1564  24  1882  1614
459          EDI   1952               1614  69  1952  1664
460          TDI  LMAX                1664  24  1883  1714
461          RAD  MEMN    DEBU2       1714  65  1403  1356
462  UNEME   TRD  W0002               1358  20  1992  1764
463          RAD  MEMN                1764  65  1403  1814
464          AAD  001                 1814  15  1634  1517
465          TRD  P0001               1517  20  1977  1780
466          RAV  W0002               1780  67  1992  1567
467          EDI   8003               1567  69  8003  1824
468          SBI  MEMNN               1824  23  1884  1617
469          EDI   8003               1617  69  8003  1626
470          SBF  W0001               1626  22  1991  1667
471          DAG   0002               1667  35     2  1676
472          AAG  CTE4     8003       1676  10  1629  8003
473  T0005   RAD  W0001               1871  65  1991  1717
474          DAD   0004               1717  30     4  1478
475          TRD  W0001   UNE53       1478  20  1991  1767
476  UNE53   TRD  P0002               1767  20  1978  1817
477          PFO  P0001               1817  71  1977  1528
478          RAD  W0001               1528  65  1991  1418
479          DAG   0004               1418  35     4  1679
480          AAD  001                 1679  15  1634  1468
481          TRD  P0001               1468  20  1977  1830
482          EDI  UNE51               1830  69  1518  1771
483          SBF  UNE51    8001       1771  22  1518  8001
484  UNE51   RAV   00                 1518  67        1568
485          EDI   8003               1568  69  8003  1726
486          SBI  W0001               1726  23  1991  1618
487          AAG   8001               1618  10  8001  1776
488          SAG  ENCOD               1776  11  1729  1668
489          GNN          UNE52       1668  44  1821  1472
490          AAG   8001   UNE53       1821  10  8001  1767
491  UNE52   RAG   8002               1472  60  8002  1718
492          AAD  MEMNN               1718  15  1884  1768
493          SAG   8003               1768  11  8003  1826
494          SBI  P0002   FINPF       1826  23  1978  1436
495  T0007   RAD  6300    LECPF       1873  65  1578  1818
496  LECPF   AVD  W0002   VAPFO       1818  17  1992  1559
497  VAPFO   TRD  P0002   FINPF       1559  20  1978  1436
498  T0001   RAV  W0002   VAPFO       1867  67  1992  1559
499  T0009   DAD   0006   VAPFO       1875  30     6  1559
500  CTE4     00   0000   T0000       1629  00        1866
501  ENCOD    00   0000   DEBUT       1729  00        1800
502  6300     63   00                 1578  63
503  T0002   RAG  CTRL                1868  60  1882  1569
504          DAG   0004               1569  35     4  1779
505          AAG   8001               1779  10  8001  1619
506          AAD   8001               1619  15  8001  1628
```

```
 507          AAG  RG01                    1628  10  1510  1669
 508          TRG  P0002                   1669  21  1978  1719
 509          AAG  033                     1719  10  1663  1769
 510          TRG  W0003                   1769  21  1993  1819
 511          AAD  24W12                   1819  15  1713  1420
 512          TRD  W0002                   1420  20  1992  1470
 513          RAD  D0051                   1470  65  1936  1520
 514          DAG    0004                  1520  35     4  1570
 515          AAD    8001                  1570  15  8001  1678
 516          EDI  240K                    1678  69  1763  1620
 517          SBF  P0006                   1620  22  1982  1670
 518          AAD  24551                   1670  15  1813  1720
 519          TRD  P0005                   1720  20  1981  1770
 520          RAG  MEMNN                   1770  60  1884  1820
 521          AAG  44K2                    1820  10  1464  1522
 522          TRG  W0001  VAPF5            1522  21  1991  1613
 523 T0006    RAD  RD00   LECPF            1872  65  1794  1818
 524 T0003    SAG    8003                  1869  11  8003  1728
 525          DAD    0002                  1728  30     2  1572
 526          AAD  TD00                    1572  15  1638  1622
 527          TRD  W0001                   1622  20  1991  1672
 528          RAG  CTRL                    1672  60  1882  1722
 529          AAG  RG00   TGP21            1722  10  1738  1552
 530 TGP21    TRG  P0002  VAPF1            1552  21  1978  1795
 531 T0000    RAV  W0002  VAPF0            1866  67  1992  1559
 532 T0004    RAV  W0002                   1870  67  1992  1772
 533          SAD  0300                    1772  16  1778  1822
 534          TRD  W0001                   1822  20  1991  1828
 535          AAG  69                      1828  10  1594  1829
 538          AAG  CTRL                    1829  10  1882  1352
 539          SAG    8003                  1352  11  8003  1353
 540          SBF  P0002  VAPF1            1353  22  1978  1795
 541 0300       03    00                   1778  03
```


CHARGEMENT

```
   1          PRA   1995   1996
              PRA   1967   1967
              PRA   0000   1940
   3          PRA   1950   1950
   4          PRG  D1997   1999
   5          PRG  L1951   1960
   6          PEN  SC      1994
   7 SA       RAG  M1                  1961  60  1964  1969
   8          AAG  MILLE               1969  10  1972  1977
   9          AAD    8001              1977  15  8001  1985
  10          AAD  L0009               1985  15  1959  1963
  11          TRG  M1                  1963  21  1964  1967
  12          TRD  L0009               1967  20  1959  1962
  13          SAG  L0001               1962  11  1951  1965
  14          ANG  SUITE  LECT         1965  46  1968  1970
  15 SUITE    RAG  L0010               1968  60  1960  1966
  16          DAG    0002  SD          1966  35     2  1973
  17 SD       TRG  L0010  L0009        1973  21  1960  1959
  18 SC       RAD  L0001               1994  65  1951  1971
  19          ANG  TRAN   NTRAN        1971  46  1974  1975
  20 NTRAN    RAG  M3     COMMU        1975  60  1978  1983
  21 TRAN     RAD  D0001               1974  65  1997  1976
  22          EDI  L0007               1976  69  1957  1979
  23          TDI  L0010               1979  24  1960  1980
  24          EDI  M2     COMMU        1980  69  1984  1983
  25 COMMU    TDI  L0009               1983  24  1959  1981
  26          AVD  L0001               1981  17  1951  1982
  27          EDI  M1                  1982  69  1964  1986
  28          SBF  M1                  1986  22  1964  1987
  29          DAG    0004              1987  35     4  1947
  30          AAD    8001              1947  15  8001  1988
  31          SBF  L0001  L0009        1988  22  1951  1959
  33 SB       ANG  OUI    NON          1989  46  1942  1943
  34 OUI      SAG  UN     TEST         1942  11  1945  1949
  35 NON      AAG  UN     TEST         1943  10  1945  1949
  36 TEST     EDI  L0010               1949  69  1960  1990
  37          SD0  HUIT   NEUF         1990  90  1944  1946
  38 HUIT     SD9  DELDE  DELZE        1944  99  1948  1991
  39 NEUF     SD9  ZEDEL  M1           1946  99  1992  1964
  40 DELDE    MUL  D0003  ADDIT        1948  19  1999  1993
  41 DELZE    MUL  D0001  ADDIT        1991  19  1997  1993
  42 ZEDEL    MUL  D0002  ADDIT        1992  19  1998  1993
  43 ADDIT    AAD    8003  M1          1993  15  8003  1964
  44 LECT     LEC  SC       8000       1970  70  1994  8000
  45 M1       TRD    0000  SA          1964  20        1961
  46 M2       RAD  L0002  SB           1984  65  1952  1989
  47 M3       RAD  L0002  M1           1978  65  1952  1964
  48 MILLE      00   0001    0000       1972  00     1  00
  49 UN                        1       1945  00           1
```

Vu et Approuvé

Nancy, le

Le Doyen,

E. URION.

Vu et Permis d'Imprimer

Nancy, le

Le Recteur :

Président du Conseil de
l'Université.

P. IMBS.