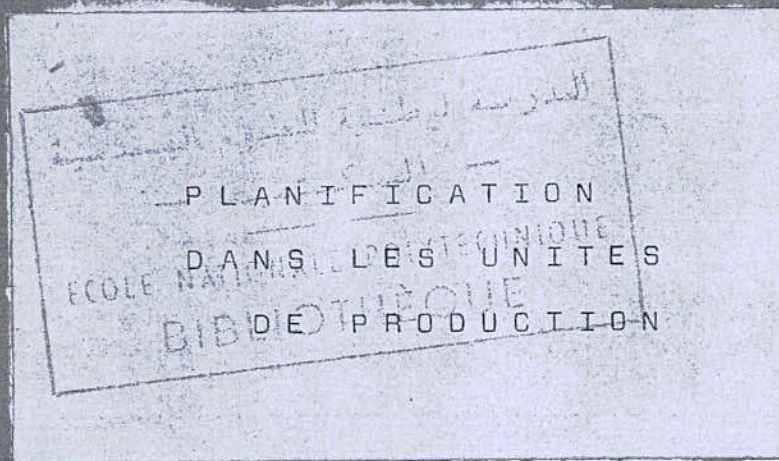


PN008175

SONATRACH

DIRECTION ORGANISATION ET PLANIFICATION
DEPARTEMENT CENTRE DE CALCUL

(2x)



ETABLI PAR

Le

R. OULD HAMOUDA
A. CHELALI

JUIN 1975

PLANIFICATION
DANS LES UNITES
DE PRODUCTION

R. OULD HAMOUDA
A. CHELALI

JUIN 1975

Que tous les Professeurs qui ont contribué
a notre formation trouvent ici l'expression de
notre profonde gratitude

Nous remercions Monsieur R. BENSIALI,
Ingénieur en Informatique, pour l'aide précieuse
qu'il nous a apporté, ainsi que tous nos camarades
qui, d'une manière ou d'une autre, ont participé
à la rédaction de ce projet

A nos parents

A nos amis

TABLER DES MATIERES

- 1 - DEFINITION DU PROBLEME
 - 11 - Description du système de production
 - 12 - Enoncé du problème
 - 13 - Situation du problème

 - 2 - DOHNERES POUR LA PLANIFICATION

Résultats attendus

 - 3 - FORMULATION MATHÉMATIQUE DU PROBLEME
 - 31 - Présentation des variables
 - 32 - Etude et évolution des bacs

 - 4 - CALCULS PRELIMINAIRES
 - 41 - Uniformisation du système
 - 42 - Quantités à produire par unité et par huile
 - 43 - Durées totales de traitement de chaque unité sur chaque produit

 - 5 - RECHERCHE DE SOLUTIONS REALISABLES
 - 51 - Construction d'une table de transition
 - 52 - Recherche de solutions réalisables
 - 53 - Calcul des phases et planification des unités en discontinu
 - 54 - Nouvelles durées de traitement et calcul des stocks à la fin de chaque phase

 - 6 - ORGANIGRAMMES ET PROGRAMMES

Résultat du test

 - 7 - CONCLUSION
-

I - DEFINITION DU PROBLEME

11 - Description du système de production

La raffinerie produit 4 huiles de base : SPINDLE

MID-VISCOUS

VISCOUS

BRIGHT-STOCK

Ces huiles sont ensuite mélangées et complétées par des additifs pour obtenir des huiles commercialisées.

Le système de production des huiles de base comprend :

- Un ensemble de bacs de stockage
- 5 unités de traitement qui sont :

. L'unité de distillation sous vide	VDU
. " " désasphaltage au propane	PDU
. " d'extraction au furfural	FEU
. " de déparaffinage à la MEK	MEK
. " Hydrofinishing	HFU

2 de ces unités fonctionnent en continu :

Une unité fonctionne en continu lorsque la production des huiles qui y sont traitées ne s'arrête pas durant toute la période.

Ces unités en continu sont :

- . Unité VDU qui produit durant toute la période du SPINDLE, du MID-VISCOUS, du VISCOUS et du BRIGHT-STOCK.

La plus grande partie des 3 premiers produits va au mélange des fuels.

Les quantités nécessaires pour fabriquer les huiles de bases sont prélevées en fonction des besoins.

- . Unité PDU qui utilise la totalité du BRIGHT-STOCK produit par le VDU.

...

Une partie est transformée en BRIGHT-STOCK désasphalté et le reste sortant sous forme d'asphalte.

L'alimentation en SPINDLE, MID-VISCOUS et VISCOUS pour les huiles de base est donc discontinuë et à la demande.

Les 3 autres unités FEU, MEK et HFU fonctionnent en discontinu.

Une unité fonctionne en discontinu lorsqu'elle travaille sur un produit à la fois.

** Chaque unité est caractérisée par :

- sa capacité nominale de traitement par jour

Elle s'exprime soit par la :

- . charge en m³/j
- . production en m³/j

- son rendement ou facteur de transformation

$$\text{rendement} = \frac{\text{Production}}{\text{Charge}}$$

** Les bacs de stockage sont caractérisés par leur :

- capacité en m³
- limite d'utilisation maximale
- limite d'utilisation minimale

Les deux dernières caractéristiques sont dictées par des raisons de sécurité économique et technique :

- . Stock minimal dans chaque bac pour éviter toute rupture de stock
- . Limite d'utilisation maximale en prévision d'une éventuelle dilatation des produits.

Chaque bac est utilisé pour un seul produit sauf un (le bac 731, voir schéma 1) qui peut contenir soit du spindle déparaffiné, soit du mid-viscous déparaffiné.

DE BASE

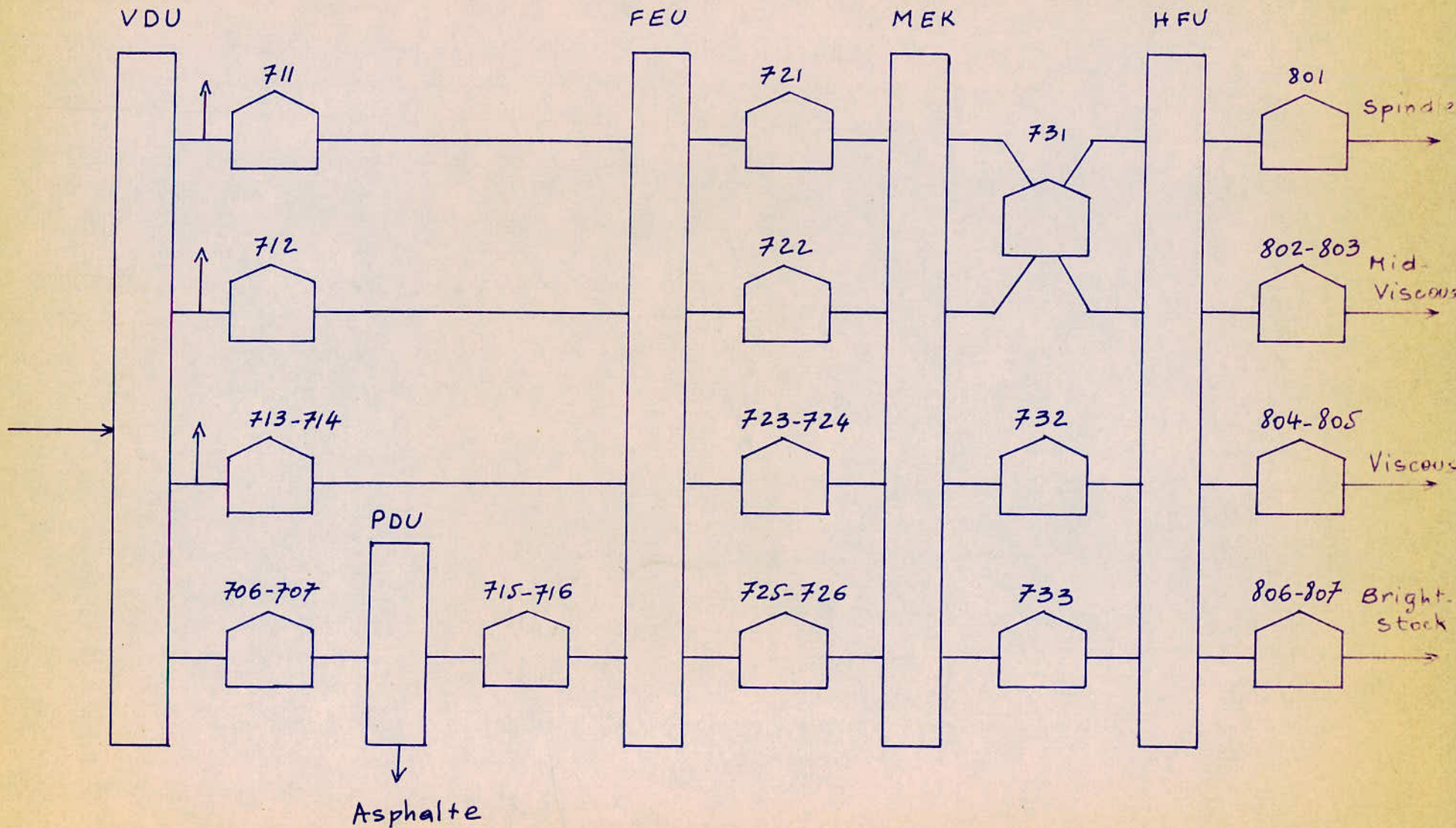


Schéma 1

12 - ENONCE DU PROBLEME

Pendant une période de temps donnée (par exemple 30 jours), on veut produire des quantités déterminées des huiles de base.

Il s'agit de planifier les opérations sur les unités MEU, MEK et MFU pour produire ces quantités, en utilisant au mieux les capacités de stockage des bacs, et les capacités de traitement des unités.

Pour cette planification, on pose les contraintes suivantes :

- a) - La durée de la période à planifier est un nombre entier de jours.
- b) - Les unités fonctionnent sans interruption, leur allure doit être ajustée à la production à fournir ; ces allures peuvent donc être inférieures ou supérieures aux allures nominales.
- c) - Lorsqu'on change le produit sur lequel une unité travaille, ce changement doit se faire d'un produit à un produit voisin (c'est-à-dire de viscosité voisine).

Par exemple : de MID-VISCOUS à VISCOUS, ou SPINDLE mais non à BRIGANT-STOCK etc....

- d) - La durée de fonctionnement continu d'une unité pour un produit doit être un nombre entier de jour ; cette durée ne doit pas être inférieure à une valeur donnée, par exemple, trois jours.
- e) - Le niveau des produits dans chaque bac doit rester entre deux limites par exemple 5% et 95 % de la capacité.

13 - SITUATION DU PROBLEME

Le problème étant défini, que s'agit-il de faire ?

Nous avons deux contraintes très importantes fixées :

La durée de la période et les quantités à produire durant cette période.

Il ne s'agit donc pas de produire le maximum au cours d'une période fixée.

Il ne s'agit pas non plus de produire certaines quantités fixées en un minimum de temps.

Il s'agit seulement de satisfaire une certaine demande durant une période donnée.

D'autre part, à aucun moment, on ne fait référence à des coûts quelconques ; par exemple les coûts d'exploitation, coûts de production etc....

Donc à première vue, ce n'est pas un problème d'optimisation mais un problème d'ordonnancement.

Il peut avoir plusieurs solutions ou ne pas avoir de solution.

La contrainte C (le changement de produit sur une unité en discontinu, se fait d'un produit à un produit voisin) peut nous servir comme critère de choix parmi les solutions possibles.

La solution optimale sera celle qui comportera un nombre minimal de changements.

Le système comporte un bac qui sert au stockage de deux produits (le bac 731).

Il comporte aussi une unité en continu qui ne traite qu'un seul produit.

Pour l'utilisation de ce bac et de cette unité nous serons amenés à formuler certaines hypothèses.

Nous nous attacherons à chercher une ou plusieurs solutions réalisables pour le problème posé, et à faire l'ébauche d'une solution générale pour tous les systèmes ayant une structure similaire.

2 - DONNÉES POUR LA PLANIFICATION ET RÉSULTATS ATTENDUS

21 - Données pour la période à planifier :

- durée de la période à planifier en nombre de jours
- quantités d'huile de base à produire en m³
- état des stocks en début de période
- état désiré des stocks en fin de période.

22 - Caractéristiques des unités et des bacs

- Capacité de traitement de chaque unité en m³/j
La capacité de production est facilement calculable :
Capacité de production = Capacité de traitement x Rendement.
- Facteur de transformation de chaque unité ou rendement
$$\text{Rendement} = \text{Production} / \text{Charge}$$
- Capacité des bacs de stockage.

23 - Caractéristiques de la planification

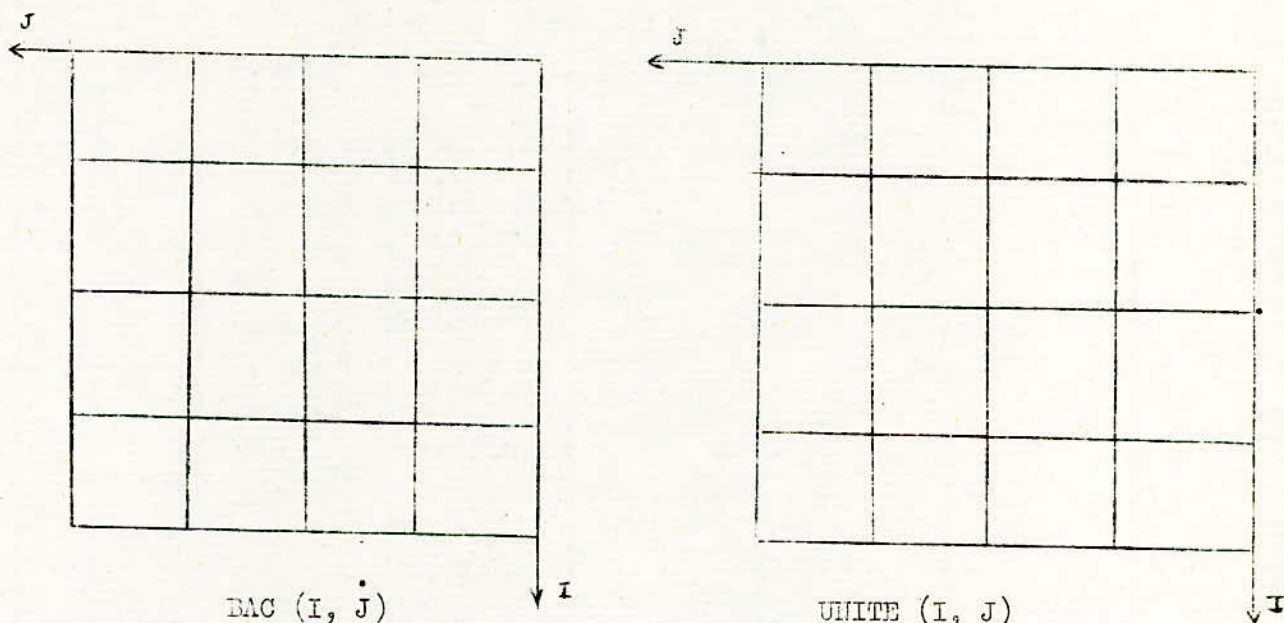
- Limites inférieure et supérieure de fonctionnement des bacs
- Durée minimale de fonctionnement continu d'une unité sur un produit.

24 - Résultats attendus

- Planification des unités de traitement : dates auxquelles on change de produit
- Evolution des quantités stockées dans les bacs en fonction du temps.

3- FORMULATION MATHÉMATIQUE DU PROBLÈME

31 - Présentation des variables :



Cette disposition est adoptée car les calculs sont faits en remontant de l'aval à l'amont.

Bacs de stockage : BAC (I, J)

Variables	Signification
CAP (I, J)	Capacité des bacs
SI (I, J)	Stock en début de période
SF (I, J)	Stock en fin de période
ST (I, J)	Stock à un moment donné de la période
UMAXE	Limite d'utilisation maximale des bacs (95 %)
UMINB	Limite d'utilisation minimale des bacs (5 %)

Une réserve très importante est à faire quant à l'emploi de UMINB (Voir plus loin : 321).

...

UNITES DE TRAITEMENT : UNITE (I, J)

Variables	Signification
REND (I, J)	Rendement en volume ou facteur de transformation. Donnés pour toutes les unités sauf VDU
RKC (I, J)	Charge journalière en m ³ /j à l'allure de marche 100 %. Ces valeurs sont données pour toutes les unités sauf VDU.
RKP (I, J)	Production journalière en m ³ /j à l'allure de marche 100 %. Données pour VDU, calculées pour les autres unités. $RKP(I,J) = RKC(I,J) * REND (I,J)$
PRØT (I, J)	Quantités à produire par unité et par huile sans tenir compte de la variation des stocks. Données pour l'unité MFU et calculées pour les autres unités.
PRØF (I, J)	Quantités à produire par unité et par huile à la sortie de l'unité c'est-à-dire en tenant compte de la variation du stock. Calculées pour toutes les unités : $PRØF (I,J) = PRØT(I,J) - SI(I,J) + SF(I,J)$
RIKP (I, J)	Allures de marche des unités après réduction des durées de traitement à des nombres entiers et ajustement de ces données.

...

IDM	Durée minimale de traitement continu d'une unité sur un produit IDM = 3 jours
IT	Durée de la période à planifier IT = 30 jours
ITP (I, J)	Durées totales de traitement de chaque unité sur chaque produit.

32 - Etudes et évolution des bacs

321 - Bac utilisé pour le stockage de deux produits :

Dans le système étudié, un seul bac est utilisé pour 2 produits : le bac 731, qui peut contenir soit du spindle soit du mid-viscous.

Pour l'utilisation d'un tel bac, on formule deux hypothèses:

HYPOTHESE 1 :

Pendant une période IT donnée, ce bac ne peut servir que pour le stockage d'un produit, selon les besoins.

HYPOTHESE 2 :

Un bac est utilisé pour le stockage de deux produits lorsque la demande globale de l'un d'eux est très faible par rapport aux autres.

CONSEQUENCES :

- La planification pour une période va donc porter sur 3 produits seulement.
- On se fixe à l'avance au cours de quelle(s) période(s) produire la demande faible.

Pour éviter tout mélange, à chaque changement de produit le bac sera complètement vidé (et lavé si nécessaire).

Lorsqu'un changement de produit stocké doit s'opérer, la condition UMILB c'est-à-dire limite d'utilisation minimale du bac, ne sera pas respectée :

PERIODE T :

Produit I en traitement

- $SI(I, J) \geq CAP(I, J) * UMILB$

- $.SF(I, J) \geq CAP(I, J) * UMILB$

Si la production de I continue, sinon

. $SF(I, J) = 0$

PERIODE T + 1

Produit I en traitement (pas de changement)

- $SI(I, J) \geq CAP(I, J) * UMILB$

- $.SF(I, J) \geq CAP(I, J) * UMILB$

Si la production de I continue à la période T+2

sinon

. $SF(I, J) = 0$

Produit I + 1 en traitement (donc changement)

- $SI(I+1, J) = 0$

- $.SF(I+1, J) \geq CAP(I+1, J) * UMILB$

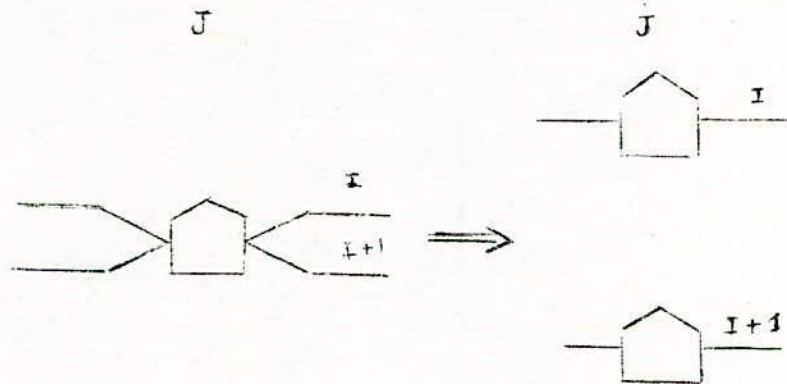
Si production de I+1, continue, sinon

. $SF(I+1, J) = 0$

Dans le programme et pour des facilités de programmation, ce bac sera remplacé par deux bacs de même capacité dont un seul fonctionne à la fois.

...

(Ceci rentre dans le cadre de l'uniformisation du système en vue d'une généralisation éventuelle du programme à tous les problèmes ayant une structure similaire).



L'état initial et final de ce bac pour une période donnée, sont relatifs à un même produit.

PERIODE T :

Produit I : demande nulle \Rightarrow $SI(I, J) = SF(I, J) = 0$
le bac est fictif

Produit I+1 : demande 0 \Rightarrow $SI(I+1, J) \geq 0$
 $SF(I+1, J) \geq 0$

Sinon

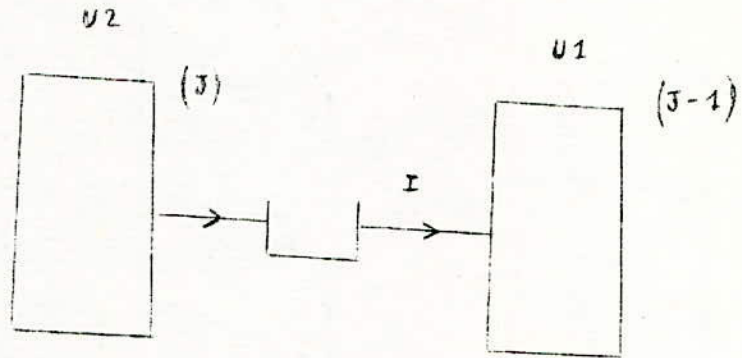
Produit I : demande $> 0 \Rightarrow$ $SI(I, J) \geq 0$
 $SF(I, J) \geq 0$

Produit I+1 : demande = 0 \Rightarrow $SI(I+1, J) = 0$
 $SF(I+1, J) = 0$

...

322- Evolution des bacs

Soit un bac utilisé uniquement pour l'huile I et situé entre deux unités U1 et U2.



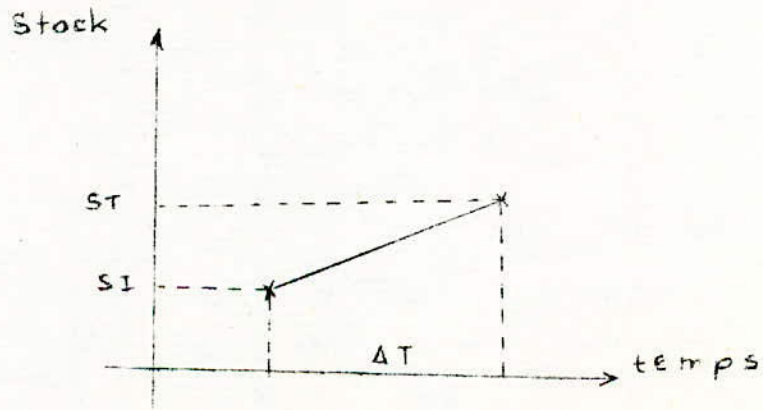
a) U2 fonctionne pour l'huile I

U1 ne fonctionne pas pour l'huile I

Le bac se remplit et le stock à un moment donné de la période est :

$$ST(I, J) = SI(I, J) + RKP(I, J) \times \Delta T$$

ΔT : durée de fonctionnement de U2 sur l'huile I, en nombre entier de jours.



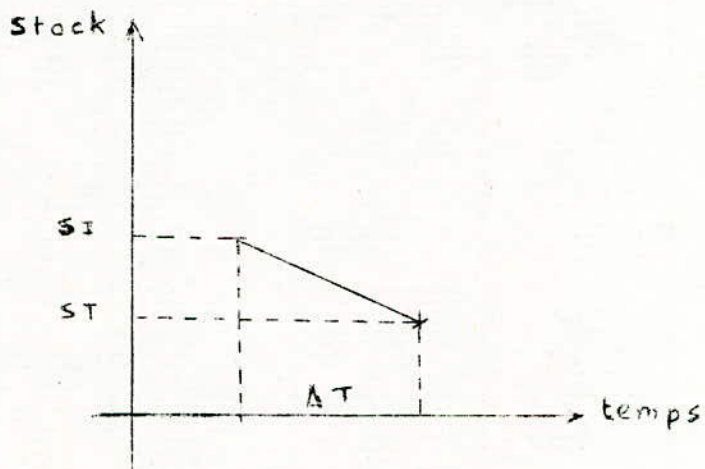
...

b) U2 ne fonctionne pas pour l'huile I

U1 fonctionne pour l'huile I

Le bac se vide :

$$ST(I, J) = SI(I, J) - (RKP(I, J-1)/REND(I, J-1)) \times \Delta T$$



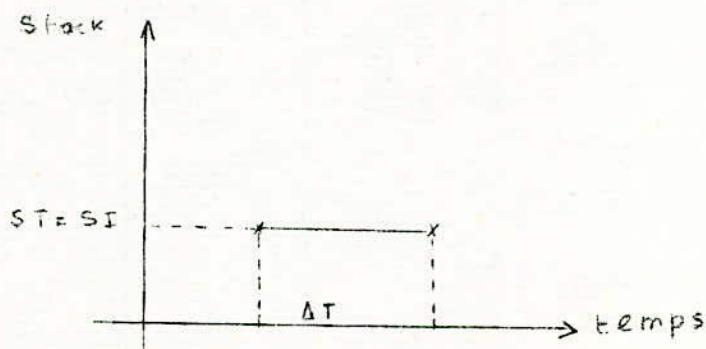
c) U1 et U2 ne fonctionnent pas pour l'huile I

ou U1 et U2 fonctionnent pour l'huile I dans le cas :

$$RKP(I, J) = RKP(I, J-1)/REND(I, J-1)$$

La charge journalière de l'unité en aval est égale à la production journalière de l'unité à l'amont. Dans ce cas, l'état du bac n'évolue pas.

$$ST(I, J) = SI(I, J)$$



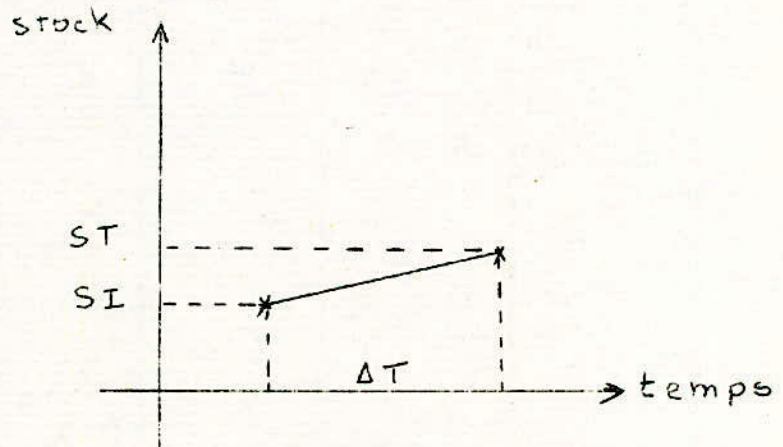
...

d) U1 et U2 fonctionnent pour l'huile I dans le même temps, deux cas à distinguer alors :

$$* RKP (I,J) > RKP (I,J-1)/REND (I,J-1)$$

Le bac se remplit car la production journalière de U2 est supérieure à la charge journalière de U1

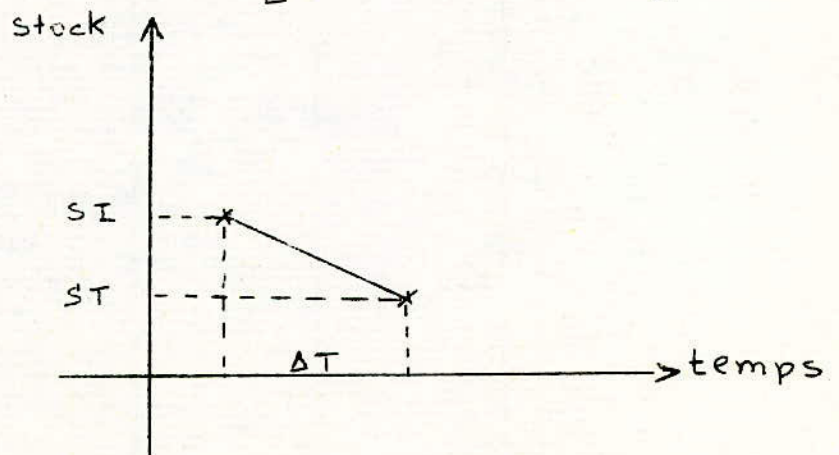
$$ST (I,J) = SI (I,J) + \left[RKP (I,J) - \frac{RKP (I,J-1)}{REND (I,J-1)} \right] \times \Delta T$$



$$* RKP (I,J) < RKP (I,J-1)/REND (I,J-1)$$

Le bac se vide, la charge journalière de U1 est supérieure à la production journalière de U2

$$ST (I,J) = SI (I,J) + \left[RKP (I,J) - \frac{RKP (I,J-1)}{REND (I,J-1)} \right] \times \Delta T$$



...

4 - CALCULS PRELIMINAIRES

41 - Uniformisation du système :

411 - Parties fictives des unités qui ne traitent pas tous les produits (cas de PDU)

Si l'unité J ne traite pas les produits $I = 1, K$, $K < N, N$ étant le nombre total de produits que traitent le système alors :

nous supposerons que cette unité traite tous les produits avec les conditions suivantes :

$$\begin{aligned} \text{REND} (I, J) &= 1, \quad I = 1, K \\ \text{RKP} (I, J) &= \text{RKP} (I, J-1) / \text{REND} (I, J-1), \quad I = 1, K \end{aligned}$$

Les allures de production seront égales aux allures de traitement de l'unité aval et les rendements égaux à 1.

L'unité J se comporte pour ces produits comme une simple pompe.

412 - Bacs fictifs :

Si nous mettons K bacs fictifs ($K < N$) alors pour ces bacs (entre les unités J-1 et J par exemple)

$$\text{CAP} (I, J) = 0, \quad I = 1, K$$

Nous ne tiendrons pas compte de la condition :
limite d'utilisation minimale des bacs, UMINB.

413 - Bacs utilisés pour deux produits :

Dans le système étudié, un seul bac sert au stockage de deux produits.

Il sera remplacé par deux bacs de même capacité dont un seul fonctionne à la fois.

Un des bacs remplaçants est donc fictif :

Ces deux bacs seront caractérisés par deux variables $IX(I,J)$ et $IX(I+1,J)$ tel que :

$$IX(I,J) = 1$$

$IX(I+1,J) = 0$, si le bac est utilisé pour le stockage du produit I

Sinon : $IX(I,J) = 0$ (le bac sert au
 $IX(I+1,J) = 1$ produit I+1)

Comment détermine-t-on les valeurs de $IX(I,J)$ et $IX(I+1,J)$? d'après les demandes .

Algorithme pour la détermination de ces deux valeurs :

I et I+1 étant les produits stockés dans le bac :

~~PREMIER~~ $IX(I,J) = 0$?

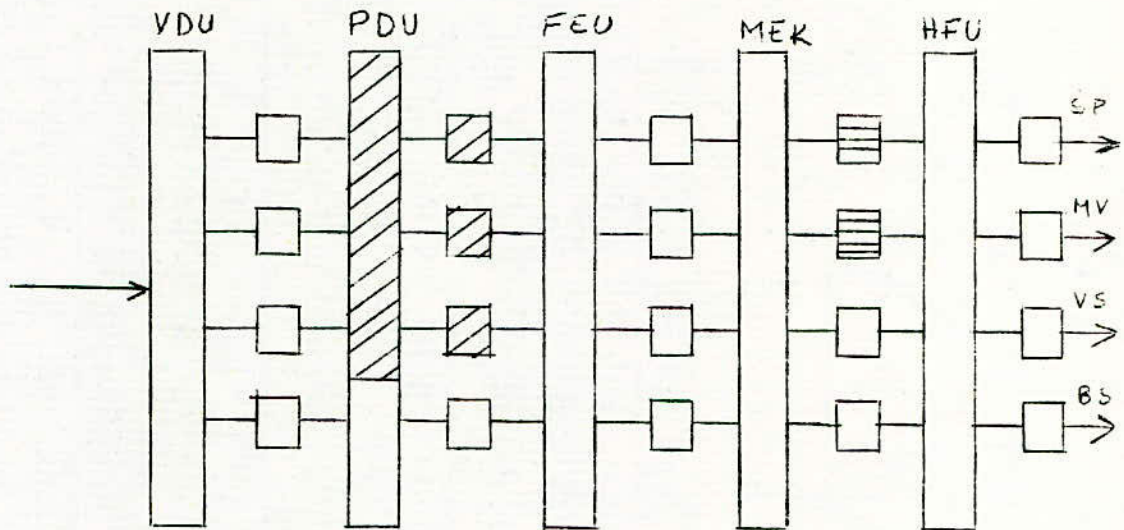
OUI : $IX(I,J) = 0$
 $IX(I+1,J) = 1$ - aller en 10

NON : $IX(I,J) = 1$
 $IX(I+1,J) = 0$ - aller en 10

10 $CAP(I,J) = CAP(I,J) \times IX(I,J)$
 $CAP(I+1,J) = CAP(I+1,J) \times IX(I+1,J)$

Cette procédure nous est dictée par le fait qu'il y a toujours un bac fictif donc de capacité nulle. Or en début de programme, nous introduirons deux capacités non nulles égales à la capacité du bac servant pour deux produits. Elle nous permet aussi de ne pas manipuler les cartes de données chaque fois que le programme est utilisé.

- UNIFORMISATION DU SYSTEME -



Hachures verticales : bacs fictifs et partie fictive de PDU.

Hachures horizontales : les deux bacs remplaçant le bac utilisé pour le stockage de deux produits. Un seul de ces bacs est fictif au cours d'une période.

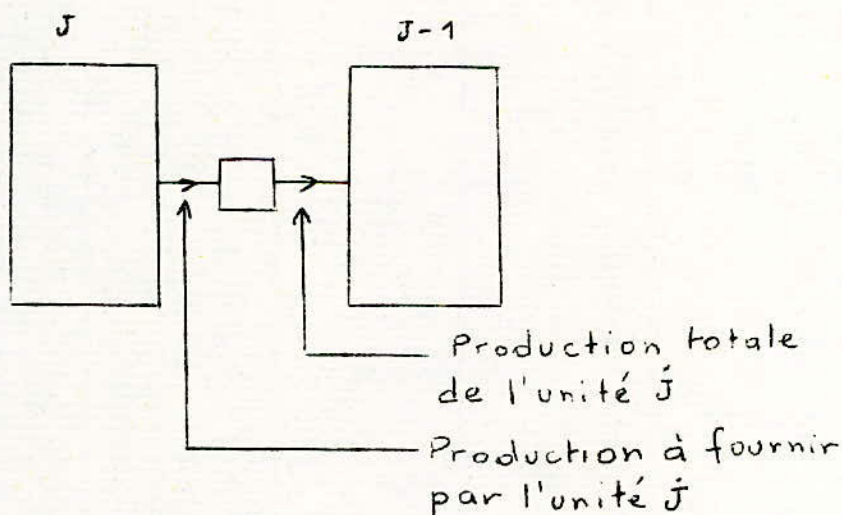
42 - Quantités à produire par unité et par huile

Les données sont : quantités totales d'huiles de base à fournir pendant la période considérée.

Par un calcul, remontant de l'aval à l'amont et utilisant les rendements des unités, les états des bacs au début et à la fin de la période, on détermine les productions totales et les productions à fournir, pour chaque unité et chaque produit.

Nous rappelons que :

- les productions totales sont les quantités à produire par chaque unité sans tenir compte de la variation du bac en aval.
- les productions à fournir sont les quantités à produire à la sortie de chaque unité.



...

Pour l'unité HFU, les productions totales sont données. Elles correspondent aux quantités d'huiles de base à fournir durant la période :

$$PR\cancel{O}T(I,1), I = 1,4$$

On calcule les quantités à fournir :

$$PR\cancel{O}F(I,1) = PR\cancel{O}T(I,1) - SI(I,1) + SF(I,1)$$

Pour les autres unités

$$J = 2, M \quad M = \text{Nombre d'unités} \quad (M=5)$$

$$I = I, N \quad N = \text{Nombre de produits} \quad (N=4)$$

$$PR\cancel{O}T(I,J) = PR\cancel{O}F(I,J-1) / REHD(I,J-1)$$

$$PR\cancel{O}F(I,J) = PR\cancel{O}T(I,J) - SI(I,J) + SF(I,J)$$

43 - Durées totales de traitement

Les calculs sont faits à partir des quantités à fournir et des capacités de production (allures nominales)

$$TPR(I,J) = PR\cancel{O}F(I,J) / RKP(I,J) \quad (J=1, M ; I=1, N)$$

Ces durées sont ensuite réduites à des nombres entiers de jours et doivent être supérieures ou égales à la durée minimale de traitement continu d'une unité sur un produit (IDM = 3 jours)

Unités VDU et PDU :

$$ITP(4,5) = ITP(4,4) = IT$$

...

Unités en discontinu :

Pour ces unités, un ajustement sera fait pour que la somme des durées de traitement sur chaque unité soit égale à la période. (De la sorte, les unités travaillent durant toute la période).

$$\sum_{I=1}^4 \text{ITP} (I,J) = \text{IT} \quad , J = 1, 2, 3.$$

Une fois les durées de traitement calculées et vérifiant toutes les conditions, nous calculerons les nouvelles allures de production à partir de ces allures.

$$\text{REKP} (I,J) = \text{PR/F} (I,J) / \text{ITP} (I,J) \quad (J=1,M ; I=1,N)$$

...

5 - RECHERCHE DE SOLUTIONS REALISABLES

L'une des conditions de la planification est que :
lorsqu'on change le produit sur lequel une unité travaille, ce
changement doit se faire d'un produit à un produit voisin.

Par exemple, de Mid-Viscous à Viscous ou Spindle mais non à
Bright-Stock.

Donc certaines transitions ne sont pas possibles.

D'où la nécessité de disposer d'une table de transitions.

51 - Construction d'une table de transition

Dénombrement des états possibles

Définition d'un état :

Nous appellerons état, un mode de fonctionnement du
système.

Exemple : L'unité FEU traite du Mid-Viscous
L'unité MEK traite du Viscous
L'unité HFU traite du Bright-Stock

La table des transitions ne concernera que les unités en
discontinu puisque les unités en continu traitent de façon
permanente tous les produits durant toute la période.

Mid-Viscous	est	le	produit	2
Viscous	"	"	"	3
Bright-Stock	"	"	"	4

Si le système doit produire au cours d'une période du Spindle
au lieu de Mid-Viscous alors :

Spindle sera le produit 2

...

Définition d'une phase

Une phase est un intervalle de temps pendant lequel le système a un état donné.

Au cours d'une phase, chaque unité en discontinu peut traiter soit le produit 2
soit le produit 3
soit le produit 4

(Voir figure 1)

On a 3 arborescences.

Les racines de ces arborescences sont les numéros des 3 produits que peut traiter l'unité FFEU.

Chaque chemin pour aller d'une racine à un sommet pendant de l'une des arborescences constitue un état.

Exemple : (2, 3, 3)

Il y a donc 27 états possibles.

On formule l'hypothèse suivante :

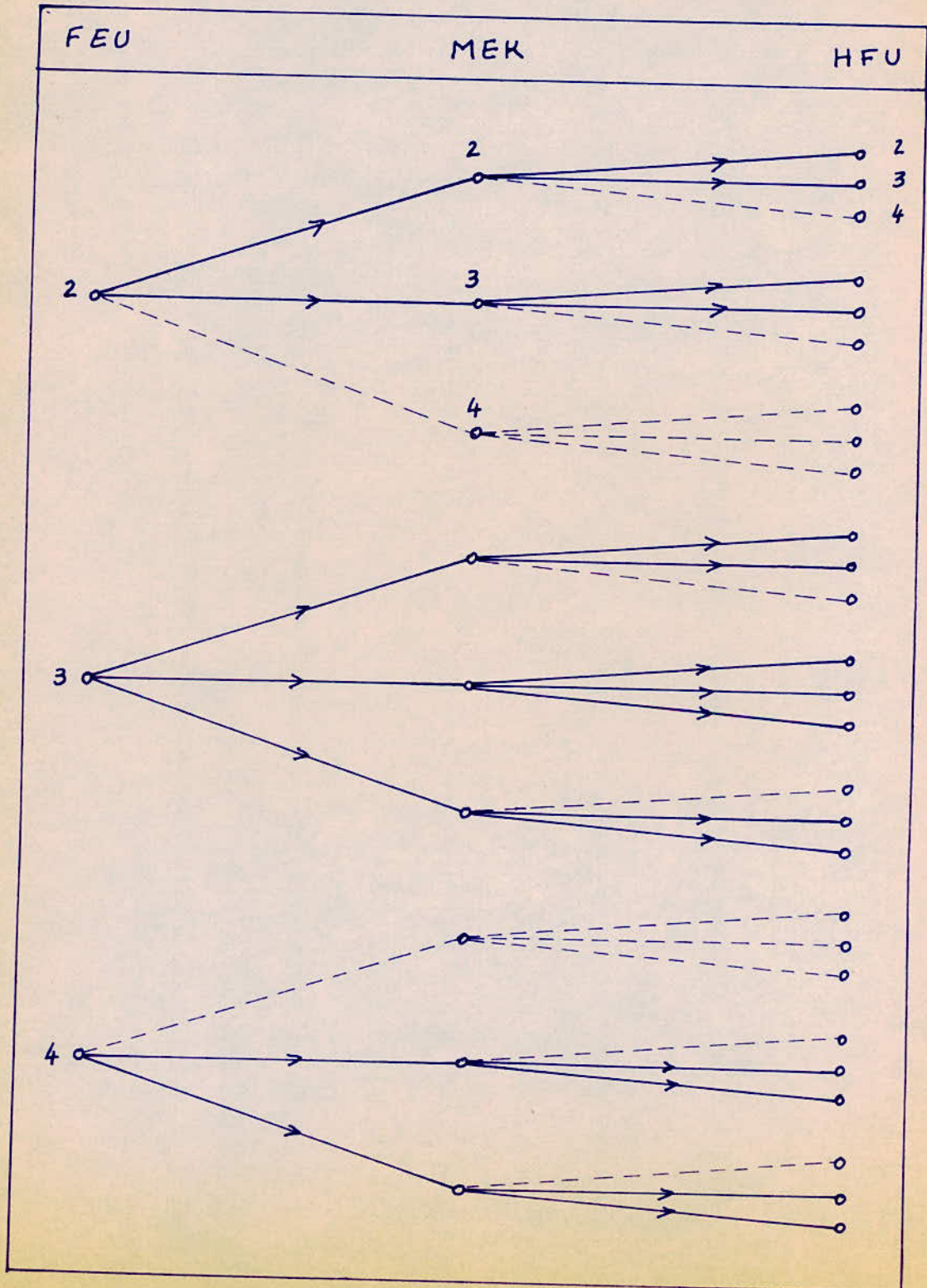
Au cours d'une phase, le système traite deux huiles voisines.

Conséquences de cette hypothèse

- * Le nombre d'état se réduit à 15.
- * Durant chaque phase et pour la majorité des états restants, deux unités consécutives traitent le même produit.
- * Lorsque deux unités consécutives traitent le même produit, l'utilisation du bac situé entre elles est plus rationnelle : il se vide ou se remplit plus lentement.

...

Dénombrement des états possibles



En trait plein, les 15 états possibles

Or comme nous le verrons, plus loin, la durée de cette action (remplissage ou vidange) influe directement sur la longueur de la phase correspondante.

Nous construisons alors une table des états permis ITAB (15,3) - (fig 2).

(Les états permis sont en trait plein sur la fig 1.

A l'aide de cette table, nous construisons la table des transitions ITRANS (15, 15) de la manière suivante :

ITRANS (IU, IV) = 0 si elle est impossible (voir fig 3).

Avec d'autres hypothèses, il est possible de construire une ou plusieurs autres tables de transition.

52 - Recherche de solutions réalisables

Une solution réalisable pour la planification est constituée par une séquence de phases dont la somme est égale à la période IT.

Pour une même période, le problème peut avoir plusieurs solutions ou ne pas avoir de solution.

L'état de départ ou état de comparaison est le dernier état de la période précédente. Soit E (0) cet état.

A partir de cet état, il est possible de trouver plusieurs solutions et l'ensemble de ces solutions peut être représenté par une arborescence de racine E (0).

Soit N le nombre d'états que peut prendre le système (N = 15).

De la racine E (0), (puis de chaque sommet) partent N-1 arcs dont les extrémités sont les N-1 autres états possibles du système.

Le passage d'un état à un autre est une phase.

...

Table des états possibles

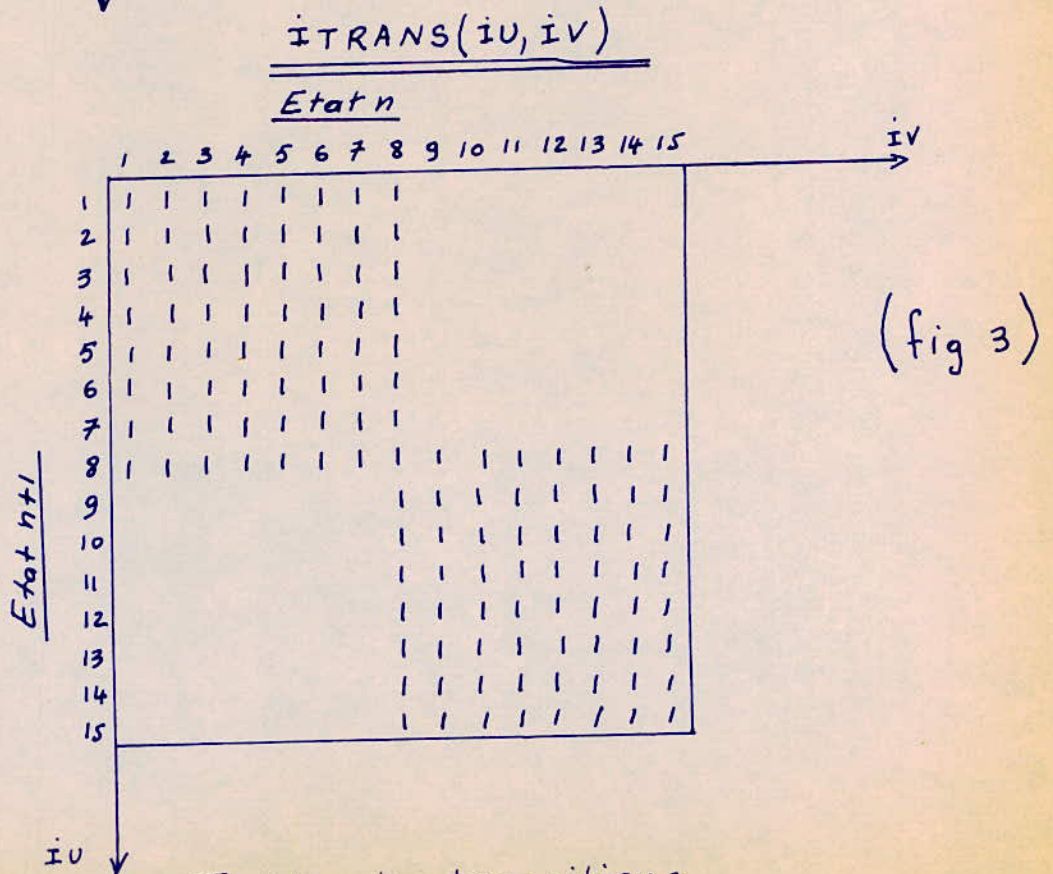
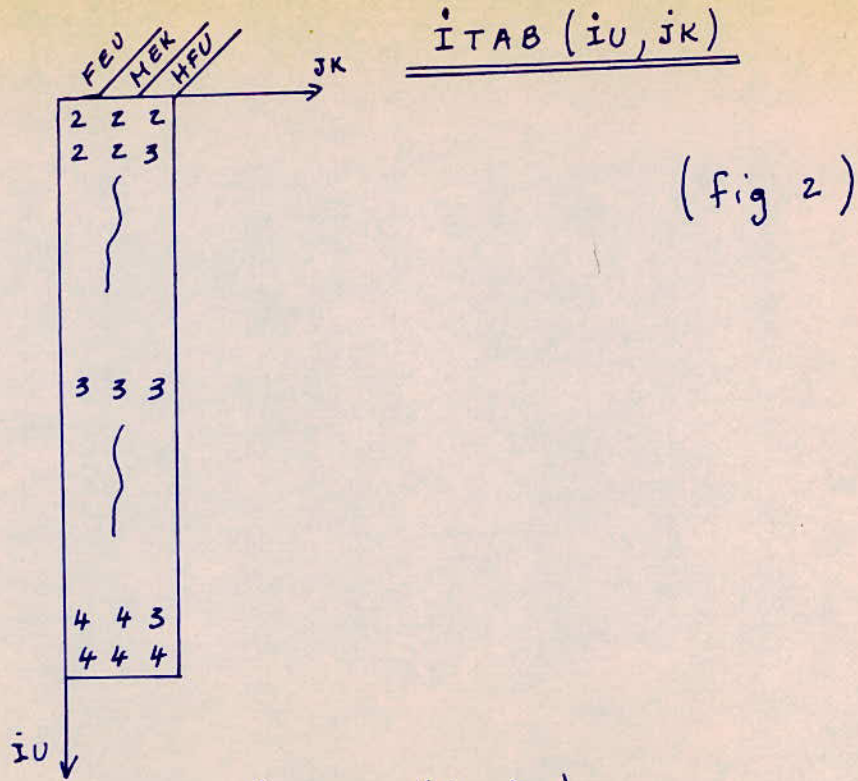


Table des transitions

$Itrans(iU, iV) = 1$, transition de l'état n à l'état n+1 possible

si $iU = iV$ ou si $iU = iV + 1$ ou si $iU = iV - 1$

Sur chaque arc passe un flot égal à la durée de la phase correspondante (ITPM (IU) dans le programme). Cette longueur est calculée en fonction de certaines contraintes.

Notre cheminement s'arrêtera lorsque :

$$\sum \text{ITPM (IU)} = \text{IT}$$

Le problème consiste à prendre une succession de décisions pendant une certaine période.

À chaque instant où une décision est à prendre l'état E (IU) du système est caractérisé par un certain nombre de contraintes qui déterminent le choix de l'état ou des états suivants.

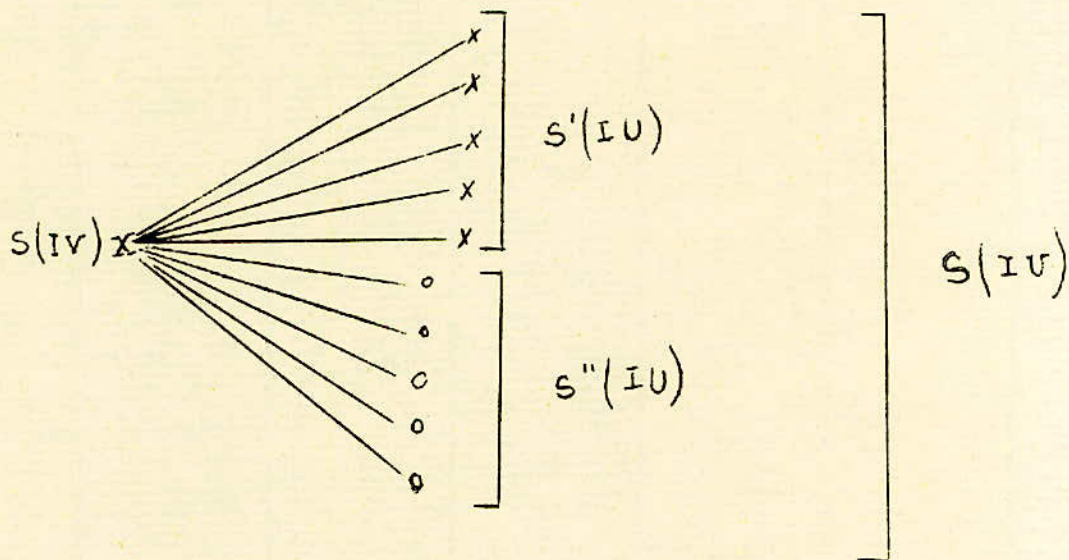
Ces contraintes sont : stock dans les bacs, durée minimale de traitement continu, nombre de jours de traitement restants.

Nous représentons l'état E (IV) par un sommet S (IV) d'un graphe, sommet auquel sera attaché le vecteur des contraintes définissant cet état.

- Les différentes transitions possibles sont représentées par des arcs issus de S (IV) : ensemble S (IU)

- Les contraintes se traduisent par le rejet de certains arcs : sous-ensemble S'(IU)

- Chaque arc conservé : sous-ensemble S'' (IU) conduit à un état successeur possible de l'état E (IV) où une nouvelle décision est à prendre.



Il existe plusieurs ordonnancements réalisables.

Parmi ces ordonnancements, lequel allons-nous considérer comme optimal ?

Critère de choix :

Minimum de changements pour aller de l'état initial à l'état final du système, durant une période.

La solution que nous considérerons comme optimale, sera donc celle qui nécessitera le moins de phases.

Pourquoi ce critère ?

Chaque fois que le système doit changer d'état (passer d'une phase à une autre), il y a intervention du personnel pour :

- ouvrir ou fermer des conduites

...

- régler certains appareils

- changer de produit à traiter sur certaines unités ,

etc....

Or cette intervention occasionne certainement un coût ; de plus, elle peut être une source d'erreurs, de faux réglages etc....

Nous chercherons donc à minimiser le nombre de ces interventions donc de changement d'états.

(Voir fig 4)

Nous devons parcourir l'arborescence afin de sélectionner le chemin optimal.

La méthode employée est une méthode euristique.

Elle consiste à revenir à l'état E (0) chaque fois qu'on a trouvé une solution, pour essayer de trouver un autre chemin dont le premier arc est différent de celui (ou de ceux) déjà emprunté(s).

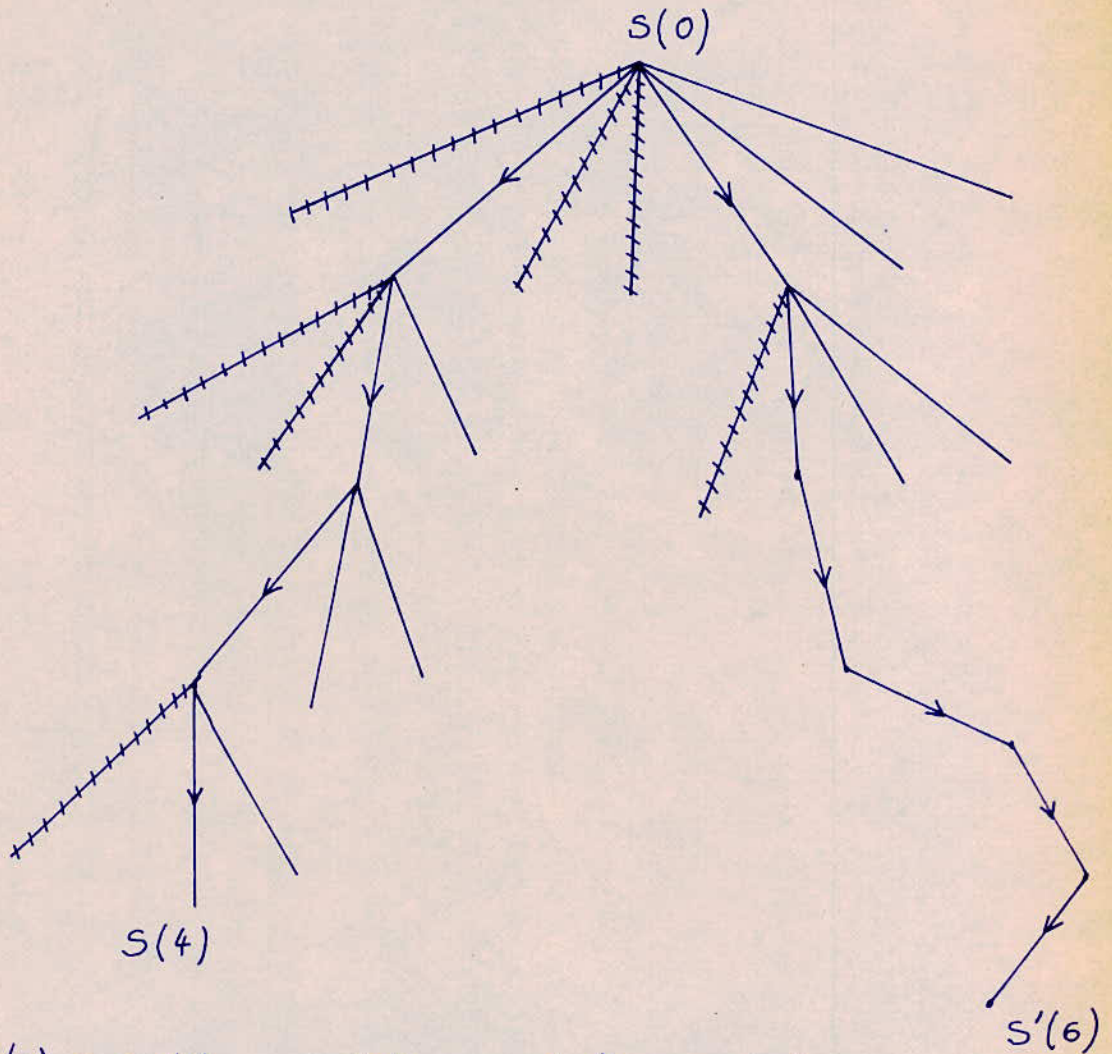
Nous explorons donc tous les arcs issus de S (0) mais pour les autres sommets, nous nous contentons de prendre le premier arc qui satisfait toutes les contraintes. Une fois cet arc trouvé, on recherche l'arc suivant compatible et ainsi de suite, jusqu'à former une séquence d'arcs, solution du problème.

Parmi toutes les solutions trouvées, nous prendrons comme solution optimale, celle qui nécessite le moins d'arcs (le moins de phases).

Cette méthode ne nous permet pas de trouver toutes les solutions réalisables (voir fig 4).

...

RECHERCHE DE SOLUTIONS RÉALISABLES



$$(1) \text{ITPH}(1) + \text{ITPH}(2) + \text{ITPH}(3) + \text{ITPH}(4) = IT$$

$$(2) \text{ITPH}'(1) + \text{ITPH}'(2) + \text{ITPH}'(3) + \text{ITPH}'(4) + \text{ITPH}'(5) + \text{ITPH}'(6) = IT$$

La solution (1) est "meilleure" car elle comporte moins d'arcs (donc moins de phases).

Arcs barrés = arcs rejetés -

Fig 4

Algorithme de recherche de solutions réalisables

Dès qu'un état est accepté ($ITEMS(IU, IV) = 1$) et s'il satisfait toutes les autres conditions (conditions sur les bacs, sur les durées de traitement restantes et sur la durée minimale de traitement continu) il devient état de départ pour la recherche de l'état compatible suivant.

Rappelons que l'état de départ (ou de comparaison) est l'état par rapport auquel nous essayons de trouver un état compatible dans la table de transition.

LAG	: Mémoire pour sauvegarder l'état de la première phase d'une solution
III	: Compteur du nombre de phase d'une solution
IT	: Durée de la période
NOMB	: Nombre de transitions possibles avec le premier état de départ.

DEBUT

LAG = 0

1 Lecture de IU, dernier état de la période précédente

III = 1

IV = IU

IU = LAG + 1

2 $ITEMS(IU, IV) = 1$?

\cancel{N}/I : IU = IU + 1 $\cancel{G}/$ $\cancel{T}/$ 2

$\cancel{\phi}/I$: L'état IU satisfait toutes les conditions ?

\cancel{N}/I : IU = IU + 1 $\cancel{G}/$ $\cancel{T}/$ 2

$\cancel{\phi}/I$: - III = 1 ?

$\cancel{\phi}/I$: LAG = 0

LAG = IU

...

~~NØN~~ : LAG garde la valeur qu'il avait avant.

- L'état IU est accepté - Calcul de la phase correspondante.

Soit ITT la somme des phases calculées -

ITT = IT ?

~~NØN~~ : III = III + 1

IV = IU

IU = 1 GØ TØ 2

~~ØUI~~ : On a trouvé une solution réalisable

LAG = NOEB ?

~~NØN~~ : Recherche de nouvelles solutions

GØ TØ 1

~~ØUI~~ : Exploration terminée - FIN.

53 - Calcul des phases et planification des unités en discontinu

531 - Conditions générales d'arrêt d'une phase :

Une phase sera interrompue lorsque :

- 1) - Pour l'état correspondant à cette phase, un des bacs en fonctionnement arrive à son niveau maximal ou minimal.

Quels sont les bacs dont l'évolution influe sur le système ?

Pour la planification, nous ne tiendrons pas compte:

** des bacs en aval de l'unité LFU car leur évolution ne dépend pas uniquement du système,

** du bac 706 - 707 (entre VDU et PDU) : nous donnerons à l'allure de production de VDU pour le produit 4 (Bright-Stock) la valeur de l'allure de traitement de l'unité PDU.

En clair, nous faisons :

$$RIKP (4,5) = RIKP (4,4)/REHD (4,4)$$

(Voir fig 5)

2) - La durée de traitement d'une unité en discontinu sur un produit est écoulee.

* Lorsque la durée de traitement de l'unité VDU sur l'un des produits est écoulee, la phase en cours ne s'arrête pas.

* L'unité PDU traite durant toute la période, le produit 4 (Bright-Stock).

Donc, la marche des unités PDU et VDU n'influe pas sur la longueur des phases.

(Voir fig 5).

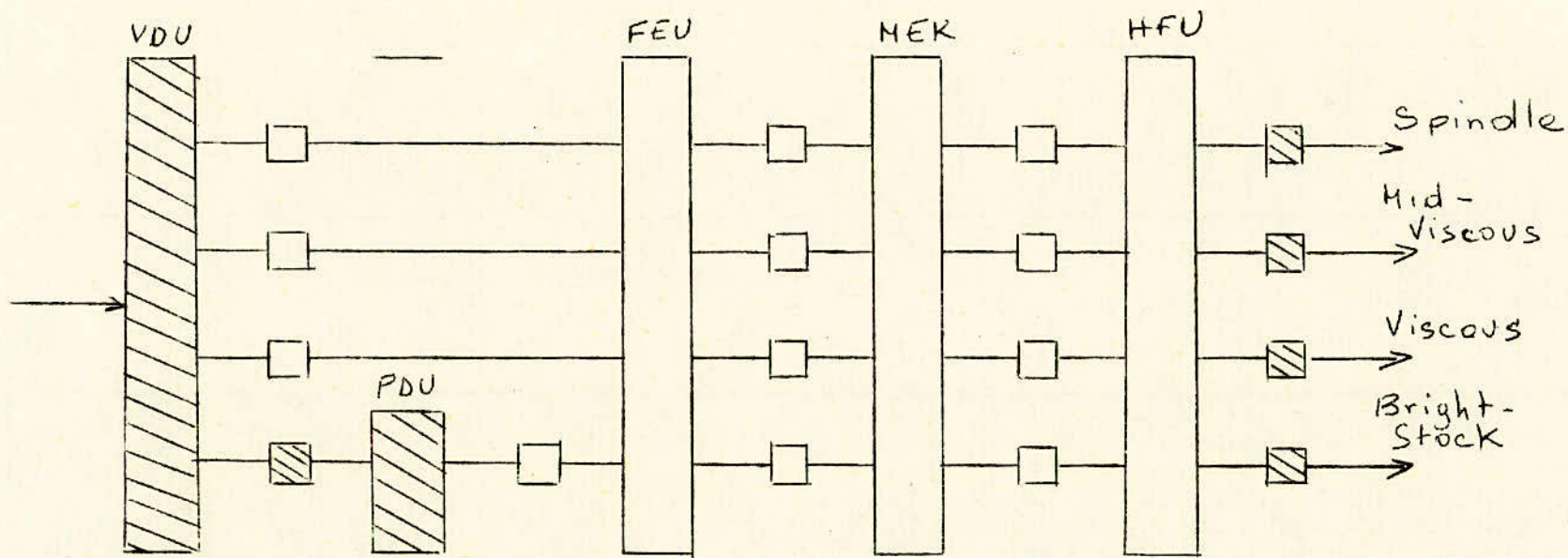
532 - Condition sur les bacs de stockage :

Le problème consiste à analyser l'évolution des bacs en vue de déterminer le temps au bout duquel l'un des bacs en fonctionnement, arrive le premier à son niveau maximal ou minimal.

Pour cela, nous devons déterminer les bacs en fonctionnement durant chaque phase.

Chaque unité en discontinu sera caractérisée par une variable d'état IK (J) et $IK (J) = I$, I étant le produit que l'unité J traite durant la phase considérée.

...



Hachurés, les bacs et les unités qui n'influent pas sur la marche du système -

(fig 5)

Exemple :

Si l'état correspondant à cette phase est
(4, 3, 3) alors :

$$IK(1) = 4$$

$$IK(2) = 3$$

$$IK(3) = 3$$

Ces variables étant déterminées pour chaque état, nous connaissons alors tous les bacs en fonctionnement au cours de la phase correspondante.

Ce seront :

$$J = 1, 2 \implies \text{BAC}(IK(J), J+1) \text{ et } \text{BAC}(IK(J+1), J+1)$$

$$J = 3 \implies \text{BAC}(I, J+2), I = 2, 3$$

$$\text{BAC}(4, J+1)$$

(Voir fig 5)

Pour étudier l'évolution de ces bacs, il suffit de déterminer combien d'unités travaillent pour un même bac.

* S'il y en a deux, étudier les allures de production et de traitement des unités amont et aval.

Nous savons alors dans quel sens évolue le bac : il se vide ou il se remplit.

* S'il y en a une, voir laquelle des unités amont et aval travaille pour ce bac ;

Exemple : (Voir fig 5).

$$1) - IK(1) = IK(2) = 4$$

BAC(4,2) : deux unités fonctionnent pour ce bac.

* Si $RIKP(4,2) > RIKP(4,1) / NIEMD(4,1) \implies$ le bac se remplit.

...

$$DT1 = \frac{CAP(4,2) \cdot UMAXB - ST(4,2)}{RIKP(4,2) - RIKP(4,1)/REND(4,1)}$$

* Sinon, il se vide :

$$DT1 = \frac{ST(4,2) - CAP(4,2) \cdot UMINB}{RIKP(4,1)/REND(4,1) - RIKP(4,2)}$$

2) - IK(2) \neq IK(3)

* BAC(3,3) se remplit :

$$DT2 = \frac{CAP(3,3) \cdot UMAXB - ST(3,3)}{RIKP(3,3)}$$

* BAC(4,3) se vide :

$$DT3 = \frac{ST(4,3) - CAP(4,3) \cdot UMINB}{RIKP(4,2)/REND(4,2)}$$

3) - IK(3) = 3

BAC(4,4) se remplit :

$$DT4 = \frac{CAP(4,4) \cdot UMAXB - ST(4,4)}{RIKP(4,4)}$$

4) - * BAC(2,5) se remplit :

$$DT5 = \frac{CAP(2,5) \cdot UMAXB - ST(2,5)}{RIKP(2,5)}$$

* BAC(3,5) : deux unités fonctionnent pour ce bac -

• Si $RIKP(3,5) > RIKP(3,3)/REND(3,3) \Rightarrow$ le bac se remplit

$$DT6 = \frac{CAP(3,5) \cdot UMAXB - ST(3,5)}{RIKP(3,5) - RIKP(3,3)/REND(3,3)}$$

...

• Sinon il se vide et :

$$DT_6 = \frac{ST(3,5) - CAP(3,5) \cdot UMINB}{RIKP(3,3)/REHD(3,3) - RIKP(3,5)}$$

Le temps au bout duquel l'un des bacs en fonctionnement arrive le premier à son niveau maximal ou minimal, nous sera donné par :

$$MO = \text{Min} \{ DT(K), K = 1, 6 \}$$

Pour chaque nouvel état, une étude analogue sera faite (voir organigramme).

533 - Conditions sur les durées de traitement restantes :

On compare les durées de traitement qui restent pour chaque unité en discontinu sur chaque produit.

La plus faible de ces durées correspond au temps au bout duquel une unité a fini la première de produire la quantité demandée.

Soit HO cette durée :

$$HO = \text{Min} \{ ITP(IK(J), J), J = 1, 3 \}$$

Pour l'exemple précédent, nous aurons :

$$HO = \text{Min} \{ ITP(4,1), ITP(4,2), ITP(3,3) \} .$$

La durée maximale de chaque phase nous sera donnée par :

$$ITP = \text{Min} \{ MO, HO \}$$

54 - Nouvelles durées de traitement et calcul des stocks, à la fin de chaque phase :

Une fois la durée d'une phase trouvée, il nous faut calculer les durées de traitement restant sur les unités en discontinu.

Seules les durées des produits traités seront modifiées :

$$J = 1, 3 \quad , \quad \text{ITP} \left\{ \text{IK}(J), J \right\} = \text{ITP} \left\{ \text{IK}(J), J \right\} - \text{ITF}$$

ITF étant la phase calculée.

Chaque fois que nous aurons calculé une phase, nous ferons appel à un sous-programme "Calcul des Stocks" -

Ce sous-programme, comme son nom l'indique, a pour but le calcul des états de tous les bacs à la fin de chaque phase -

Au cours d'une phase, chaque produit sera caractérisé par une variable d'état L (I,J).

- L (I,J) = I Si le produit I est en traitement sur l'unité J

- L (I,J) = 0 Si le produit I n'est pas traité durant cette phase -

Alors le calcul des stocks à la fin de chaque phase se fait de la manière suivante :

$$\underline{J = 1, 2}$$

$$\text{ST}(I, J+1) = \text{ST}(I, J+1) + \left[\frac{\text{RIKP}(I, J+1) \times L(I, J+1)}{I} - \frac{\text{RIKP}(I, J) \times L(I, J)}{\text{REND}(I, J) \times I} \right] \times \text{ITF}$$

$$\underline{J = 3}$$

$$\text{ST}(I, J+1) = \text{ST}(I, J+1) + \left[\text{RIKP}(I, J+1) - \frac{\text{RIKP}(I, J) \times L(I, J)}{\text{REND}(I, J) \times I} \right] \times \text{ITF}$$

$$\text{ST}(I, J+2) = \text{ST}(I, J+2) + \left[\text{RIKP}(I, J+2) - \frac{\text{RIKP}(I, J) \times L(I, J)}{\text{REND}(I, J) \times I} \right] \times \text{ITF}$$

A partir de ces nouvelles durées de traitement et de ces nouveaux stocks, le processus recommence pour la recherche d'une nouvelle phase.

Nous arrêterons le processus lorsque la somme des phases ainsi calculées est égale à la période IT.

ORGANIGRAMME GÉNÉRAL

LECTURE DES DONNÉES

CALCUL DES QUANTITÉS A PRODUIRE PAR UNITÉ.

CALCUL DES DURÉES DE TRAITEMENT DE CHAQUE UNITÉ SUR CHAQUE PRODUIT

DÉNOMBREMENT DES SOLUTIONS "POSSIBLES" A PARTIR DU DERNIER ETAT DE LA PERIODE PRÉCÉDENTE

RECHERCHE DE LA PHASE INITIALE

CALCUL DE LA DURÉE DE LA PHASE

CALCUL DES DURÉES DE TRAITEMENT RESTANTES

CALCUL DES STOCKS A LA FIN DE LA PHASE

RECHERCHE DE LA PHASE SUIVANTE

LA SOMME DES PHASES EST EGALE A LA PERIODE?

N

O

IMPRESSION DES RÉSULTATS DE LA SOLUTION TROUVÉE

RECHERCHE D'UNE NOUVELLE SOLUTION

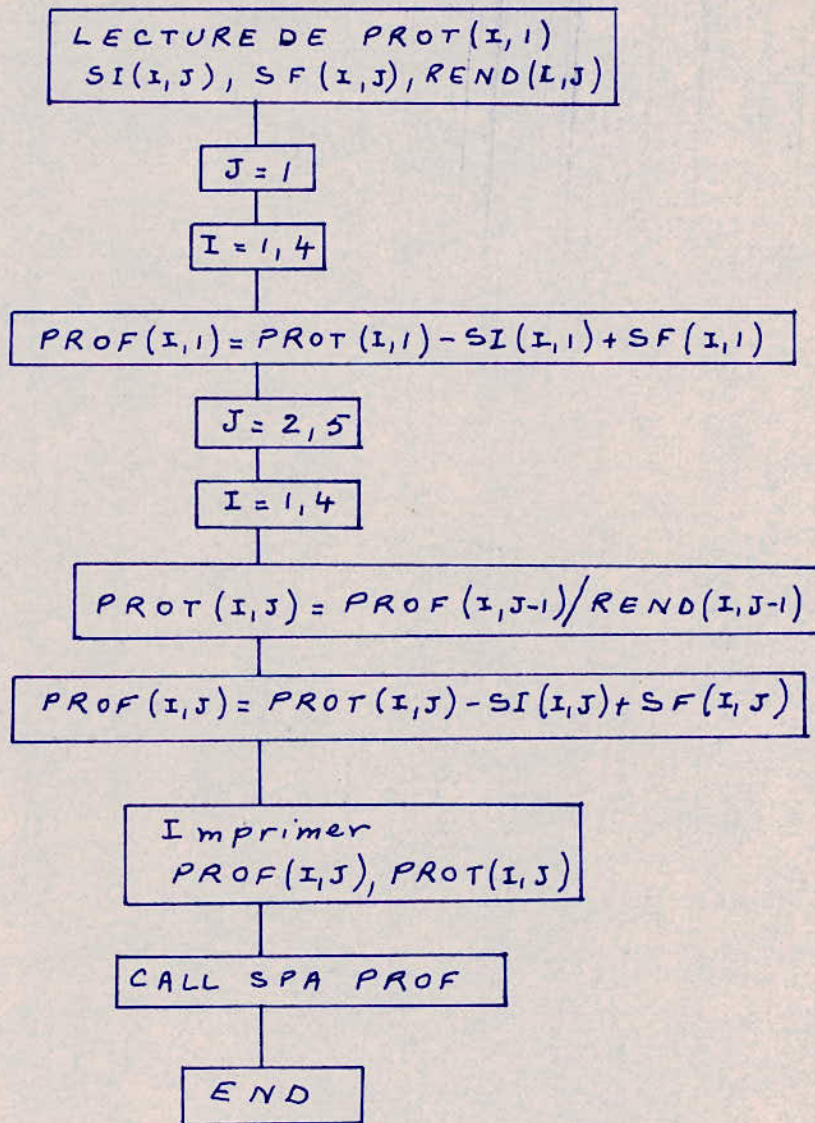
TOUTES LES SOLUTIONS "DÉNOMBREES" ONT ÉTÉ EXPLORÉES?

N

O

FIN

PROGRAMME PRINCIPAL



SPA (PROF, REND)

LIRE RKP(i,j), IT, IDM

J = 1, M

I = 1, N

TPR(i,j) = PROF(i,j) / RKP(i,j)

TPR(i,j) = [TPR(i,j)]

DIF(i,j) = TPR(i,j) - [TPR(i,j)]

DIF(i,j) ≥ 0,5

ITP(i,j) = [TPR(i,j)]

ITP(i,j) = [TPR(i,j)] + 1

ITP(i,j) = TPR(i,j)

RIKP(i,j) = PROF(i,j) / ITP(i,j)

J = 1, M-2

I = 2, N

ITP(i,j) ≥ IDM

ITP(i,j) = IDM

RIKP(i,j) = PROF(i,j) / ITP(i,j)

J = 1, M-2

IALFA(j) = $\sum_{i=1}^N$ ITP(i,j)

IALFA(j) = IT

|IALFA(j) - IT| = IBETA(j)

IALFA(j) > IT

IGAMMA(j) = IBETA(j) / (N-1)

IBETA(j) - IGAMMA(j) * (N-1) = L

L = 0

I = 2, L+1

ITP(i,j) = ITP(i,j) + IGAMMA(j) + 1

RIKP(i,j) = PROF(i,j) / ITP(i,j)

I = L+2, N

ITP(i,j) = ITP(i,j) + IGAMMA(j)

KIKP(i,j) = PROF(i,j) / ITP(i,j)

CALL SPAJUSTE

I = 2, N

ITP(i,j) = ITP(i,j) + IGAMMA(j)

KIKP(i,j) = PROF(i,j) / ITP(i,j)

J = 3

I = 1, 3

ITP(i,j+1) = ITP(i,j)

RIKP(i,j+1) = RIKP(i,j) / REND(i,j)

J = 4, 5

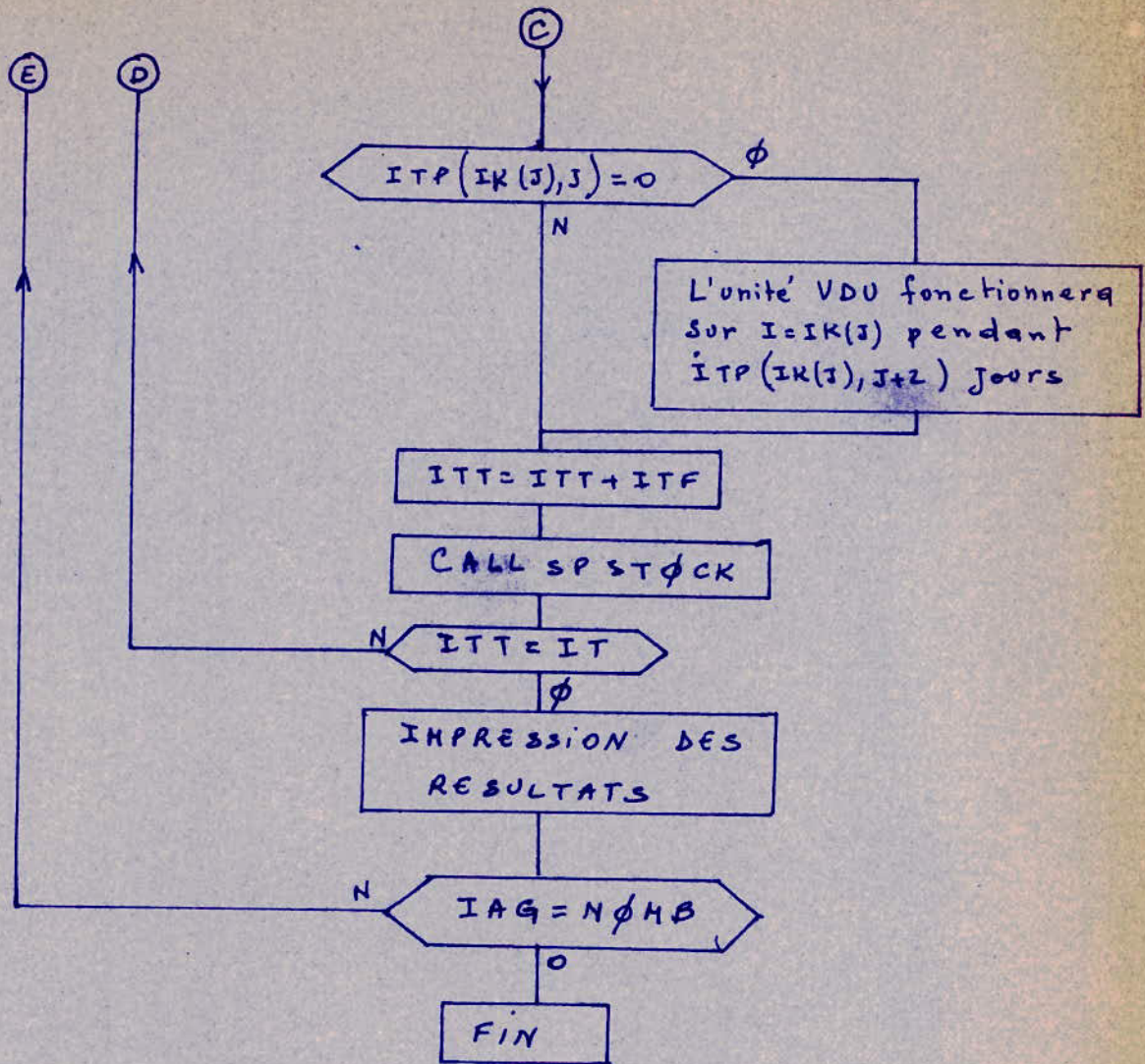
I = N

ITP(i,j) = IT

RIKP(i,j) = PROF(i,j) / ITP(i,j)

INPRIMER ITP(i,j)
RIKP(i,j)

RETURN



SPIDURTI

J = 1, 2

IK(J) = IK(J+1)

$$\Delta T_1 = \frac{ST(IK(J), J+1) - CAP(IK(J), J+1) U_{MINB}}{RIKP(IK(J), J) / REND(IK(J), J)}$$

$$\Delta T_2 = \frac{CAP(IK(J+1), J+1) U_{MAXB} - ST(IK(J+1), J+1)}{RIKP(IK(J+1), J+1)}$$

$$\Delta T = \text{Min} \{ \Delta T_1, \Delta T_2 \}$$

RIKP(IK(J), J+1) = RIKP(IK(J), J) / REND(IK(J), J)

$$\Delta T = \frac{ST(IK(J), J+1) - CAP(IK(J), J+1) U_{MINB}}{RIKP(IK(J), J) / REND(IK(J), J) - RIKP(IK(J), J+1)}$$

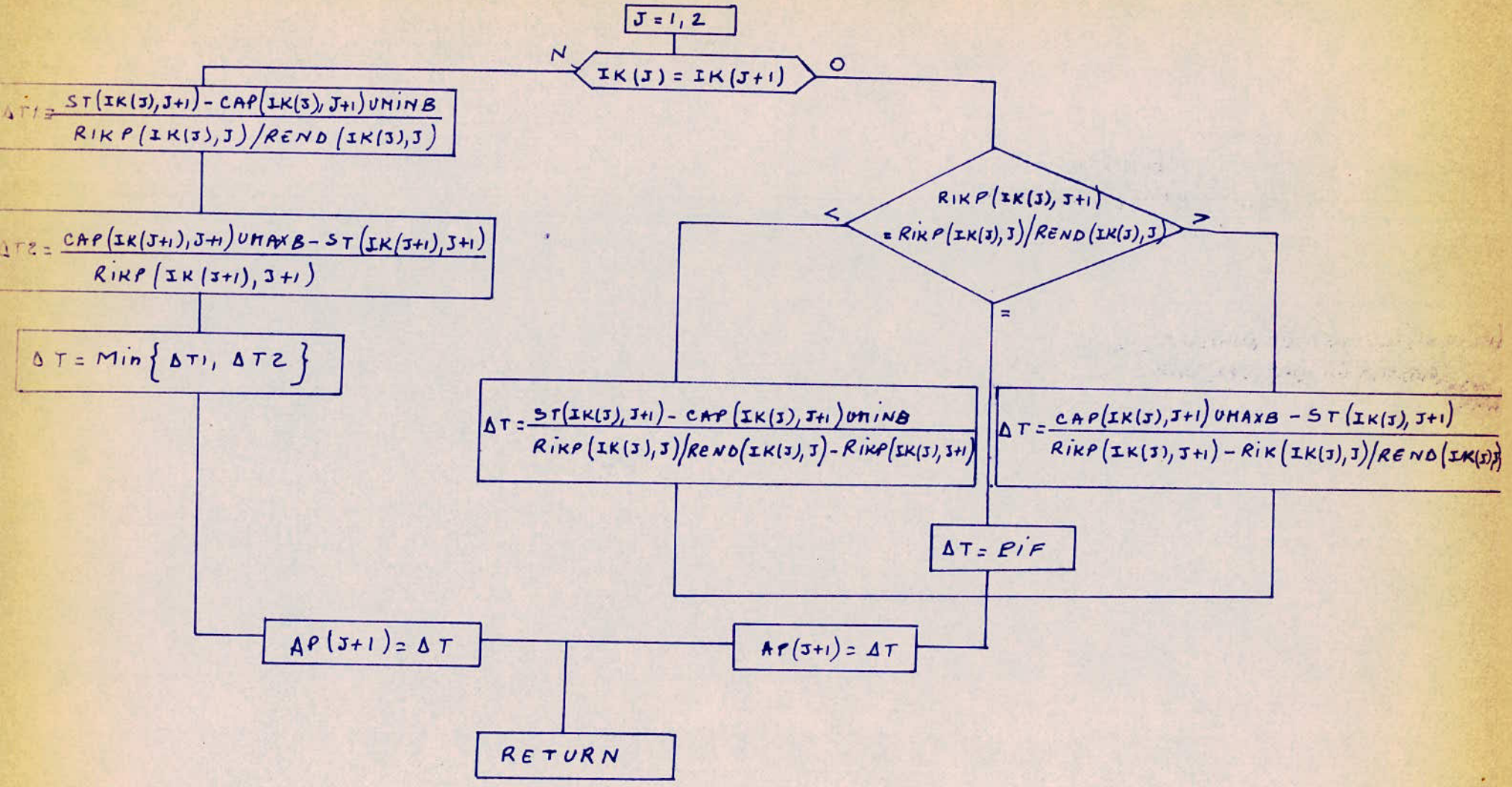
$$\Delta T = \frac{CAP(IK(J), J+1) U_{MAXB} - ST(IK(J), J+1)}{RIKP(IK(J), J+1) - RIK(IK(J), J) / REND(IK(J), J)}$$

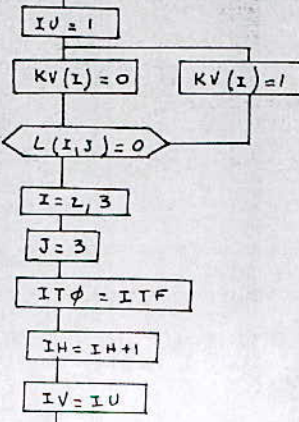
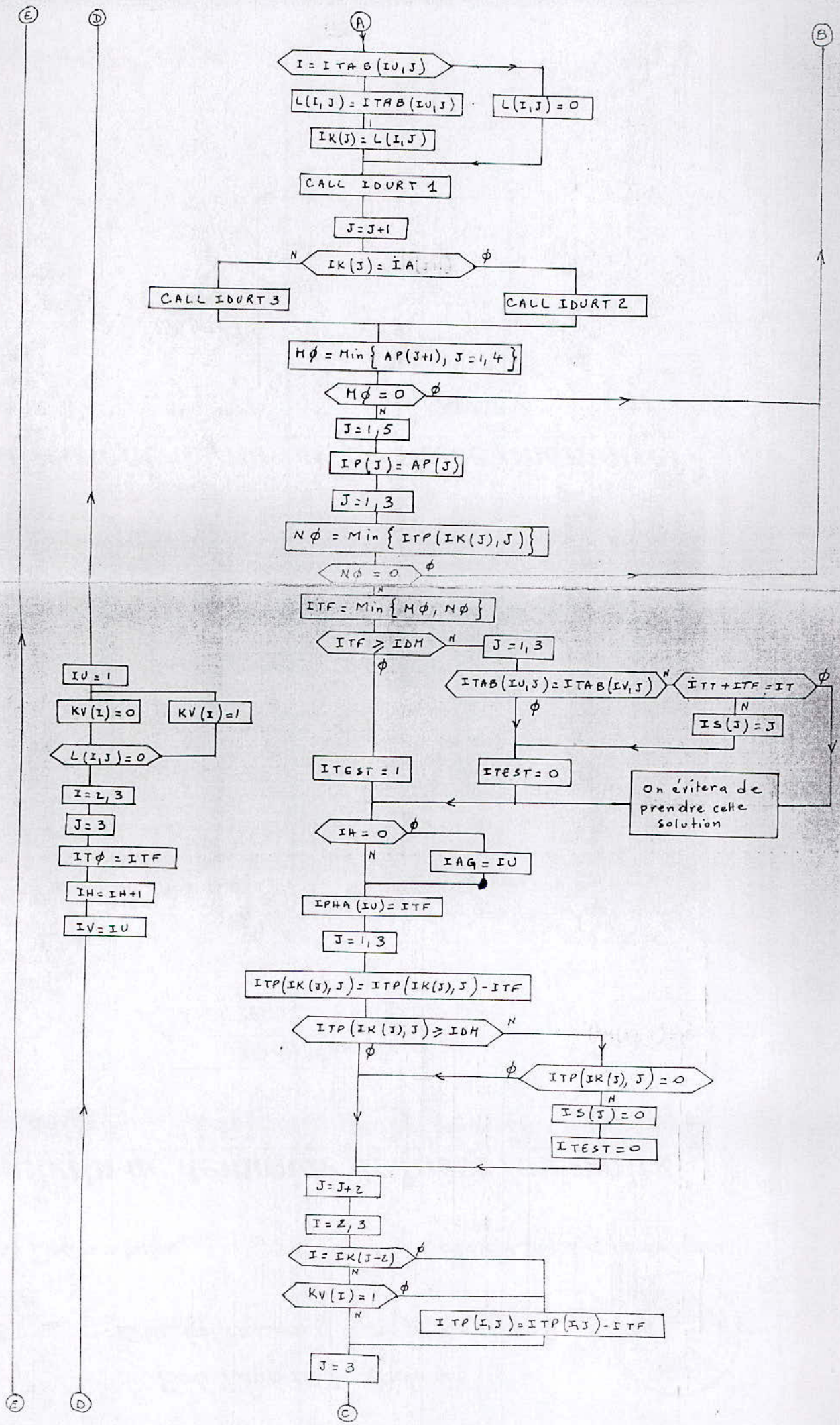
$$\Delta T = PIF$$

$$AP(J+1) = \Delta T$$

$$AP(J+1) = \Delta T$$

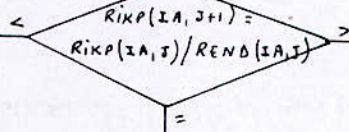
RETURN





On évitera de prendre cette solution

SP IDURT 2



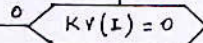
$$\Delta T = \frac{ST(IA, J+1) - CAP(IA, J+1) UMINB}{RKP(IA, J) / REND(IA, J) - RKP(IA, J+1)}$$

$$\Delta T = PIF$$

$$\Delta T = \frac{CAP(IA, J+1) UMAXB - ST(IA, J+1)}{RKP(IA, J+1) - (RKP(IA, J) / REND(IA, J))}$$

$$AP(J+1) = \Delta T$$

I = 2, 3



$$\Delta T(I) = PIF$$

$$\Delta T(I) = \frac{CAP(I, J+2) UMAXB - ST(I, J+2)}{RKP(I, J+2)}$$

$$\Delta T = \text{Min} \{ \Delta T(I), I = 2, 3 \}$$

$$AP(J+2) = \Delta T$$

RETURN

SP IDURT 3

$$\Delta T = \frac{CAP(IA, J+1) UMAXB - ST(IA, J+1)}{RIKP(IA, J+1)}$$

AP(J+1) = ΔT

I = 2, 3

I = IK(J)

KV(I) = 0

$$\Delta T_1 = \frac{CAP(I, J+2) UMAXB - ST(I, J+2)}{RIKP(I, J+2)}$$

$$\Delta T_2 = \frac{ST(I, J+2) - CAP(I, J+2) UMINB}{RIKP(I, J) / REND(I, J) - RIKP(I, J+2)}$$

$$\Delta T_2 = \frac{CAP(I, J+2) UMAXB - ST(I, J+2)}{RIKP(I, J+2) - RIKP(I, J) / REND(I, J)}$$

ΔT1 = PIF

ΔT2 = PIF

ΔT = Min { ΔT1, ΔT2 }

AP(J+2) = ΔT

RETURN

SP STOCK

J = 1, 2

I = 1, 4

$$ST(I, J+1) = ST(I, J+1) + \left[\frac{RIKP(I, J+1) \times L(I, J+1)}{I} - \frac{RIKP(I, J)}{REND(I, J)} \times \frac{L(I, J)}{I} \right] \times ITF$$

J = 3

IK(J) = IA

I = 2, 3

I = IK(J)

KV(I) = 0

$$ST(I, J+2) = ST(I, J+2) + RIKP(I, J+2) \times ITF$$

I = 4

$$ST(I, J+1) = ST(I, J+1) + RIKP(I, J+1) \times ITF$$

$$ST(I, J+2) = ST(I, J+2) + \left(RIKP(I, J+2) - \frac{RIKP(I, J)}{REND(I, J)} \right) \times ITF$$

I = 2, 3

KV(I) = 0

$$ST(I, J+2) = ST(I, J+2) + RIKP(I, J+2) \times ITF$$

I = 4

$$ST(I, J+1) = ST(I, J+1) + \left(RIKP(I, J+1) - \frac{RIKP(I, J)}{REND(I, J)} \right) \times ITF$$

RETURN

1

PROGRAMME PRINCIPAL

- CALCUL DES QUANTITES A PRODUIRE,
PAR UNITE ET PAR PRODUIT

```
DIMENSION PROF (4,5), PROT (4,5), SI (4,5), SF (4,5), REID (4,5)
DATA REID/0., 0., 0.,0., 1., 1., 1.,0.73, 0.57, 0.62, 0.57, 0.47, 0.81,
- 0.79, 0.74, 0.76, 0.99, 0.99, 0.99, 0.99/
READ (5,2) PROT
READ (5,2) SI
READ (5,2) SF
2  FORMAT ( 10F6. 0/10 F6. 0)
DO 10  I = 1,4
PROF (I,5)= PROT (I,5) - SI (I,5) + SF (I,5)
10  CONTINUE
DO 20  J= 4,1, - 1
DO 30  I= 1,4
PROT (I,J)= PROF (I,J+1)/ REID (I,J+1)
PROF (I,J)= PROT (I,J) - SI (I,J) + SF (I,J)
30  CONTINUE
20  CONTINUE
WRITE (6,112)
112  FORMAT (1H1,'PRODUCTION TOTALE')
WRITE (6,111)((PROT(I,J),J=1,5),I=1,4)
111  FORMAT (4(1H0,5(2X,F8.2)/9))
WRITE (6,113)
113  FORMAT (1H0,'PRODUCTION A FOURNIR')
WRITE (6,111)((PROF(I,J),J=1,5),I=1,4)
CALL SPA (PROF,REID,SI)
END
```


SOUS-PROGRAMME SPA (PROF,REND,SI)

CALCUL DES ALLURES DE PRODUCTION ET DES DUREES DE TRAITEMENT

```

SUBROUTINE SPA (PROF,REND,SI)
DIMENSION SI (4,5)
DIMENSION RIKC (4,5)
DIMENSION ITPR (4,5), IALFA(5),IBETA (5),IGAMMA(5),REND(4,5)
DIMENSION PROF (4,5), RKP(4,5),RIKP(4,5),ITP(4,5),DIF(4,5),TPR(4,5)
DATA RKP/360.,180.,200.,187.,320.91,356.50,285.,197.10,320.91,
- 356.50,285.,162.15,240.57,204.61,170.94,158.08,269.28,237.60,
- 176.22,156.42/
DO 10 J=1,5
IALFA (J)=0
10 CONTINUE
M=5
N=4
UMAXU = 1.3
UMINU = 0.7
IT = 30
IDM = 3
DO 20 J=5,1,-1
DO 30 I=1,4
TPR (I,J)=PROF(I,J)/RKP(I,J)
ITPR (I,J)=PROF(I,J)/RKP(I,J)
DIF (I,J)=TPR(I,J)-ITPR(I,J)
IF (DIF(I,J)) 50,60,50
50 IF (DIF(I,J).GE.0.5)GO TO 200
ITP (I,J)=PROF(I,J)/RKP (I,J)
GO TO 40
200 ITP (I,J)=(PROF(I,J)/RKP(I,J)) +1
GO TO 40
60 ITP ( I,J) = ITPR (I,J)
40 RIKP ( I,J) = PROF (I,J)/ ITP (I,J)
30 CONTINUE
20 CONTINUE

```

```

DO 21 J = M,3, - 1
DO 22 I = 2,4
IF (ITP(I,J).GE.IDM) GOTO 23
ITP(I,J) = IDM
RIKP(I,J) = PROF(I,J)/ITP(I,J)
23 CONTINUE
22 CONTINUE
21 CONTINUE
K = M-2
DO 300 J = M,K,- 1
DO 400 I = 1,N
I ALFA(J) = I ALFA(J) + ITP(I,J)
400 CONTINUE
IF (I ALFA(J) - IT) 1001,300,1001
1001 I BETA(J) = I ALFA(J) - IT
I BETA(J) = ABS(I BETA(J))
IF (I ALFA(J).GT.IT) GO TO 600
I GAMMA(J) = I BETA(J)/(N - 1)
L = I BETA(J) - I GAMMA(J) * (N-1)
IF (L.EQ.0) GO TO 2000
LL = L + 1
DO 3000 I =2,LL
ITP(I,J) = ITP(I,J) + I GAMMA(J) + 1
RIKP(I,J) = PROF(I,J)/ITP(I,J)
3000 CONTINUE
LM = L+2
DO 4000 I = LM,N
ITP(I,J) = ITP(I,J) + I GAMMA(J)
RIKP(I,J) = PROF(I,J)/ITP(I,J)
4000 CONTINUE
GO TO 300
2000 CONTINUE
DO 8000 I = 2,N
ITP(I,J) = ITP(I,J) + I GAMMA(J)
RIKP(I,J) = PROF(I,J)/ITP(I,J)

```

```

8000 CONTINUE
600 CONTINUE
CALL AJUST (ITP,RIKP,PROF,I BETA,IDM,I,J)
300 CONTINUE
J = 3
DO 11 I = 1,3
ITP (I,J - 1) = ITP (I,J)
RIKP (I,J - 1) = RIKP (I,J)/ REND (I,J)
11 CONTINUE
MK= M-3
DO 9500 J= MK, 1, -1
I = N
ITP (I,J)= IT
RIKP (I,J) = PROF(I,J)/ ITP(I,J)
9500 CONTINUE
WRITE (6, 120)
120 FORMAT (1H0, ' DUREES DE TRAITEMENT ')
WRITE (6, 9600)(( ITP(I,J), J= 1,5), I= 1,4)
9600 FORMAT( 4(1H0, 5(2X, I8)/))
WRITE (6, 140)
140 FORMAT( 1H0, ' ALLURES DE PRODUCTION ')
9700 FORMAT (4(1H0,5(2X,F8.2)/ ))
WRITE (6, 9700)((RIKP( I,J), J=1,5), I= 1,4)
DO 15 J= 5,1, -1
DO 16 I= 1,4
RIKC (I,J)= RIKP(I,J)/REND(I,J)
16 CONTINUE
15 CONTINUE
WRITE (6,130)
130 FORMAT (1H0, ' ALLURES DE TRAITEMENT ')
WRITE (6,9800)((RIKC(I,J),J= 1,5), I=1,4)
9800 FORMAT (4(1H0,5(2X,F8.2)/))
CALL SPB(SI,ITP,RIKP,REND)
RETURN
END

```

5

SOUS - PROGRAMME AJUST

- AJUSTEMENT DES ALLURES DE PRODUCTION
LORSQUE IALFA (J) SUP (IT)

```
SUBROUTINE AJUST (ITP,RIKP,PROF,IBETA,IDM,I,J)
DIMENSION PROF (4,5)
DIMENSION ITP (4,5), RIKP(4,5),IMPT(4),IST(4),IBETA(5)
K= 0
IST(1)= ITP (1,J)
IST(2)= ITP(2,J)
IST(3)=ITP(3,J)
IST(4)= ITP(4,J)
20 CONTINUE
CALL MAXIM(IST,IMPT,KH,J,I)
IF((IMPT(KH) -IBETA(J))- IDM) 70,80,80
70 ITP(I,J)=IDM
RIKP (I,J)= PROF(I,J)/ITP(I,J)
IBETA(J)=IBETA(J)- (IMPT(KH)- IDM)
KH= KH+1
GO TO 20
80 ITP(I,J)=ITP(I,J)- IBETA(J)
RIKP(I,J)=PROF(I,J)/ITP(I,J)
RETURN
END
SUBROUTINE MAXIM(IST,IMPT,KH,J,I)
DIMENSION IST(4),IMPT(4)
IA= IST(1)
IB= IST(2)
IC= IST(3)
ID= IST(4)
IMPT(KH)= MAX(IA,IB,IC,ID)
DO 40 K=1,4
IF(IST(K).EQ.IMPT(KH)) GOTO 50
40 CONTINUE
GO TO 60
50 IST(K)=0
I=K
60 RETURN END
```

PLANIFICATION

```

SUBROUTINE SPB (SI, ITP, RIKP, REND)
DIMENSION JTP (4,5)
DIMENSION CAP (4,5)
DIMENSION RIKP (4,5), REND (4,5)
DIMENSION IS (5), IP (5), AP (5)
DIMENSION ITRANS (15,15), ST (4,5) ITAB (15,3), SI (4,5).
DIMENSION KV (4)
DIMENSION ITP (4,5), L (4,5), IK (5), IPHA (15)
-DATA ITRANS/ 1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,
-0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1,0,0,0,0,
-1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,1,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,1,0,0,1,1,1,
-1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,1,0,0,0,0,
-0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,1,0,0,0,1,1,
-1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,1,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,
-1,1,1,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1/
DATA CAP/330.,1650.,3000.,1260.,0.,0.,0.,3200.,510.,1020.,1700.,
-1500.,500.,500.,500.,1000.,500.,2000.,3000.,2000/
DATA ITAB/2,3,2,2,3,3,2,3,4,3,3,4,4,3,4,2,2,3,2,3,2,3,2,3,4,3,4,3,
-4,4,2,2,2,3,2,3,3,3,3,3,4,3,4,4,4/
2  FORMAT (1HO, 'AP ', 5(2X, F6.2))
3  FORMAT (1HO, 'MO  :', 2X, I6)
6  FORMAT (1HO, 'NO=' , I4)
38 FORMAT (1HO, 'UNITE VDU FONCTIONNERA SUR I=' , I4, 'PENDANT' , I4,
- ' JOURS' )
39 FORMAT (1HO, 'ITT = ' , I5)
278 FORMAT (1HO, 'IH = ' , I4)
400 FORMAT (4(1HO'5(2X, F6.2)/))
600 FORMAT (1HO, 'IU = ' , I6, 2X, 'ITF = ' , I6)
2000 FORMAT (1HO, 'IK = ' , 5(2X, I4))
9600 FORMAT (4(1HO, 5(2X, I6)/))
IT = 30
2003 FORMAT (1HO, 'ST(I,J)')
2004 FORMAT (1HO, 'ITP(I,J)')
IAG = 0

```

... / ...

```
      READ(5,4) JV, JTO
4  FORMAT (2I3)
      NOMB=0
      DO 11 IU=1,15
      IF (ITRANS(IU,JV)-1)11,13,13
13  NOMB = NOMB +1
11  CONTINUE
      WRITE (6,1000)NOMB
1000 FORMAT (1H0,'NOMB=',I4)
      DO 1100 J = 5,1,-1
      DO 1500 I=1,4
      JTP (I,J)=ITP(I,J)
1500 CONTINUE
1100 CONTINUE
      5  CONTINUE
      WRITE (6,2002)
2002 FORMAT (1H0,'DEBUT D'UNE SOLUTION')
      DO 3500 JJ=5,1,-1
      DO 3000 II=1,4
      ITP(II,JJ)=JTP(II,JJ)
3000 CON TINUE
3500 CONTINUE
      IV=JV
      ITO=JTO
      DO 10 J=5,1,-1
      DO 15 I=1,4
      ST(I,J)=SI(I,J)
15  CONTINUE
10  CONTINUE
      IIT=0
      IH=0
      ITEST=1
      DO 20 J = 1,5
      IS (J)=0
20  CONTINUE
      IA = 4
      IO = 2
```

```

PIF=100.
IU=LAG + 1
IDM=-7
AP(5)=PIF
DO 22 I=1,4
KV (I)=0
22 CONTINUE
IF(ITO.GE.3) GOTO25
IU = IV
25 IF(ITRANS(IU,IV)-1)110,30,110
30 IF(ITEST-1) 40,45,40
40 DO 50 J=5,3,-1
IF(IS(J)) 55,50,55
55 IF(ITAB(IU,J-2)-ITAB(IV,J-2))110,50,110
50 CONTINUE
45 DO 70 J = 5,3,-1
DO 75 I=1,4
IF (I-ITAB(IU,J-2))80,85,80
85 L(I,J)=ITAB(IU,J-2)
IK (J)=L(I,J)
GOTO 75
80 L(I,J)=0
75 CONTINUE
70 CONTINUE
CALL IDURT 1(AP,RIKP,REND,CAP,IK,ST,PIF,J)
J=3
IF(IK(J)-IA) 100,105,100
100 CALL IDURT 3(ST,RIKP,AP,ITP,REND,CAP,PIF,J,IA,IK,KV)
GO TO510
105 CALL IDURT 2(RIKP,REND,CAP,ST,ITP,AP,PIF,IA,J,KV)
510 CONTINUE
AP1=AP(1)
AP2=AP(2)
AP3=AP(3)
AP4=AP(4)
MO=MIN1 (AP1,AP2,AP3,AP4)
IF(MO)110,110,115

```

```

115 DO 120 J = 5,1,-1
    IP(J)=AP(J)
120 CONTINUE
    II=IK (5)
    ITP1=ITP(II,5)
    II=IK(4)
    ITP2=ITP(II,4)
    II=IK(3)
    ITP3=ITP(II,3)
    NO=MIN (ITP1,ITP2,ITP3)
    IF(NO)110,110,102
102 ITP=MIN(MO,NO)
    IF(ITP.GE.IDM)GOTO 125
    DO 130 J=5,3,-1
    IF(ITAB(IV,J-2).EQ.ITAB(IU,J-2))GO TO 130
    IF(ITP+ITP-IT)145,190,145
145 IS(J)=J
    ITEST=0
130 CONTINUE
    GO TO 190
125 ITEST=1
190 IF(IH) 195,200,195
200 IAG = IU
195 IPIA(IU)=ITP
    DO 205 J=5,3,-1
    I=IK(J)
    ITP(I,J)=ITP(I,J)-ITP
    IF(ITP(I,J).GE.IDM) GOTO 205
    IF(ITP(I,J))206,205,206
206 IS(J)=J
    ITEST=0
205 CONTINUE
    J=I
    DO 210 I=2,3
    IF(I-IK(J+2)) 212,211,212
211 ITP(I,J)=ITP(I,J)-ITP
    GOTO 210
212 IF(KV(I)-1)210,225,210

```



```

225  ITP(I,J)=ITP(I,J)-ITF
210  CONTINUE
      J=3
      I=IK(J)
      IF(I.EQ.4) GOTO 230
      IF(ITP(I,J))230,226,230
226  WRITE (6,88) I,ITP(I,J-2)
230  ITT=ITT+ITF
      CALL STOCK(ST,RIKP,L,REND,ITF,ITP,IK,IA,KV)
      IF(ITT-IT)240,250,112
240  CONTINUE
      IV=IU
      IH=IH+1
      WRITE(6,278)IH
      ITO=ITF
      WRITE(6,2000)IK
      WRITE(6,2)AP
      WRITE(6,3)MO
      WRITE(6,6)NO
      WRITE(6,89)ITT
      WRITE(6,600)IU,ITF
      WRITE(6,2004)
      WRITE(6,9600)((ITP(I,J),J=1,5),I=1,4)
      WRITE(6,2003)
      WRITE(6,400)((ST(K,M),M=1,5),K=1,4)
      IU=1
      J=3
      DO 700 I=2,3
      IF(L(I,J))301,302,301
301  KV(I)=1
      GOTO 700
302  KV(I)=0
700  CONTINUE
      GO TO 25
250  CONTINUE
      WRITE(6,2001)

```

```
2001  FORMAT(IH0,'FIN DE LA SOLUTION')
      IH=IH+1
      WRITE(6,278)IH
      WRITE(6,2000)IK
      WRITE(6,2)AP
      WRITE(6,3)MO
      WRITE(6,6)NO
      WRITE(6,89)ITT
      WRITE(6,600)IU,ITF
      WRITE(6,2004)
      WRITE(6,9600)((ITP(I,J),J=1,5),I=1,4)
      WRITE(6,2003)
      WRITE(6,400)((ST(K,M),M=1,5),K=1,4)
      IF(LAG-NOMB)5,280,5
110   IF(IU-15)111,112,111
111   IU=IU+1
      GO TO 25
112   IF(LAG.EQ.NOMB) GOTO 280
      GO TO 5
280   STOP
      END
```

```

SUBROUTINE IDURT 1 (AP,RIKP,REND,CAP,IK,ST,PIF,J)
DIMENSION AP (5), RIKP(4,5),REND(4,5),CAP(4,5),IK(5),ST(4,5)
UMINB=0,05
UMAXB=0,95
PIF=100.
DO 70 J=5,4,-1
IF(IK(J).EQ.IK(J-1)) GOTO 10
II = IK (J)
DT 1 = (ST(II,J-1)-CAP(II,J-1) * UMINB)/(RIKP(II,J)/REND(II,J))
IJ=IK(J-1)
DT2=(CAP(IJ,J-1) * UMAXB-ST(IJ,J-1))/RIKP (IJ,J-1)
DT=AMIN1 (DT1,DT2)
AP(J-1)=DT
GOTO 70
10 II=IK (J)
IF(RIKP(II,J-1)-(RIKP(II,J)/REND(II,J))) 30,40,50
30 DT=(ST(II,J-1)-CAP(II,J-1) * UMINB)/((RIKP(II,J)/REND(II,J))
--RIKP(II,J-1))
60 AP(J-1)=DT
GOTO 70
40 DT = PIF
GO TO 60
50 DT=(CAP(II,J-1)*UMAXB-ST(II,J-1))/((RIKP(II,J-1)-(RIKP(II,J)
--/REND (II,J)))
GOTO 60
70 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE IDURT2 (RIKP,REND,CAP,ST,ITP,AP,PIF,IA,J,KV)
DIMENSION RIKP(4,5),REND(4,5),CAP(4,5),ST(4,5),ITP(4,5),AF(5)
DIMENSION DA (3),KV (4)
UMAXB=0,95
UMINB=0,05
PIF=100.
J=3
IF(RIKP(IA,J-1)-RIKP(IA,J)/REND(IA,J)) 10,20,30
10 DT=(ST(IA,J-1)-CAP(IA,J-1) * UMINB)/(RIKP(IA,J)/REND(IA,J)
- -RIKP(IA,J-1))
GO TO 40
20 DT = PIF
GOTO 40
30 DT=(CAP(IA,J-1) * UMAXB -ST(IA,J-1))/(RIKP(IA,J-1)-(RIKP(IA,J)
- /REND(IA,J)))
40 AP(J-1)=DT
DO 70 I=2,3
IF(KV(I))60,50,60
50 DA(I)= PIF
GOTO 70
60 DA(I)=(CAP(I,J-2) * UMAXB -ST (I,J-2))/RIKP(I,J-2)
70 CONTINUE
DA 2 = DA (2)
DA 3 = DA (3)
DT = AMIN1(DA2,DA3)
AP(J-2)=DT
RETURN
END

```

```
-----  
SUBROUTINE IDURT3 (ST,RIKP,AP,ITP,REND,CAP,PIF,J,IA,IK,KV)  
DIMENSION KV (4)  
DIMENSION ST(4,5),RIKP(4,5),AP(5),ITP(4,5),REND(4,5),IK(5)  
DIMENSION CAP(4,5)  
UMINB=0.05  
UMAXB=0.95  
PIF=100.  
J=3  
DT=(CAP(IA,J-1) * UMAXB-ST(IA,J-1))/RIKP(IA,J-1)  
AP(J-1)=DT  
DO 10 I=2,3  
IF(I-IK(J))20,30,20  
20 IF(KV(I))40,50,40  
40 DT1=(CAP(I,J-2) * UMAXB-ST(I,J-2))/RIKP(I,J-2)  
GOTO 10  
50 DT1=PIF  
GOTO 10  
30 IF(RIKP(I,J-2)-(RIKP(I,J)/REND(I,J)))60,70,80  
60 DT2=(ST(I,J-2)-CAP(I,J-2) * UMINB)/(RIKP(I,J)/REND(I,J)-RIKP(I,J-2))  
GOTO 10  
70 DT2=PIF  
GOTO 10  
80 DT2=(CAP(I,J-2)*UMAXB-ST(I,J-2))/(RIKP(I,J-2)-RIKP(I,J)/REND(I,J))  
10 CONTINUE  
DT=AMIN1(DT1,DT2)  
AP(J-2)=DT  
RETURN  
END
```

```
-----  
SUBROUTINE STOCK(ST,RIKP,L,REND,ITF,ITP,IK,IA,KV)  
DIMENSION KV(4),IK(5)  
DIMENSION ST(4,5),RIKP(4,5),L(4,5),REND(4,5),ITF(4,5)  
DO 10 J=5,4,-1  
DO 20 I=1,4  
ST(I,J-1)=ST(I,J-1)+((RIKP(I,J-1)*L(I,J-1))/I-((RIKP(I,J)/  
-REND(I,J)) * L(I,J))/I) * ITP  
20 CONTINUE  
10 CONTINUE  
J=3  
IF(IK(J)-IA)30,40,30  
30 DO 50 I=2,3  
IF(I-IK(J))60,70,60  
60 IF(KV(I))80,50,80  
80 ST(I,J-2)=ST(I,J-2) + RIKP(I,J-2) * ITP  
GOTO 50  
70 ST(I,J-2)=ST(I,J-2)+(RIKP(I,J-2)-RIKP(I,J)/REND(I,J)) * ITP  
50 CONTINUE  
I=4  
ST(I,J-1)=ST(I,J-1)+RIKP(I,J-1) * ITP  
GOTO 130  
40 DO 100 I=2,3  
IF(KV(I))110,100,110  
110 ST(I,J-2)=ST(I,J-2)+RIKP(I,J-2) * ITP  
100 CONTINUE  
I=4  
ST(I,J-1)=ST(I,J-1)+(RIKP(I,J-1)-RIKP(I,J)/REND(I,J)) * ITP  
130 RETURN  
END
```

7 - CONCLUSION :

La méthode employée pour résoudre ce problème ne nous permet pas de trouver toutes les solutions possibles.

Il se peut aussi qu'elle ne nous fournisse aucune solution.

D'autre part, il faut qu'il y ait une certaine cohérence dans les demandes car il y a une limite inférieure et une limite supérieure d'utilisation de chaque unité.

La seule façon d'éviter de dépasser ces deux limites est de faire une étude préalable sur les quantités à produire avant l'utilisation de ce programme.

Nous avons été aussi amenés à formuler certaines hypothèses.

Il est donc nécessaire de respecter ces hypothèses pour son utilisation.

Toutefois, ce programme nous donne généralement plusieurs solutions réalisables et nous indique la "meilleure" selon un critère d'optimalité que nous avons choisi.

Pratiquement, il pourra être stocké sur disque et utilisé une fois par période pour obtenir la planification du système durant la période suivante.