



REPUBLIQUE DU SENEGAL  
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP



# École Polytechnique de Thies

## Departement du genie Electromecanique

### PROJET DE FIN D'ETUDE

en vue de l'obtention du diplome d'ingenieur de conception

Gm.0265

**TITRE :** Optimisation de la Chaine de Decapage  
de la compagnie senegalaise de phosphate de TAIBA



<b>Auteur:</b>	Ismael E. ADJOVI
<b>Directeurs :</b>	Malick FALL
	Alioune FALL
	Igor SABATIN

JUILLET 93

---

**DEDICACE**

*A mon père*

*A ma mère*

*A tous ceux qui me sont chers*

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous ceux qui de près ou de loin nous ont aidé dans la réalisation de ce projet.

Qu'il nous soit surtout permis de remercier **Mr Igor SABATIN**, notre directeur de projet, qui nous a beaucoup impressionné par sa constante disponibilité et surtout par son sens du travail bien fait.

Nos remerciements vont aussi respectueusement à l'endroit de:

-**Mr Malick FALL**, Chef de la Division Mine de la C.S.P.T.

-**Mr Alioune FALL**, Chef de la Subdivision Décapage de la C.S.P.T. qui nous ont aidé dans la compréhension du sujet et qui ont su mettre à notre disposition tout ce qu'il nous a fallu pour la réussite de ce projet.

Nous remercions enfin **Mr Roger FAYE**, Technicien du Laboratoire d'Electromécanique pour avoir mis à notre disposition tout le matériel dont on a eu besoin pour nos travaux.

L'auteur.

## SOMMAIRE

---

L'étude présentée dans ce rapport, porte sur l'optimisation de la chaîne de décapage de la Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba, par le dimensionnement d'une trémie à la Roue-Pelle 2.

Nous présentons en premier tous les éléments qui rentrent en compte dans notre système d'acquisition et traitement de données qui sera la base sur laquelle va se reposer toute notre étude.

Viendront ensuite les algorithmes des différents traitements imprimés à nos données, traitements faits à l'aide du logiciel LABTECH NOTEBOOK.

La partie la plus importante qui est la raison d'être de notre projet est la banque d'information constituée. Celle-ci donne sous forme de courbes, d'histogrammes et d'abaques:

- 1- Les capacités maximales d'une trémie tampon pour différents débits assignés à la sortie.
- 2- Le pourcentage de débordement que connaîtra, si conçue une trémie de 100 T, 150 T, 200 T, 250 T, pour des débits assignés allant de 2000 T/H à 3500 T/H.
- 3- Le nombre de débordements que connaîtra, si conçue une trémie de 100 T, 150 T, 200 T, 250 T, pour les mêmes débits assignés durant notre campagne.
- 4- La répartition des stocks, qu'il pourra avoir dans une trémie de capacité infinie pour les différents débits assignés fixés.

## SOMMAIRE

---

La régulation de la chaîne de décapage par la détermination du débit constant qu'il faudra à la roue-pelle 2 et la capacité optimale de trémie, terminera notre rapport.

## TABLE DES MATIERES

	Pages
Page Titre.....	i
Remerciements.....	ii
Sommaire.....	iii
<b>CHAPITRE I: INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
A- Titre du projet.....	1
B- Définition du projet.....	1
1- Description sommaire de la chaîne de décapage.....	1
2- Exposé du problème.....	4
C- Importance du projet.....	5
<b>CHAPITRE II: INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION                   DE DONNEES INDUSTRIELLES.....</b>	<b>6</b>
A- Chaîne d'acquisition de données.....	7
1- Les capteurs: Caractéristiques des signaux émis par les capteurs. ....	7
2- Carte d'acquisition de données.....	10
2.1- Filtrage.....	10
2.2- Amplification.....	10
2.3- Echantillonneur-Bloqueur.....	10
2.4- Convertisseur analogique numérique. ....	11
B- Liaison entre les différents élément de la chaîne d'acquisition de données.....	11
1- Le choix des câbles.....	11
2- Disposition des masses.....	12
3- Pose des câbles.....	12
4- Raccordement.....	12

## TABLE DES MATIERES

	PAGES
<b>CHAPITRE III: ACQUISITION DE DONNEES</b>	
<b>SUR LA CHAINE DE DECAPAGE.....</b>	<b>13</b>
A- Le process: Roue-Pelle.....	14
B- Le Hardware.....	16
1- Le capteur.....	16
2- La carte utilisée.....	18
C- Le Software LABTECH NOTEBOOK.....	19
1- Caractéristiques.....	19
2- Acquisition de données.....	20
3- Analyse des données.....	21
4- Contrôle du process.....	21
<b>CHAPITRE IV: TRAITEMENT DES DONNEES.....</b>	<b>22</b>
A- Logique de base de traitement.....	25
B- Les algorithmes de traitements.....	26
1- algorithme pour la répartition du débit de la Roue-Pelle.....	27
2- algorithme de détermination de stock max de trémie.....	28
3- algorithme de répartition de stock dans la trémie.....	33
4- algorithme de l'utilisation de trémie.....	35

## TABLE DES MATIERES

---

	PAGES
CHAPITRE V: PRESENTATION DES RESULTATS.....	38
A- Présentation .....	38
B- Interprétation.....	52
CHAPITRE VI: REGULATION DU DEBIT DES ENGINES DE TERRASSEMENT.....	56
CHAPITRE VII: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	60



## LISTE DES FIGURES

---

FIGURE N°	Pages
1- Vue d'ensemble de la chaîne décapage.....	3
2- Schéma d'une chaîne d'acquisition de données.....	8
3- Vue d'une Roue-Pelle.....	15
4- Schéma de principe des mesures.....	17
5- Schéma de l'installation réalisée.....	18
6- Schéma du principe de détermination du stock dans la trémie .....	25
7- Algorithme pour la répartition du débit.....	28
8- Algorithme de détermination de stock max de trémie.....	31
9- Algorithme de répartition de stock dans la trémie.....	34
10- Algorithme de l'utilisation de trémie.....	36
11- Histogramme de répartition de débits.....	41
12- Courbe de Capacité Max de trémie.....	42
13- Abaque de durées de débordements.....	43
14- histogramme de répartition de stock.....	44
15- Histogramme de nombre de débordement.....	46
16- Degré d'utilisation du trémie.....	59

## LISTE DES ANNEXES

---

Annexe A1 : - Etude réalisée en Etage inférieur

Annexe A2 : - Etude réalisée sur les données du  
21 - 12 - 92 au 06 - 01 - 93  
Etude réalisée sur les données du  
07 - 01 - 93 au 21 - 01 - 93

Annexe A3 : - Etude réalisée sur les données du  
18 - 02 - 93 au 22 - 02 - 93

Annexe A4 : - Caractéristique des différents engins de  
terrassment

Annexe A5 : - Correspondance des blocs de calcul de  
LABTECH NOTEBOOK  
Impressions originales des algorithmes réalisés

# CHAPTER I

---

## INTRODUCTION

---

## CHAPITRE I

### INTRODUCTION

#### A. TITRE DU PROJET

OPTIMISATION DE LA CHAÎNE DE DÉCAPAGE DE LA CSPT

#### B. DEFINITION DU PROJET

"En toute chose, il n'y a qu'une manière de commencer quand on veut discuter convenablement : il faut bien comprendre l'objet de la discussion". PLATON

#### 1. DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA CHAÎNE DE DÉCAPAGE

A la CSPT le gisement de phosphate se trouve à des dizaines de mètres enfoui dans le sol, c'est ce qui fait que son exploitation nécessite une opération de décapage qui consiste à enlever toute l'épaisseur de morts terrains qui recouvre la couche ou l'amas de minerai.

## INTRODUCTION

---

De l'abattage au dépôt de sable de la partie supérieure du recouvrement intervient un certain nombre d'engins que sont:

- DEUX ROUES-PELLES de leur vrai nom "excavateur à roue-pelle". Ce sont des engins de terrassement comprenant, une roue à 10 godets qui permet l'extraction du produit, déversé par la suite sur un convoyeur par l'intermédiaire de chariots lève bande se déplaçant sur des rails. Il est à noter que la roue de la Roue-pelle tourne à une vitesse constante de 9,5 trs/mn.

- TROIS SAUTERELLES, Engins mobiles se déplaçant sur chenilles, dont leur fonction principale est le transport de matériau par convoyeur à bande sur une distance de 42 mètres. Chaque sauterelle reçoit le sable extrait par une roue-pelle et le déverse sur les convoyeurs ripables par l'intermédiaire d'un chariot lève bande.

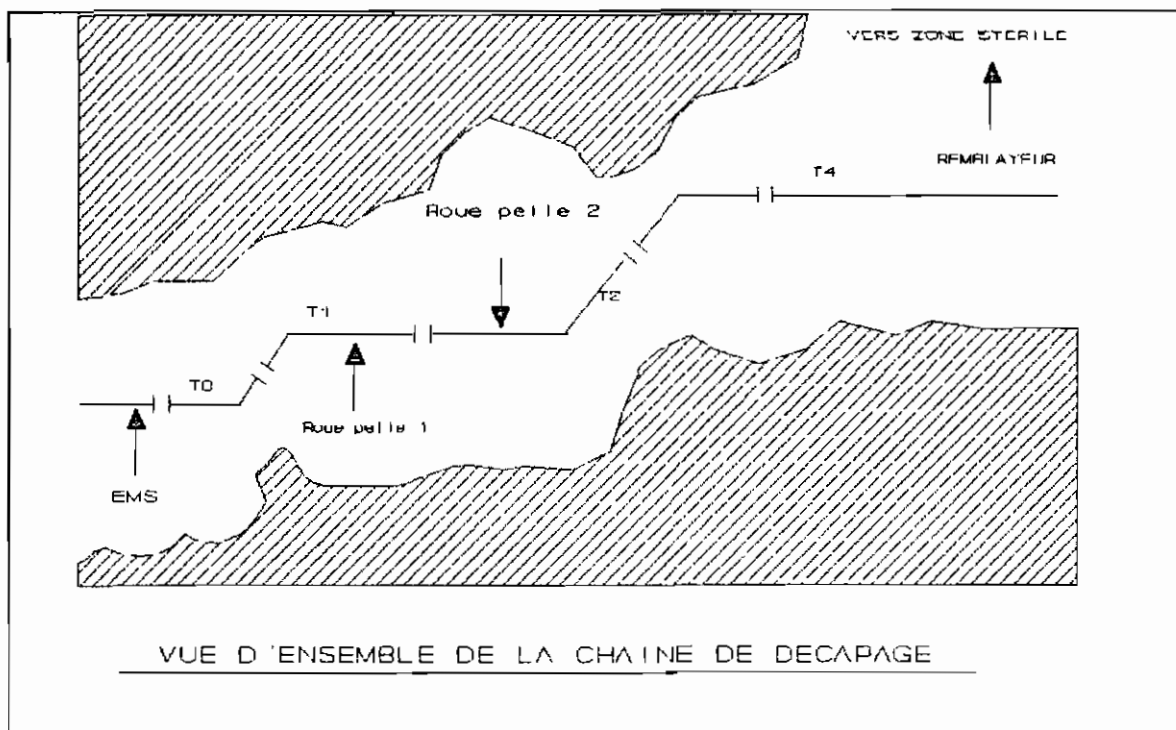
L'utilisation d'une sauterelle permet d'augmenter la distance maximum possible entre front d'abattage de la roue-pelle et le convoyeur ripable, et de diminuer la fréquence de ripages.

- UN EXTRACTEUR Mobile de Sable (EMS), joue le même rôle de terrassement que les roues-pelles mais contrairement à ces derniers l'EMS a besoin de bulldozers pour terrasser. Au niveau de l'EMS on dispose d'une guillotine pour faire varier le débit de sable à volonté et d'un afficheur numérique qui indique le débit déversé sur le convoyeur ripable.

- UN REMBLAYEUR. Engin se déplaçant sur chenilles et comportant un transporteur de réception et un autre de rejets orientables. Le remblayeur a pour fonction la remise en dépôt sur

## INTRODUCTION

une hauteur maximum de 19 mètres, des sables extraits par l'EMS et les roues-pelles.



- CONVOYEURS RIPABLES disposés en série permettront le transport du produit extrait par les roues-pelles et l'EMS. Ils sont au nombre de quatre et dénommés  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_4$ .

Le  $T_0$  reçoit le produit déversé par l'EMS, et précède le  $T_1$  qui reçoit les produits déversés par les roues-pelles par l'intermédiaire d'un chariot ...

Ce  $T_1$  est développé le long du front de taille et a une côte moyenne de 13 m par rapport au terrain naturel.

Le  $T_2$ , installé suivant une pente montante assure la liaison en  $T_1$  et  $T_4$ , le  $T_4$  placé au-dessus du terrain naturel et en dehors

## INTRODUCTION

---

des limites du gisement alimente le remblayeur par l'intermédiaire du chariot.

Ces convoyeurs ont une vitesse de 5,6 m/s et permettent l'évacuation de 8.500 t/h.

### 2. EXPOSE DU PROBLEME

Dans son utilisation classique, la roue-pelle se déplace sur une plateforme telle qu'elle puisse déblayer tout le talus se trouvant en face d'elle. L'épaisseur du sable à décaper est telle qu'elle est prise en 2 étages : étage supérieur et étage inférieur.

L'objectif permanent de l'utilisateur de roue-pelle est d'obtenir le débit de terrassement le plus élevé, ce qui ne dépend pas trop de lui, parce que les roues-pelles fonctionnent à une vitesse de roue pas variable, mais plutôt de la zone dans laquelle on se trouve et de l'étage de décapage, en somme de la nature du terrain.

Cette situation entraîne une variation de manière aléatoire du débit de sable décapé, débit qui peut passer d'une valeur très faible à une valeur trop élevée en quelques secondes.

Les valeurs élevées de débits sont souhaitées au niveau des roues-pelles mais il faudrait qu'il y ait compatibilité entre le débit total réuni des trois engins de terrassement et les possibilités des engins appelés à les recevoir; il s'agit des convoyeurs et remblayeur.

Le débit nominal dans les conditions normales de fonctionnement des convoyeurs est de 8500 T/h, l'objectif qu'on s'est fixé d'atteindre est: trouver les voies et moyens pour que le débit des trois engins de terrassement ne dépasse pas 90 % de

## INTRODUCTION

---

8.500T/h (pour tenir compte de l'usure) sans pour autant réduire leurs rendements séparés, c'est-à-dire ne pas les sous-exploiter.

L'orientation que la CSPT voudrait qu'on imprime à notre projet est le dimensionnement d'une trémie tampon au niveau des roues-pelles trémie à laquelle on assignera un débit de sortie constant, convenablement choisi.

Ainsi, cette trémie tampon fera une régulation de telle sorte qu'en des moments de débits élevés, une accumulation se fasse au niveau de celle-ci, et qu'en période creuse elle se vide.

### C. IMPORTANCE DU PROJET

Une grandeur physique se définit bien plus exactement par une équation que par une mesure ; mais en procédant de la sorte on renonce au fond à connaître la signification propre de la grandeur en cause, tout en lui conservant son nom, ce qui entraîne facilement des imprécisions et des malentendus.

Ceci dit, seules les mesures permettent une bonne maîtrise d'un phénomène physique, tout en lui gardant ses contours; de là se dégage l'importance qu'on accorde dans les entreprises aux systèmes d'acquisition de données.

Le dimensionnement de la trémie par un système d'acquisition et traitement de données, permettra d'une part si très bien conduit à terme, de résoudre avec exactitude l'épineux problème de méthode d'exploitation de la chaîne de décapage. Quand on sait que l'extraction du minerai passe nécessairement par le décapage



## INTRODUCTION

---

et ce dernier doit avoir une bonne avance pour permettre de meilleures conditions d'extraction.

D'autre part ce projet permettra à celui qui le traite d'approfondir ses connaissances théoriques générales, en particulier en Acquisition et Traitement de Données industrielles, d'apprendre à gérer les différents obstacles que peut rencontrer un ingénieur pour mener un projet à terme.

# CHAPITRE 2

---

INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNEES

---

## CHAPITRE II

### INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNEES INDUSTRIELLES

Le système d'acquisition de données est un ensemble d'éléments matériel et logiciel, destiné à recueillir des informations d'un processus industriel et les transformer en des signaux électriques exploitables par un microprocesseur. Les principaux éléments intervenant sur une chaîne d'acquisition de données sont : les capteurs, les fils de transports des signaux, les cartes d'acquisition de données et l'ordinateur.

#### A. CHAINE D'ACQUISITION DE DONNEES

##### 1. Capteurs

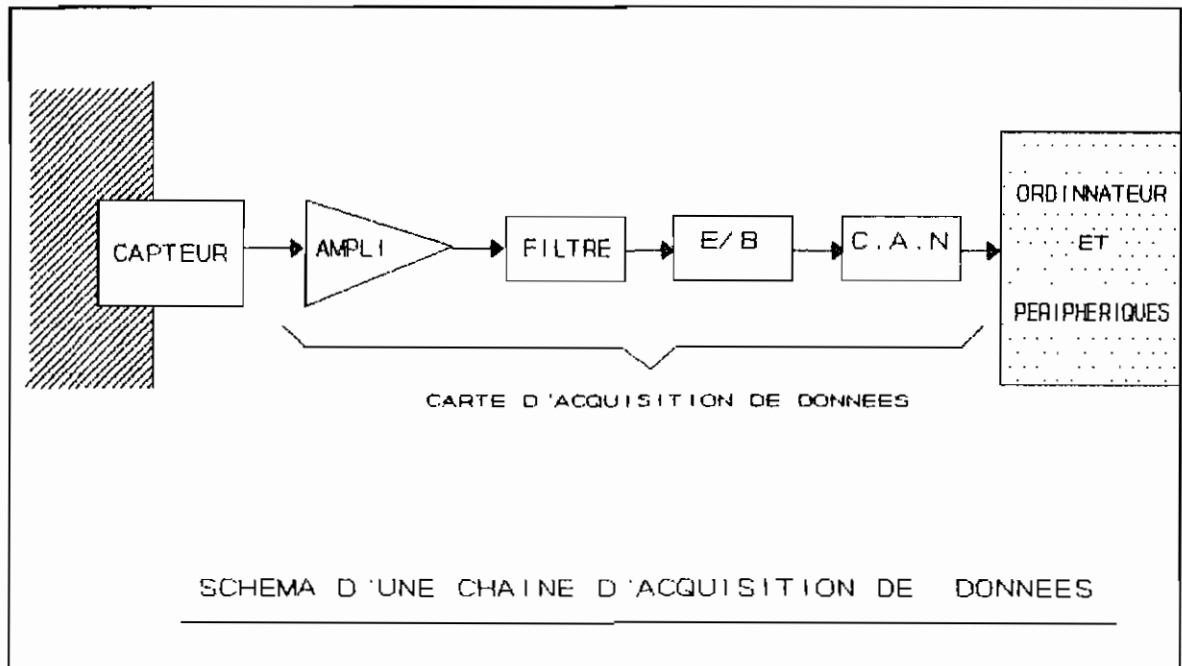
En informatique industrielle les capteurs sont utilisés pour la mesure des différents paramètres d'un système commandé et plus généralement pour la détermination de l'état de ce système. Ils sont les premiers éléments de la chaîne d'acquisition de données et convertissent directement ou indirectement les paramètres du phénomène physique en un signal électrique.

## INTRODUCTION AUX SYSTEMES D'ACQUISITION DE DONNEES

Les signaux exploitables par un microprocesseur sont obligatoirement électriques et en courant continu ; ils peuvent être :

- des tensions, comprises, entre quelques millivolts et quelques volts;
- des intensités;
- des résistances.

Dans tous les cas ils sont ramenés sous forme d'une tension continue.



1.1..Caractéristique des signaux émis par les capteurs.

Un signal électrique de mesure est caractérisé par :

- Son niveau : on distinguera des signaux bas niveau et haut niveau. Cette distinction sera faite selon que le signal soit exprimé en volt ou en millivolts. Dans le premier cas, sa transmission peut être faite sans mesure particulière . mais dans le second cas, il devra être amplifié avant sa conversion analogique numérique.

- le bruit : un signal ne sera jamais pur, mais accompagné d'un bruit parasite qui se superpose au signal utile. Le bruit pourra être un bruit blanc si toutes composantes de son spectre ont le même niveau.

Il pourra avoir un spectre limité. Ce sera le cas par exemple des parasites induits par un réseau d'alimentation électrique en courant alternatif.

Un filtrage, l'utilisation d'un convertisseur analogique numérique intégrateur ainsi que diverses méthodes de traitement par programme permettent d'exploiter un signal noyé dans le bruit.

- Tension en Mode Commun :

Dans le cas d'un signal isolé délivrant un signal  $V$ . Ce capteur peut se trouver à une certaine distance de l'ordinateur. Si l'installation est le siège de courants électriques élevés, il se peut que par suite de l'existence de courants de circulation, la différence de potentielle entre la masse de capteur et l'ordinateur ne soit pas nulle mais  $V$  qui peut d'ailleurs être alternative à la fréquence du secteur.

## 2. Carte d'acquisition de données

Ensemble de circuits électroniques ou interface entrée/sortie destinés à adapter le signal de sortie du capteur à l'équipement informatique. Les principales fonctions assurées par la carte d'acquisition de données sont :

### 2.1..filtrage

Il a pour objet de débarrasser le signal utile de tous les signaux parasites qui s'y sont superposés lors de son transport, ainsi que sa tension de mode commun.

### 2.2..Amplification

Le signal délivré par les capteurs est souvent d'un niveau énergétique très faible inférieur parfois à la résolution des convertisseurs analogiques numériques, il convient alors de l'élever pour le secteur dans la plage définie par l'étendue de mesure de ces convertisseurs.

### 2.3..Echantillonner - bloquer

Lorsque le signal à mesurer varie très rapidement, il est possible que l'amplitude de sa variation pendant la durée de la conversion soit supérieure à la précision du convertisseur. Auquel cas, il existe une incertitude sur la validité du résultat. Pour palier à cet inconvénient, vient l'échantillonneur bloqueur capable de suivre les variations du signal et d'en garder la valeur à un instant donné.

#### 2.4..Convertisseur analogique - numérique

Le signal à mesurer étant adapté, filtré, amplifié éventuellement échantillonné; il est alors prêt à être converti sous une forme numérique. Ainsi le signal est comparé à la tension élaborée par le convertisseur analogique numérique. Une logique de commande évoluée, l'état de ce dernier jusqu'à ce que l'égalité soit obtenue. La mesure sous forme numérique du signal est alors disponible dans le registre de Commande du Convertisseur.

#### **B. LIAISON ENTRE LES DIFFERENTS ELEMENT DE LA CHAINE D'ACQUISITION DE DONNEES**

La transmission d'un signal de mesure à faible niveau dans une installation industrielle nécessite de prendre un certain nombre de précautions afin de préserver la qualité du signal.

Il existe plusieurs facteurs de détérioration du signal qu'il convient de noter les méthodes éprouvées pour minimiser l'influence de ces divers facteurs.

##### 1. Choix du cable

- Pour des cables transportant des signaux à moyen ou haut niveau (plus de 0.1v) ayant une faible bande passante qui puisse permettre un filtrage facile ( 0 à 5Hz) et une faible précision (moins de 1%) on utilisera un cable à 2 conducteurs si possibles torsadés

- si une de ces limites est franchie, on utilisera obligatoirement un cable blindé, torsadé ;

- si les signaux sont à très faible niveau ( $10^{-5}$  V), on utilisera des cables à blindage hélicoïdal muni d'un drain

## 2. Disposition des masses

Les chaînes et armoires doivent être mise à la terre.  
Les circuits de signaux seront reliés à la masse en un seul point. Les blindages seront connectés à la masse en un seul point, de préférence à la masse du capteur.

## 3. Pose des câbles

- Eloigner autant que possible les câbles de mesure des câbles de puissance.
- réaliser les croisements avec des câbles à angle droit et à la distance maximale possible.
- réduire au maximum la longueur des liaisons.

## 4. Raccordement

Ne jamais utiliser le blindage à titre de conducteur de signaux.  
Ne jamais épisser un câble de signal.  
Réaliser les connexions en réduisant au strict minimum la longueur de connexions non blindées et non torsadées.  
Brancher les 2 conducteurs d'une paire sur des bornes adjacentes.  
Assurer la continuité des blindages au niveau des connecteurs.  
Ne pas réunir les blindages de différents paires.  
Les paires inutilisées d'un câble multiconducteur seront mises à la masse à une extrémité et leur blindage à l'autre.



# CHAPITRE 3

ACQUISITION DE DONNEES SUR CHAINE DE DECAPAGE

---

## CHAPITRE III

### ACQUISITION DE DONNEES SUR LA CHAINE DE DECAPAGE

#### A. PROCESS : Roue-pelle

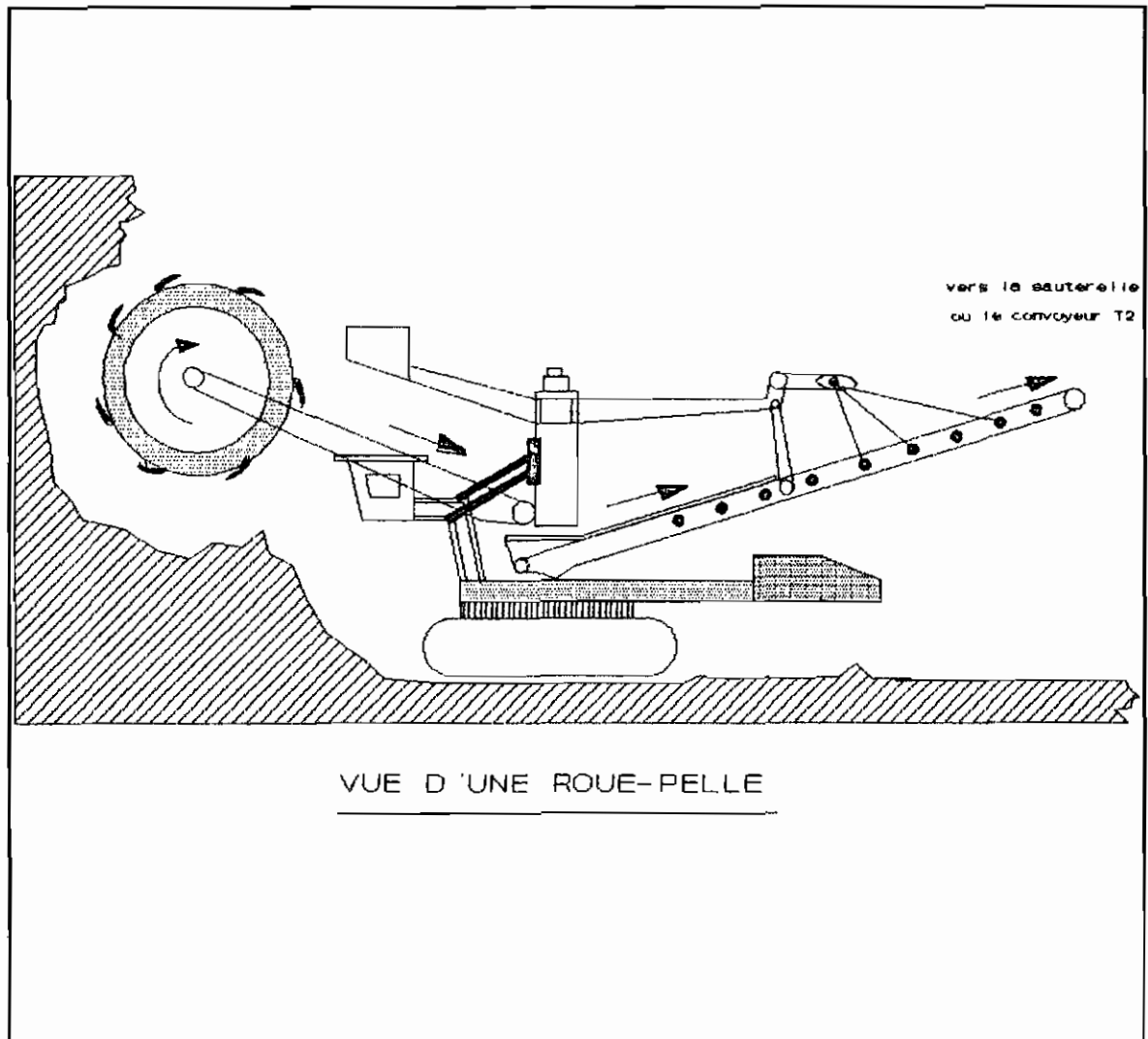
Le process est le point de départ de toute opération d'acquisition de données. C'est l'élément dont on veut mesurer les données, il est en liaison plus ou moins directe avec les capteurs.

Dans notre opération le Process est la Roue-pelle 2, plus précisément la bande de rejet de cette roue-pelle au niveau de laquelle notre capteur a été installé. La bande de rejet de la roue est un convoyeur de 1,4 m de large et de 24,25 m de long avec une vitesse de 4,2 m/s.

Les produits chargés par la roue se déversent à l'aide d'une goulotte sur une bande de transport disposée latéralement. Cette bande amène les produits jusqu'au centre d'orientation de l'engin, pour les déverser à l'aide d'une goulotte sur la bande de rejet qui a son tour alimente un transporteur ripable soit directement soit par une sauterelle.

Le paramètre qui fera l'objet d'une étude approfondie est le débit de sable décapé par la roue-pelle.

ACQUISITION DE DONNEES SUR LA CHAINE DE DECAPAGE



## B. LE HARDWARE

### 1. Le capteur

Le capteur utilisé est un débitmètre radiométrique pour transporteur à bande, il est installé au niveau de la bande de rejet de la roue-pelle 2, et mesure le débit de sable décapé par ce dernier. Le principe de la détermination de la masse à l'aide d'un système de pesage radiométrique peut être comparé au passage aux rayons X du produit qui se trouve sur la bande. Pour générer le rayonnement, qui est physiquement identique à des rayons X, on utilise un produit radioactif d'emploi facile dont l'énergie dépend de la charge qui se trouve sur le transporteur. Le rayonnement est absorbé par le produit qui est sur la bande et le rayonnement atténué et capté par un détecteur pour être ensuite évalué par un système à micro-processeur.

L'atténuation qui a lieu pendant que le transporteur fonctionne à son maximum, détermine le choix de la source. Le produit qui se trouve entre la source et le détecteur réduit l'intensité qui est mesurée par le détecteur. Au fur et à mesure que le produit atténuateur augmente, l'intensité évolue suivant une fonction exponentielle :

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot \rho \cdot d}$$

I = intensité avec la charge

I<sub>0</sub> = intensité sans la charge

μ = coefficient d'absorption en cm<sup>2</sup>/g (dépend du type et de l'énergie de rayonnement )

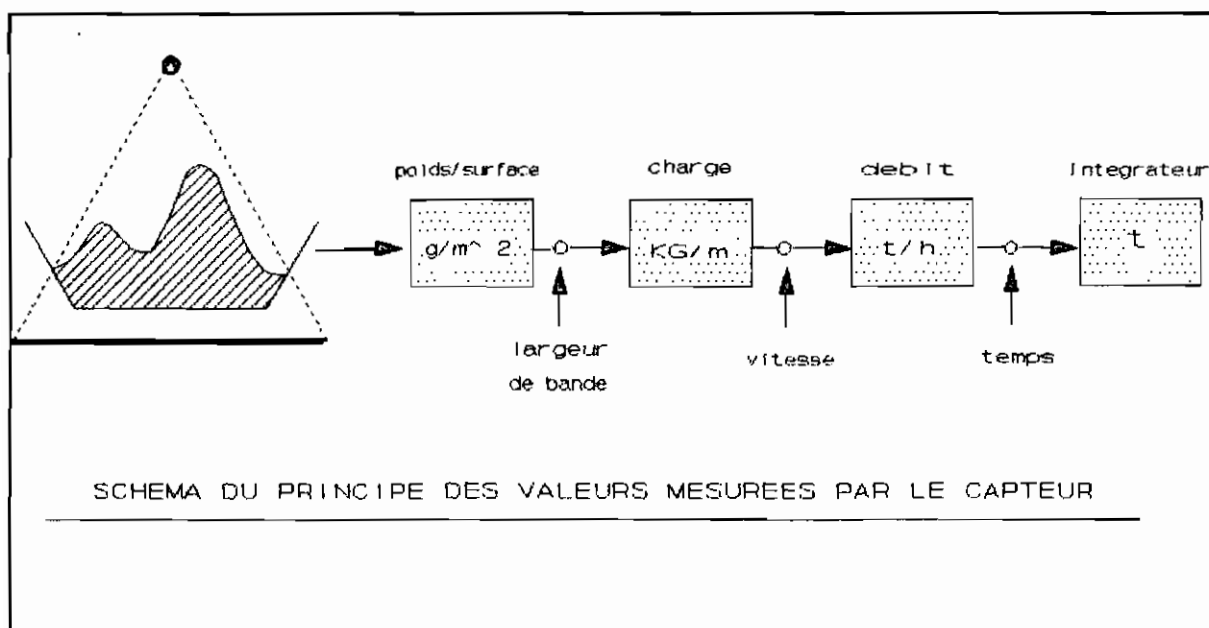
ρ = densité de la masse du produit qui est sur la bande en g/cm<sup>3</sup>

d = hauteur de la charge en cm

## ACQUISITION DE DONNEES SUR LA CHAINE DE DECAPAGE

Le signe moins signifie que l'intensité diminue quand la charge augmente. A l'exception du facteur constant, l'intensité initiale  $I_0$  est seulement affectée par la valeur du produit  $g.d$ . Dans notre cas,  $g$  est la densité du produit transporté, c'est-à-dire la densité de sa masse et est la trajectoire du rayonnement dans le produit.

Si les dimensions des deux facteurs sont multipliées, le



résultat est une masse par unité de surface. Cette variable est appelée poids par unité de surface ; elle est exprimée en  $g/cm^2$ .

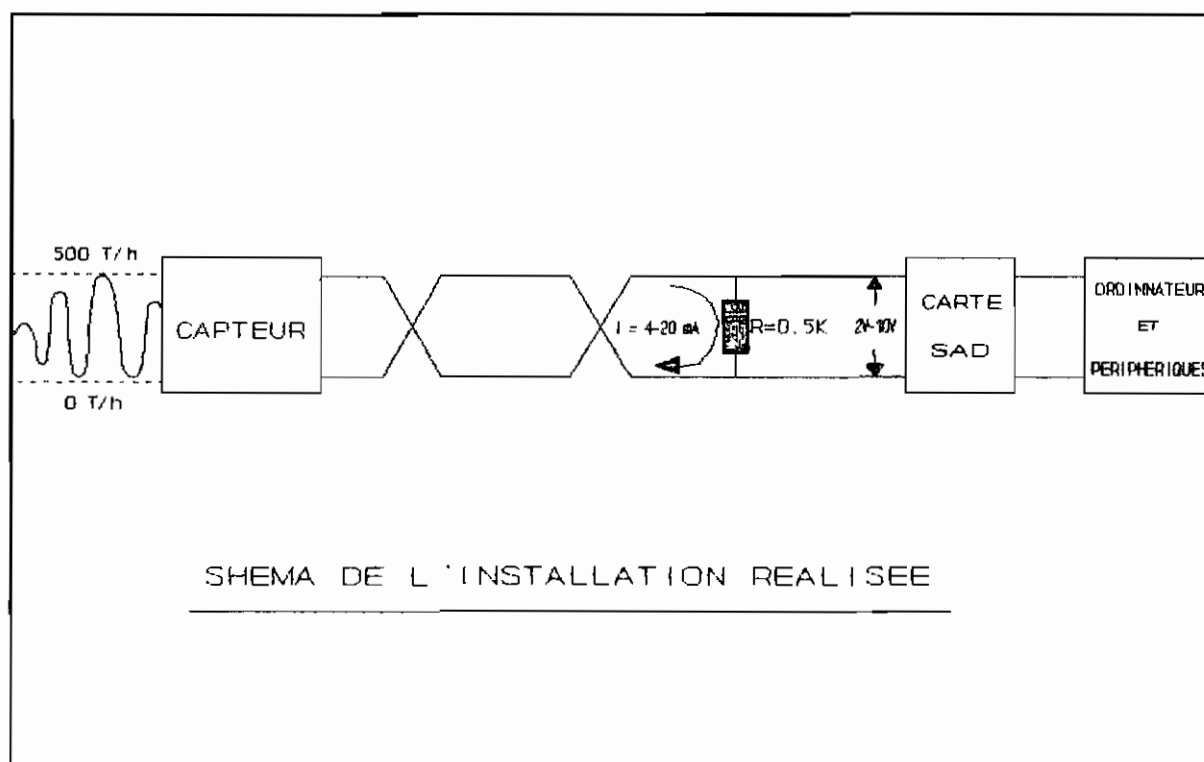
Il est à noter que la sortie de notre capteur est de type courant variant en 4-20 mA correspondant à une unité physique c'est-à-dire un débit massique variant entre 0 - 5.000 t/h.

## ACQUISITION DE DONNEES SUR LA CHAINE DE DECAPAGE

### 2. La Carte utilisée

Le type de carte utilisé est : C10 - AD08 - PGA compatible 100 % Metrabyte, elle peut fonctionner avec des logiciels écrits pour Métrabyte tel que LABTECH NOTEBOOK. Elle offre huit entrées analogiques, 4 entrées digitales, les entrées analogiques peuvent être sous forme différentielle ou sous forme de simple entrée. Dans notre cas comme le seul paramètre à mesurer est le débit, un canal seulement a été utilisé et sous forme différentielle ceci pour éliminer les tensions parasites.

Un des avantages de C10 - AD08 - PGA est : le choix du gain d'amplification par logiciel. Elle offre des niveaux de gain de 0,5, 10, 100, 500, 1000 ce qui permet la mesure de petites valeurs de l'ordre de +/- 5mv.



### C. SORFWARE : LABTECH NOTE BOOK

Le logiciel de traitement utilisé est le LABTECH NOTEBOOK, idéal pour les laboratoires ou des utilisations industrielles pour le géophysisme l'enregistrement et l'analyse, lorsque la flexibilité et la rapidité sont importantes.

LABTECH NOTEBOOK est un logiciel intégré, avec des objectifs généraux pour les acquisitions des données, le contrôle de process, la visualisation et l'analyse des données. C'est un programme avec aucune commande à retenir par l'utilisateur.

Chaque acquisition de données peut être définie différemment ou exactement comme l'acquisition précédente, dépendemment du type de test. LABTECH NOTEBOOK affiche les conditions (caractéristiques) relatives à l'application et peut les rappeler plus tard.

Chaque canal peut être organisé avec différents caractéristiques. La vitesse de traitement peut varier d'un canal à l'autre et celle de chaque canal peut varier en tout moment. L'acquisition de données peut commencer en même temps que le programme (logiciel) débute, ou peut être activé/ désactivé par une source externe.

#### 1. Caractéristiques.

- . Aucune programmation n'est requise
- . Menu pilote sous forme association d'icônes
- . Contrôle du process en boucle ouverte ou fermée
- . Compensation et linéarisation en temps réel de thermocouple

## ACQUISITION DE DONNEES SUR LA CHAINE DE DECAPAGE

---

- . Visualisation de graphique de données en format  $Y=f(t)$  ou  $Y=f(t)$
- . Ecriture continue des données sur disque durant l'acquisition et le contrôle.
- . Le temps (heure) du jour ou l'heure de l'expérience est aussi enregistrée
- . Calcul et analyse de données en temps réel.
- . Durant l'acquisition ou le contrôle, il est possible de faire tourner un autre programme (ou logiciel) en arrière plan.
- . Envoie directement des données au programme d'avant plan.
- . Utilise automatiquement les points qui varient très vite (ou fluctuant très vite si un coprocesseur est installé).
- . Menu convivial pour chaque application.
- . Dispose des programmes didactiques complets incluant des simulations simples d'acquisitions de données.
- . Accepte des entrées et sorties aussi bien analogiques que digitales, des thermocouples, des RTD, des Entrées Sorties sous forme d'impulsions, des mesures de fréquence dépendamment du matériel informatique installé.
- . Support de mémoire étendue en option.

### 2. Acquisition de données

- NOTEBOOK peut fonctionner en mode normal avec près de 240 Canaux en mode normal, la visualisation (Traitement) en temps réel des données est possible ; les données peuvent être stockées dans des fichiers et d'autres programmes (logiciels) peuvent tourner en même temps qu'on collecte les données.

- En Mode "high speed" tout l'ordinateur acquiert les données avec la plus grande vitesse tolérée par le matériel



informatique. NOTEBOOK stock les données dans la mémoire RAM durant l'acquisition, ensuite les envoie sur disque dur. le stockage de données est limité à environ 8 "lectures".

### 3. Analyse des données

L'analyse des données peut être fait en temps réel ou en différé. Il suffira de dégager une logique d'analyse et son adaptation aux valeurs sera faite par LABTECH NOTEBOOK.

NOTEBOOK est compatible avec les feuilles de calcul et l'analyse de logiciels tels que LOTUS 123 et aussi NOTEBOOK inclut deux outils sophistiqués d'analyse : "CURVEFIT" qui permet de dégager le modèle mathématique d'un process, c'est-à-dire les corrélations existantes entre différents paramètres qui interviennent sur celui-ci. Les FFT (Transformés de Fourier) qui profitent de coprocesseur arithmétique, si présent, cette fonction fournit un puissant outil pour l'analyse des signaux du process, pour la mise au point d'ondes d'entrées aussi bien réelles que complexes. les FFT peuvent être utilisés pour calculer de puissants spectres.

### 4. Contrôle d'un process

Pour les fonctions de contrôle des algorithmes en boucle fermées et en boucle ouvertes sont déjà implantées. En mode boucle ouverte, l'utilisateur définit une période de chaque onde utilisant des données immédiatement générées ou précédemment acquises. Le signal est alors automatiquement daté durant le traitement. En boucle fermée, le PID (Proportionnel Integral Derive) , "bang-bang" (ON/OFF) et des boucles d'alarme peuvent être initialisés.

# CHAPITRE 4

---

## TRAITEMENT DES DONNEES

---

## CHAPITRE IV

### TRAITEMENT DES DONNEES

La démarche suivie pour le traitement des données se présente comme suit :

Pour commencer, en tenant compte du fait que la nature du sable n'est pas la même pour les deux étages de décapage, le regroupement des données acquises a été fait suivant que la roue-pelle se trouve en étage inférieur ou en étage supérieur.

Dans chacun des cas, les traitements suivants ont été effectués, pour une prise de décision quand à la CAPACITE DE TREMIE à dimensionner.

- 1 - Répartition des débits de la Roue-pelle
- 2 - Détermination du stock maximal dans la trémie pour les débits assignés à la sortie de 2000 T/H ; 2200 T/h ; 2400 T/h ; 2500 T/h ; 2600 T/h ; 2800 T/h ; 3000 T/h ; 3200 T/h ; 3400 T/h ; 3500 T/h.
- 3 - Répartition des stocks dans la TREMIE pour les débits assignés cités en 2.
- 4 - Etude approfondie, des éventuels débordement, des temps de marche à vide, des degrés d'utilisation de TREMIE. Pour des TREMIES DE CAPACITE 100 T, 150 T, 200T, 250 T, 300 T.

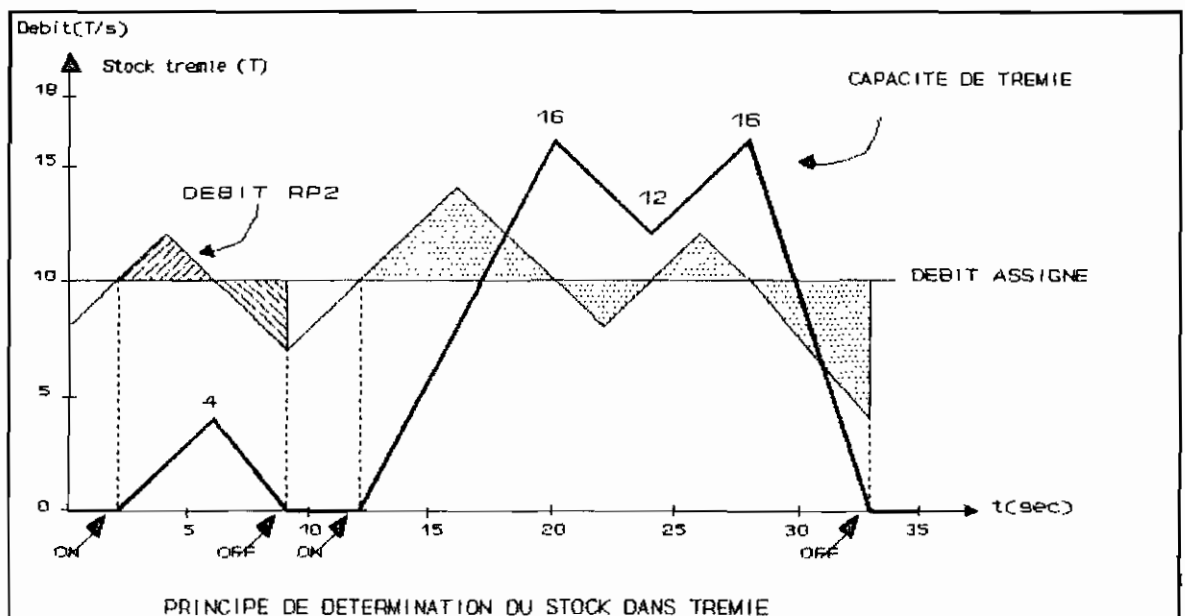
## TRAITEMENT DES DONNEES

Il est à noter que chacun de ces traitements repose sur une même logique de base.

### A - Logique de base de traitement

Supposons une trémie avec un débit assigné à sa sortie  $D_a$  et un débit d'entrée  $D_{RP}$  ; l'accumulation dans cette trémie va se faire seulement quand  $D_{RP} > D_a$ , cette accumulation grandira jusqu'à ce que le débit d'entrée commence par être inférieur au débit de sortie, ainsi la vidange de la trémie commence. Cette trémie sera vide quand la quantité accumulée égalera celle de vidange c'est-à-dire  $(\int D_{RP}.dt)_{D_{RP} > D_a} = (\int D_{RP}.dt)_{D_{RP} < D_a}$

Cette logique se comprend aisément par le suivant graphe.



## TRAITEMENTS DES DONNEES

Quand  $D_{RP} < D_a$  on remarque sur le graphe que la courbe "stock de TREMIE" est maintenu au niveau zéro pour 2 secondes le temps après lequel  $D_{RP} > D_a$ , ainsi la courbe "stock trémie" croit jusqu'à 4 tonnes pour décroître jusqu'à zéro quand

$(\int D_{RP} dt - \int D_a dt) = 0$ , en ce moment la courbe "stock trémie" est maintenu égale à zéro même que  $D_R$  commence par croître à nouveau.

A  $t = 13$  s la courbe "stock trémie" commence par croître, ce qui correspond à  $D_{RP} > D_a$ .  $\int DRP$  se calcule toujours même à  $t=20$  sec où  $D_{RP} < D_a$  et à  $t=24$  sec où  $D_{RP}$  commence à être supérieure à  $D_a$ .

L'intégral  $\int D_{RP} dt$  cessera d'être calculé seulement quand  $(\int D_{RP} dt - \int D_a dt) = 0$ .

### B. Les Algorithmes de traitements

La difficulté des programmations réside dans le fait que dans chacun des cas, étage inférieur ou étage supérieur, on se retrouve avec plus de 40.000.000 de valeurs, ce qui est difficile de traiter par les usuels logiciels de statistiques qui ne peuvent générer autant de données. De là vient la nécessité d'élaborer un Algorithme avec LABTECH NOTEBOOK pour cela.

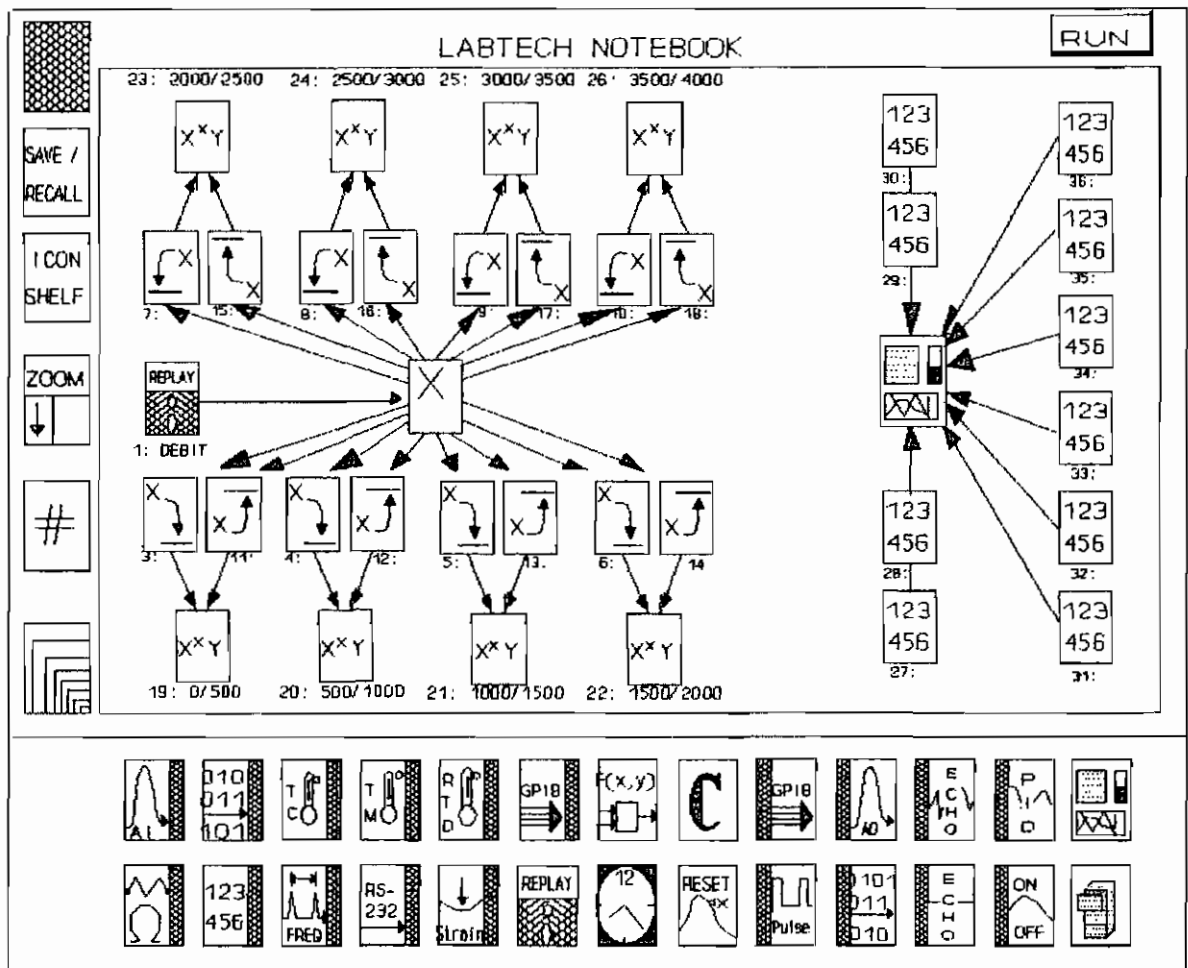
1. Algorithme pour la répartition du débit de la Roue-pelle

a. Intérêt

Cet algorithme nous permet de faire la répartition des débits de la Roue-pelle et de la présenter sous forme d'histogramme. Il est indispensable avant de se lancer dans toute étude sur l'acquisition de données faite sur la Roue-pelle 2 de savoir la distribution statistique du débit et par la suite la loi probabiliste qui régit cette distribution.

La présentation sous forme d'histogramme permet de résumer et de présenter sous forme compacte et intelligible les caractéristiques de la série d'observations. Ainsi de là, on peut faire ressortir la plage dans laquelle, théoriquement, notre débit assigné devrait varier et si le débit assigné voulu s'inscrit dans cette plage.

b. Présentation de l'algorithme



## TRAITEMENTS DES DONNEES

---

Le bloc "Replay" numéroté 1 est celui qui nous permet de faire un traitement en différé, parce que toutes les données acquises sont contenues dans un fichier spécifié à son niveau. Ces valeurs sortiront pour être traité à la fréquence spécifiée dans notre cas c'est 30 H<sub>z</sub> c'est-à-dire 30 valeurs traitées en une seconde.

Les blocs 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 appelés "Llimit" s'activent quand la valeur de débits sont inférieures respectivement à 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 5000 T/h, en gardant la valeur "1" et dans le cas contraire "0".

Les blocs 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, appelés "Ulimit" s'activent et gardent la valeur "1" quand les valeurs de débit sont respectivement supérieures à 0, 1000, 1500, 2000, 3000, 3500, 4000, T/H et "0" dans le cas contraire. Ainsi les blocs ulimits et Llimits multipliés 2 à 2 nous amènent à avoir "1" dans les blocs "X \* Y" quand les valeurs de débit sont comprises respectivement dans les intervalles [0, 500] ; [500, 1000] ; [1500, 2000] etc.

Les blocs "compteurs" comptent le nombre de fois ou on a "1" dans chacun des cas. Ainsi on a la répartition de débits acquis tout au long de notre campagne.

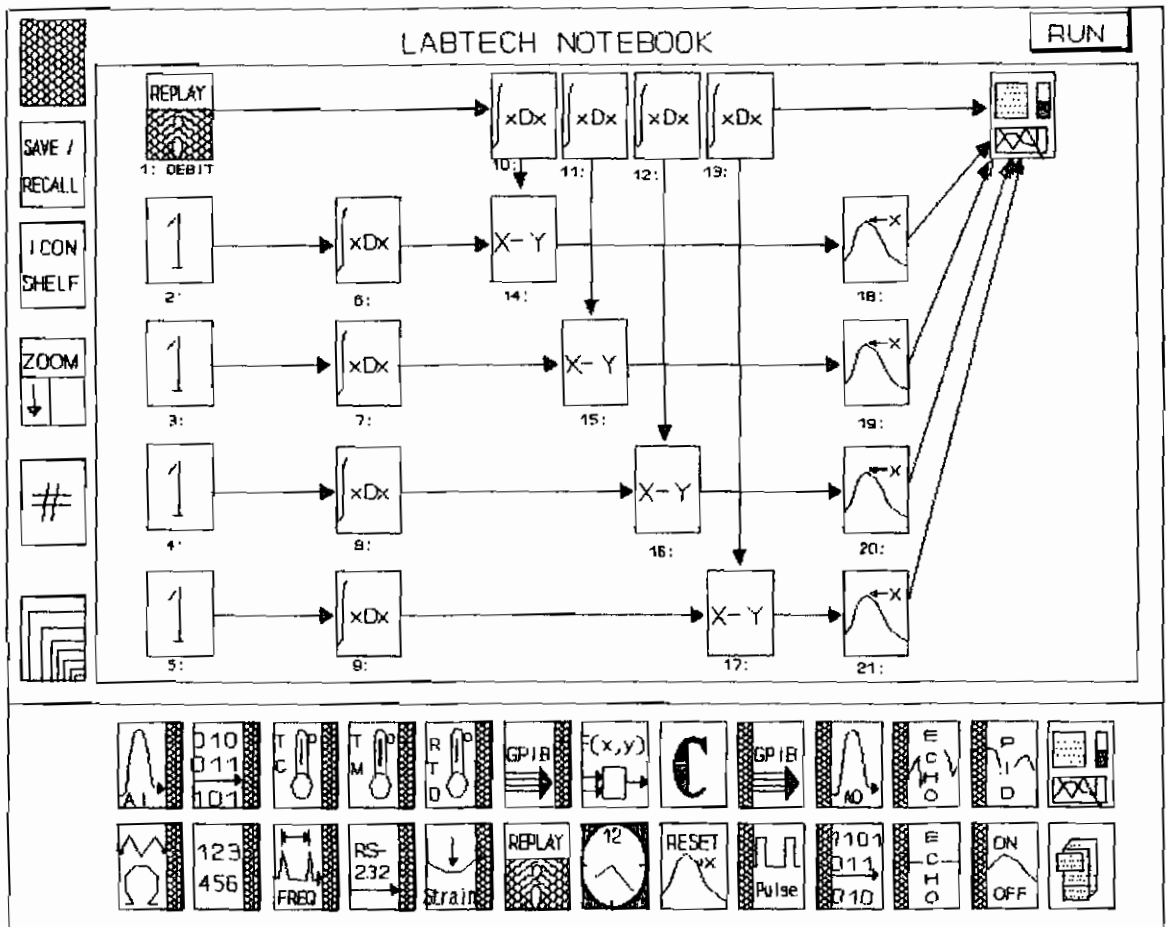


2. Algorithme de détermination de stock Max de Trémie

a. Intérêt

Cet algorithme nous permet de déterminer le stock max qu'il peut y avoir dans une trémie supposée au départ de capacité infinie. Donc pour un débit assigné allant de 2000 à 3000 T/H on détermine la capacité de trémie à dimensionner pour ne pas avoir du tout de débordement.

b. Présentation de l'algorithme



## TRAITEMENTS DES DONNEES

---

Les valeurs de débits sont stockées en fichier contenu dans le bloc "Replay", ces valeurs sont intégrées dans le temps par le bloc " $\int x dx$ ". On obtient alors :  $\int D_{RP} dt$  avec  $D_{RP}$  le débit de la roue-pelle. Le bloc "1" est un bloc qui garde une constante. Dans notre cas, la constante est le débit assigné, intégré dans le temps pour donner  $\int D_a dt$ . Ceci à partir du bloc " $\int x dx$ " relié à "1".

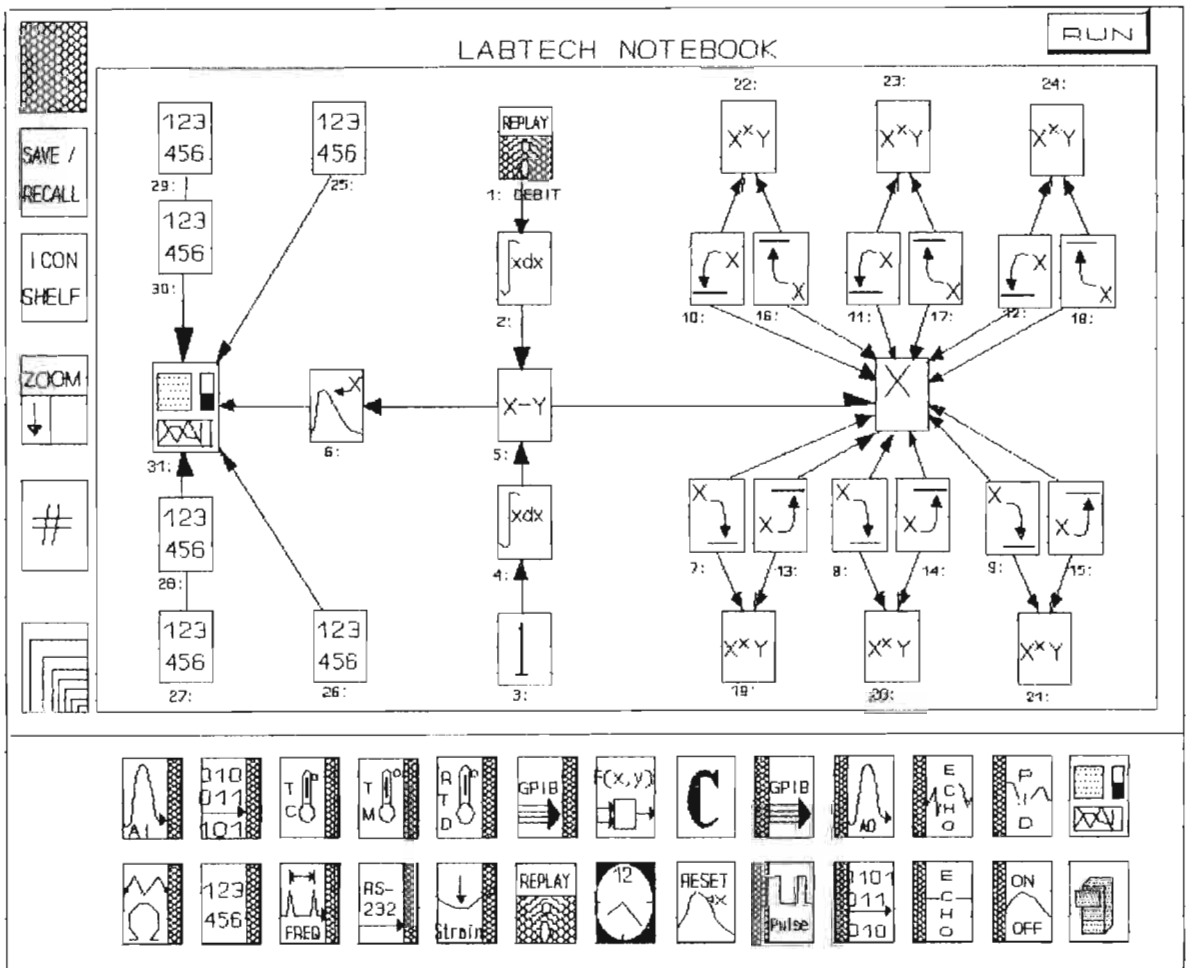
Le bloc "x - y" à chaque fois, fait la différence entre les deux précédents blocs. Il est à noter que ces deux blocs sont activés seulement quand le bloc "Replay" à un débit supérieur au débit assigné spécifié dans le bloc "1" et se désactivent quand le bloc "x - y" qui donne une valeur nulle. Ainsi on a le bloc "x - y" qui donne à tout moment le stock de la Trémie dont le maximal est donnée à la fin du traitement pour chacun des débits assignés considérés : 2000, 2500, 3000, 3500 T/H.

### 3. Algorithme de répartition de stock dans la trémie

#### a. Intérêt

Cet algorithme donne la fréquence des stocks qu'on pourrait avoir dans une trémie de capacité infinie, ceci pour tous les débits assignés à la sortie de trémie choisis. Ainsi avec cette répartition nous pouvons avoir le pourcentage du temps total de la Campagne, qu'à duré chaque stock. Ce qui nous permet de faire le choix pour chaque débit assigné, des stocks, qui feront l'objet d'une étude beaucoup plus détaillée.

b. Présentation de l'Algorithme



Cet algorithme se présente de la même manière que celui de la répartition des débits à la différence que, dans ce cas plutôt que se soit le bloc "replay", c'est sur le bloc "x-y" que la répartition est basée.

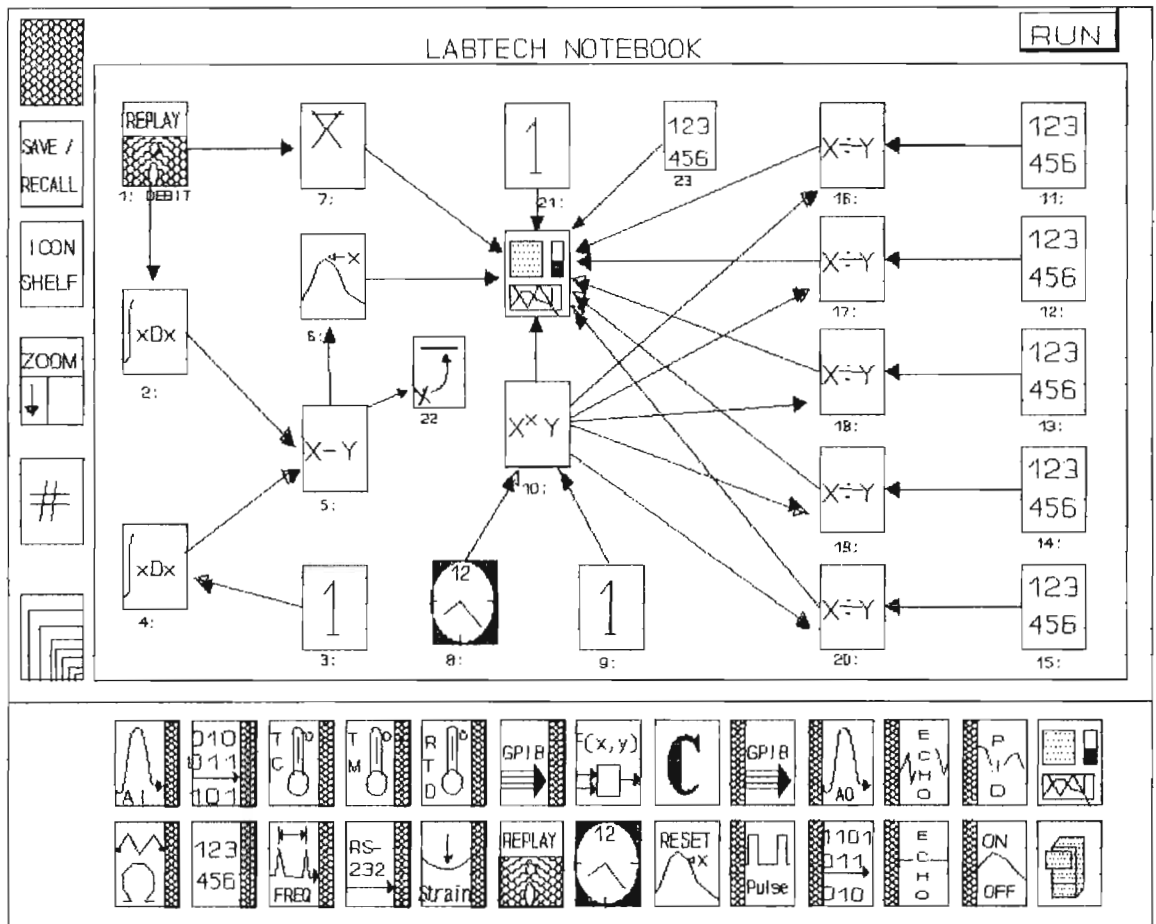
#### 4..Algorithme de l'utilisation de TREMIE

##### a.Intérêt

Cet algorithme nous permet de déterminer pour une trémie supposée dimensionnée, son degré d'utilisation caractérisé par

- le nombre de débordement
- le pourcentage du temps total où la trémie déborde
- le pourcentage du temps total où le stock dans la trémie est supérieur à 25, 50, 75 % de sa capacité
- le pourcentage du temps total où la trémie est vide.

b. Présentation de l'Algorithme



Ce stock est déterminé de la même manière que dans les précédents cas, au niveau du bloc "x-y". Numéro 5.

Pour déterminer le nombre de débordement pour une capacité de trémie fixée et pour un débit assigné donné, on procède de la sorte :

au bloc "x-y" est relié un bloc Ulimit, numéro 22, dans lequel est spécifié une limite à laquelle il doit s'activer, limite qui est la capacité de la TREMIE. Quand cette limite est atteinte et que le bloc 22 activé, un autre bloc compteur numéroté 23 s'active pour une durée spécifiée, égale à 1 divisée par la fréquence de traitement, ainsi à chaque fois que le stock dépassera la limite spécifiée le compteur s'incrémente de 1.

Pour ce qui est du pourcentage de temps où la trémie dépasse 0,25 % , 50 %, 75 %, et 100 % de la capacité de trémie spécifiée, le principe est le même mais les limites données sont cette fois-ci égale à 0, 25 % ; 50 % ; 75 % et 100 % de la capacité de trémie et le compteur s'incrémente de 1 toutes les secondes quand la condition est réalisée.



# CHAPITRE 5

---

## PRESENTATION DES RESULTATS

---

## CHAPITRE V

### PRESENTATION DES RESULTATS.

A.. Il est à noter, pour commencer que la démarche qui consiste à faire notre étude en considérant un débit variant dans une plage donnée, à été adoptée pour rendre notre solution beaucoup plus flexible c'est-à-dire adaptable à une variation des conditions de travail au niveau de la chaîne de decapage . La détermination dans un premier temps du débit qu'il faut assigner à la roue-pelle 2, et faire l'étude, suivant seulement ce débit fermerait notre solution.

Dans cette partie, seront seulement présentées les résultats de l'étude faite en étage supérieur; ceux de l'étage inférieur seront présentés en annexe ceci parceque suivant le mode d'exploitation de taïba, la Roue-pelle est appelée à travailler aussi bien en étage supérieur qu'en étage inférieur et notre étude doit se faire dans les conditions les plus contraignantes, c'est à dire la Roue-pelle 1 et la Roue-pelle 2 en étage supérieur.

## PRESENTATION DES RESULTATS

---

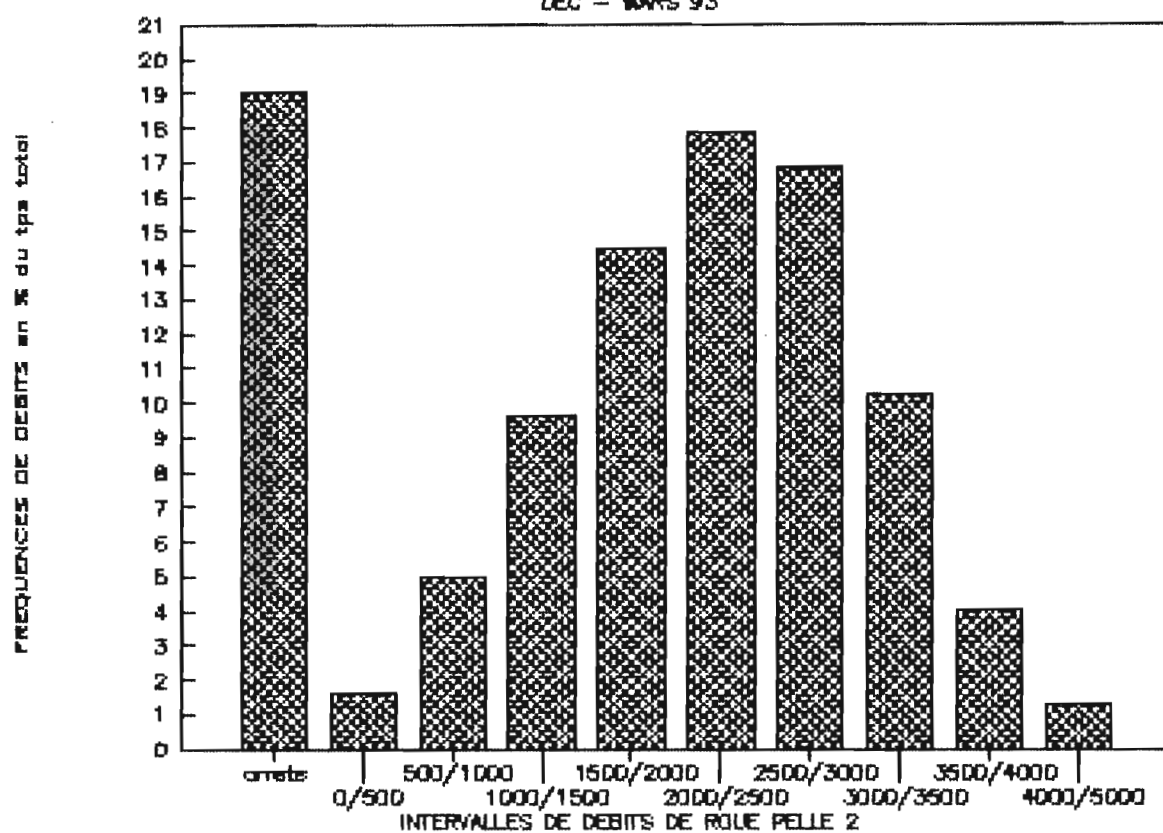
Les résultats de notre étude sont présentés sous forme de : courbes, abaques, histogrammes et sont disposés de la manière suivante :

1. Histogramme de debits de la roue-pelle 2.
2. Courbe donnant la capacité maximale d'une tremie pour différents debits assignés.
3. Abaque donnant, pour des debits assignés allant de 2000T/h à 3500T/h, le poucentage de débordement que pourra avoir une tremie de capacité: 100T, 150T, 200T, 250T
4. Histogramme de répartition de stocks dans une tremie de capacite infinie pour des debits assignés: 2000, 2500, 3000, 3500T/h.

L'optique de cette démarche est de constituer une banque de données de telle manière que pour n'importe quel debit assigné qu'on soit en mesure, après consultation de cette banque de données de déterminer une capacité de tremie à concevoir. cette demarche est fort intéressante en ce sens qu'elle permet, pour un changement de conditions d'exploitations lors de la conception de la tremie, de ne pas reprendre toute l'étude.

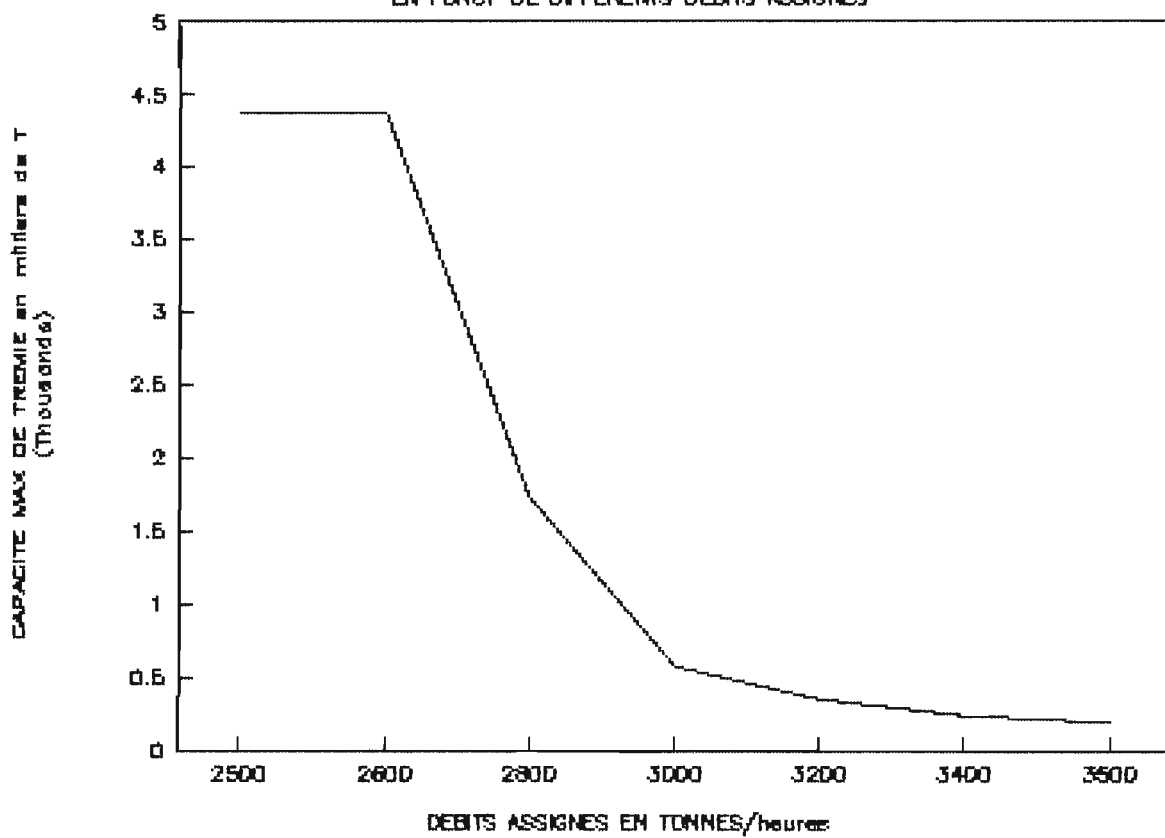
# ETAGE SUPERIEUR : REPARTITION DE DEBITS

DEC - MARS 93



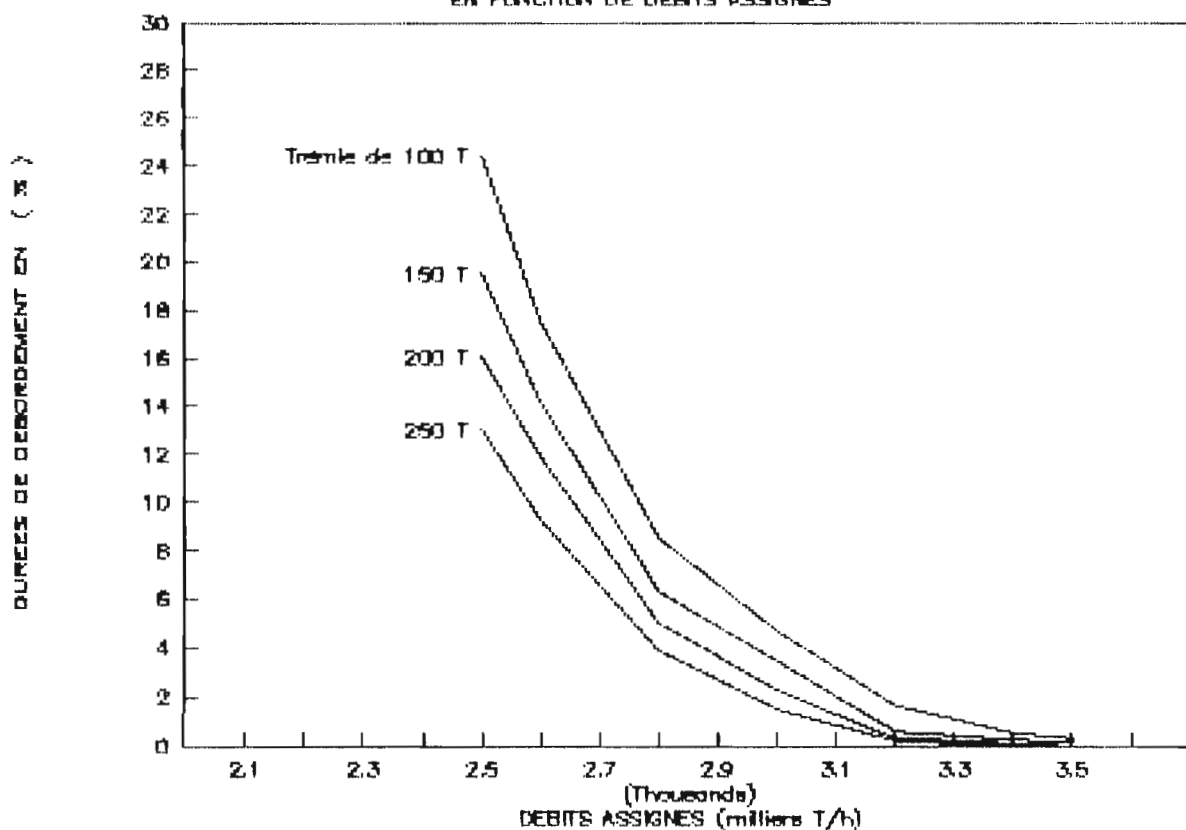
## ETAGE SUPERIEUR: CAPACITE MAX DE TREMIE

EN FONCT<sup>n</sup> DE DIFFERENTS DEBITS ASSIGNES

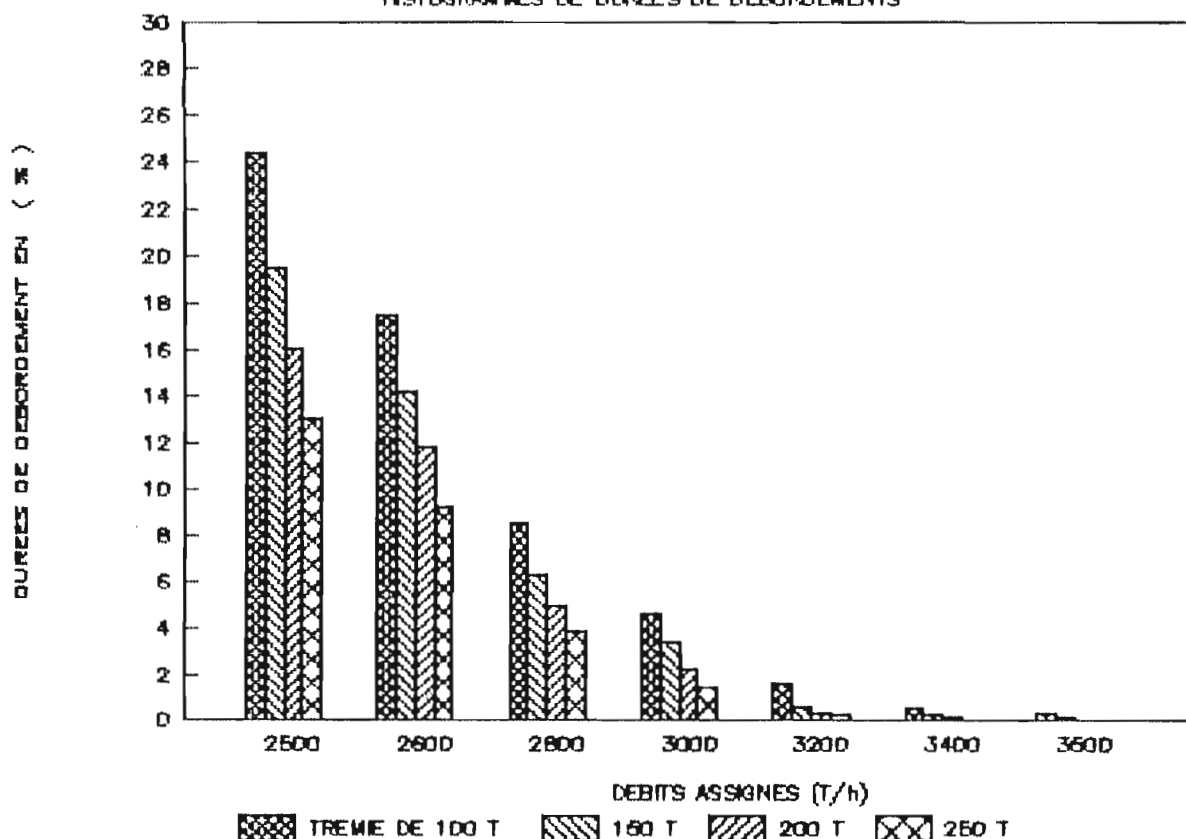


# ETAGE SUPERIEUR: DUREES DE DEBORDEMENT

EN FONCTION DE DEBITS ASSIGNES

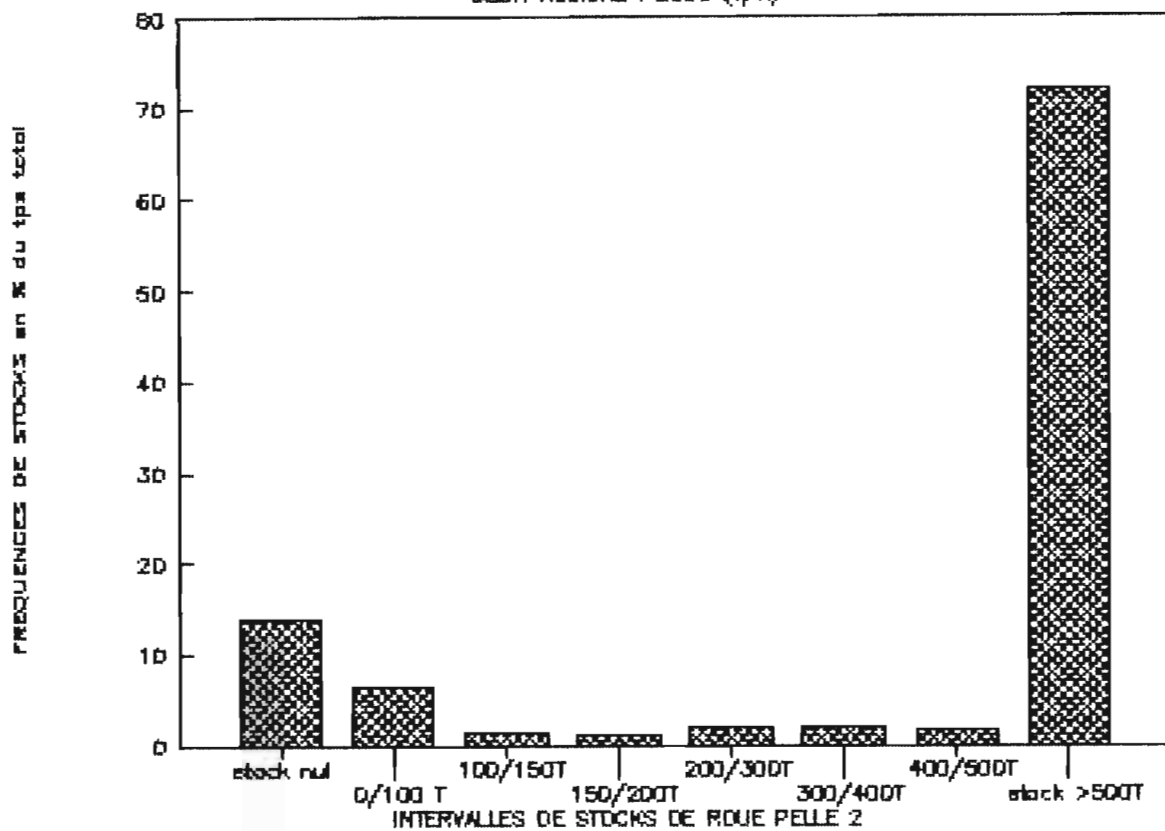


HISTOGRAMMES DE DUREES DE DEBORDEMENTS

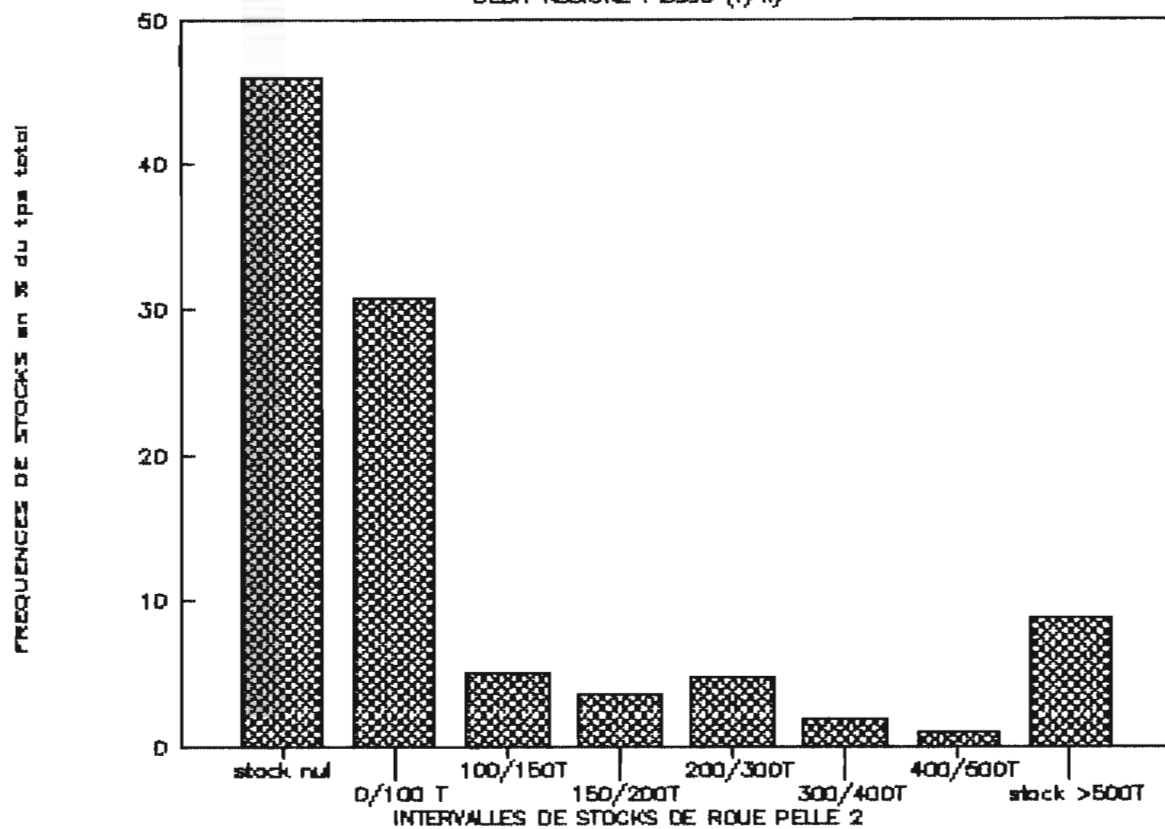


## ETAGE SUPERIEUR : REPARTITION DE STOCK

DEBIT ASSIGNE : 2000 (T/h)

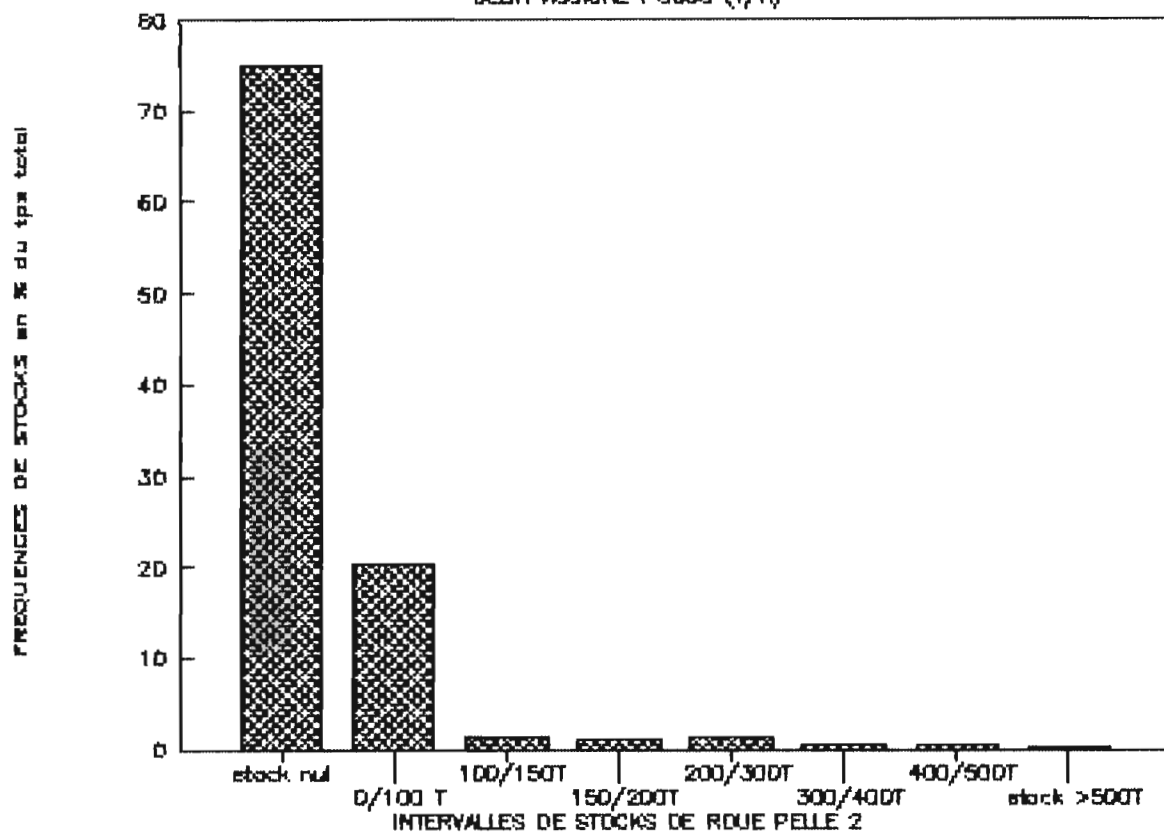


DEBIT ASSIGNE : 2500 (T/h)

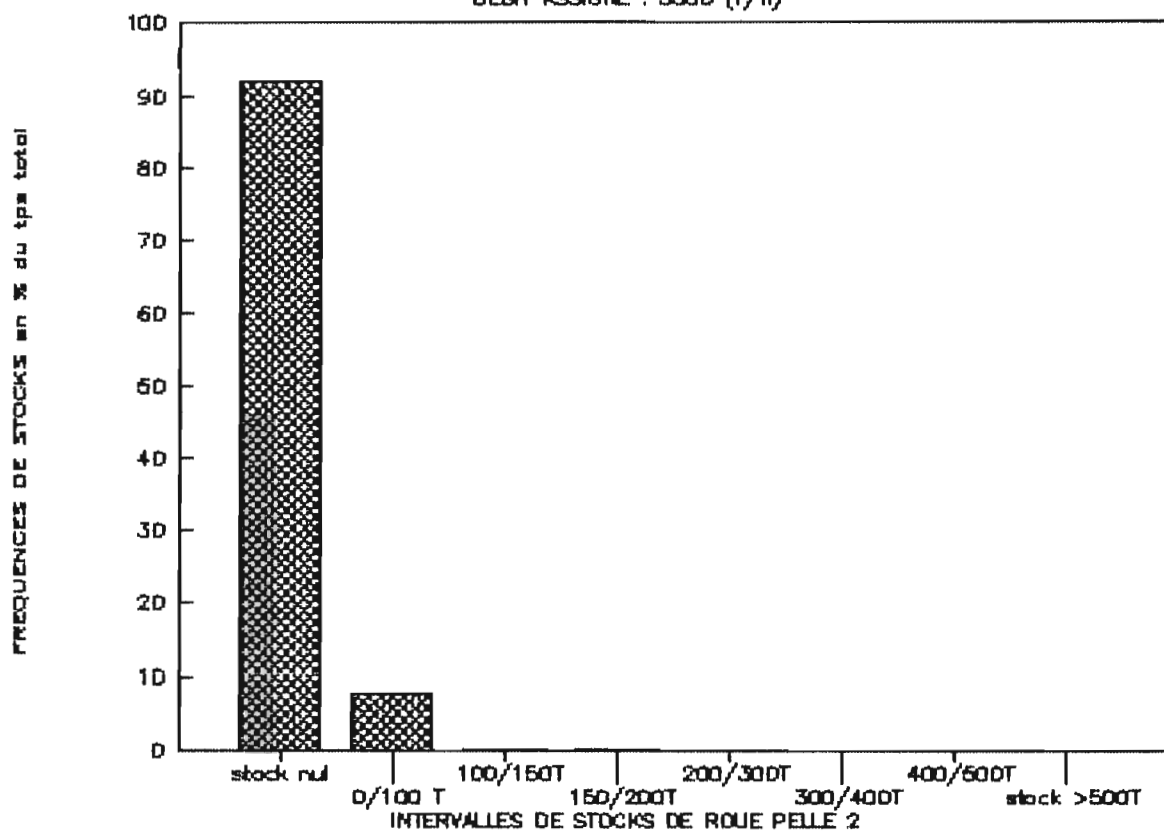


## ETAGE SUPERIEUR : REPARTITION DE STOCK

DEBIT ASSIGNE : 3000 (T/h)



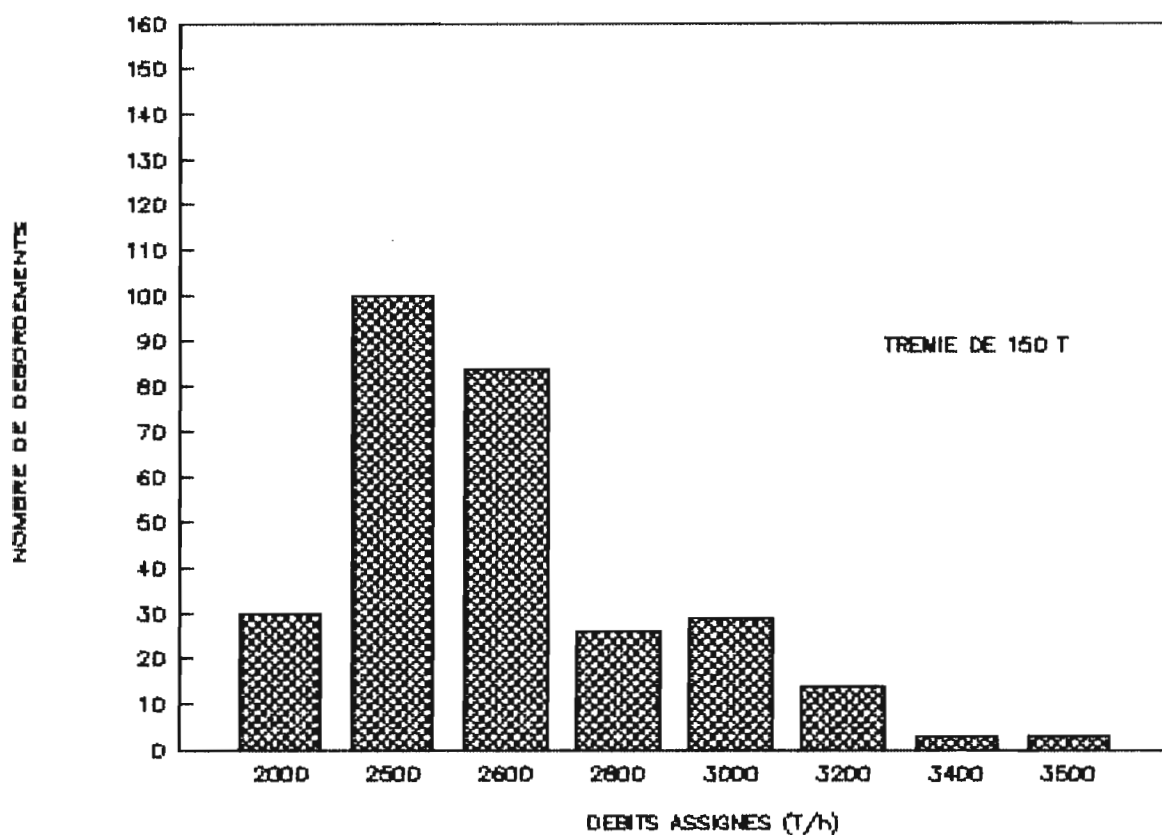
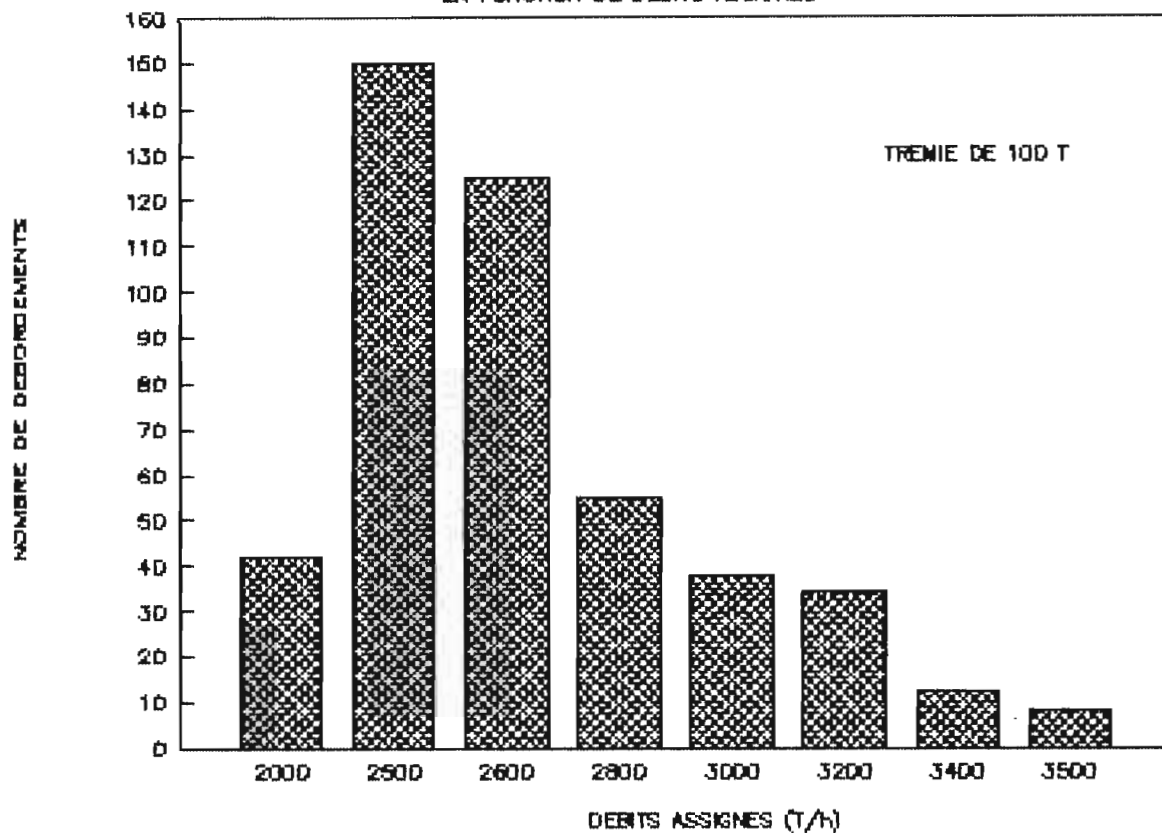
DEBIT ASSIGNE : 3500 (T/h)



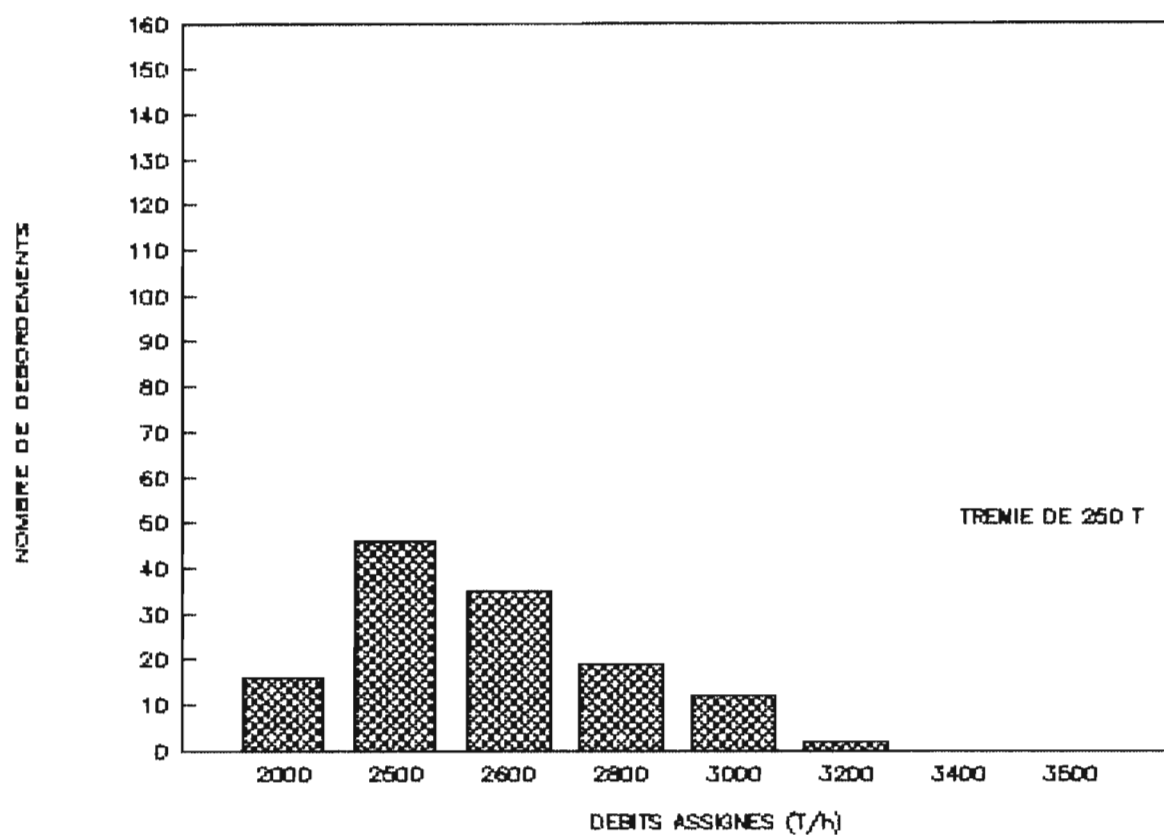
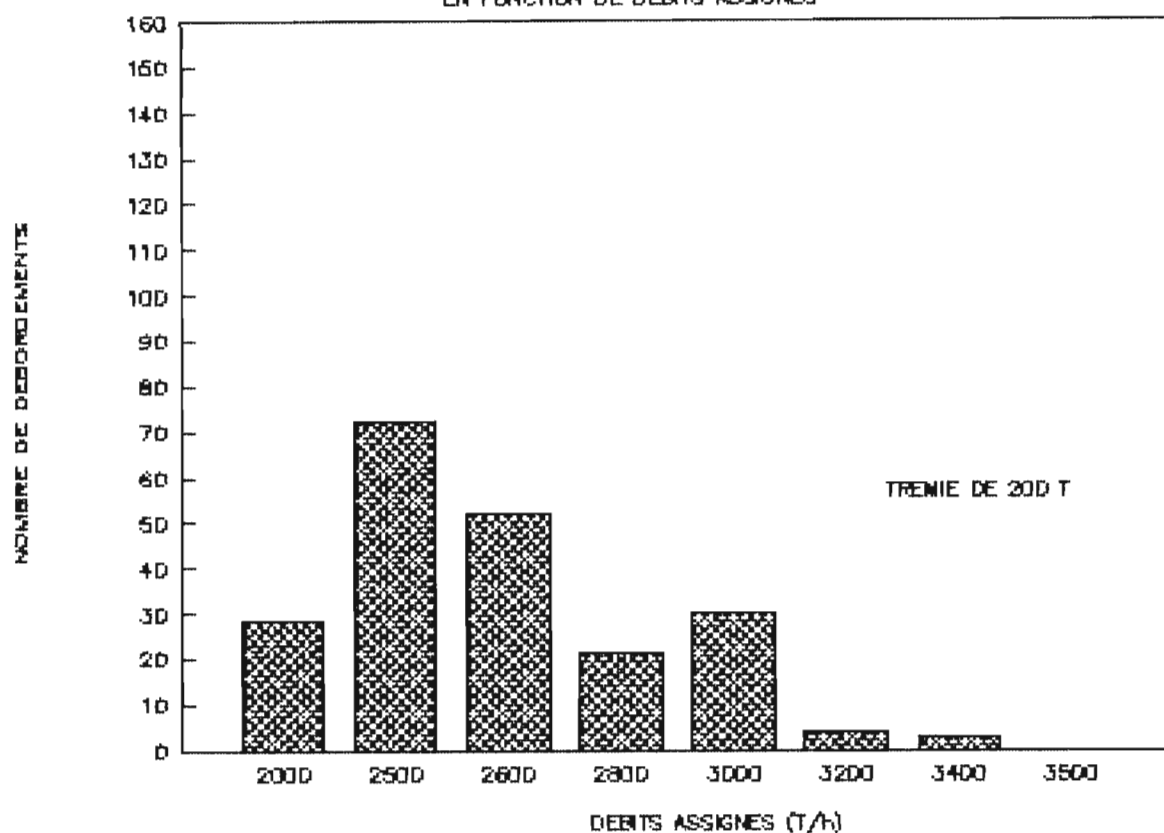


# ETAGE SUPERIEUR: NOMBRE DE DEBORDEMENTS

EN FONCTION DE DEBITS ASSIGNES



# ETAGE SUPERIEUR: NOMBRE DE DEBORDEMENTS EN FONCTION DE DEBITS ASSIGNES



### ETAGE SUPERIEURE

DEBIT ASSIGNE : 2500 T/h

CAPACITE DE TREME (tonnes)	250	200	150	100
TEMPS DE DEBOIREMENT en pourcentage du temps d'épave	13.31 %	16.04 %	24.39 %	19.5 %
NOMBRE DE DEBOIREMENTS	61	72	150	100
TEMPS DE MARCHÉ A VIDE	45.71 %			

DEBIT ASSIGNE : 2000 T/h

CAPACITE DE TREME (tonnes)	250	200	150	100
TEMPS DE DEBOIREMENT en pourcentage du temps d'épave		77.28 %	78.44 %	79.87 %
NOMBRE DE DEBOIREMENTS	16	28	30	42
TEMPS DE MARCHÉ A VIDE	13.81 %			

**ETAGE SUPERIEURE****DEBIT ASSIGNE : 2800 T/h**

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>100</b>
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage</b>	<b>4.2 %</b>	<b>5.58 %</b>	<b>6.32 %</b>	<b>7.6 %</b>
<b>NOMBRE DE DEBORDEMENTS</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>26</b>	<b>55</b>
<b>TEMPS DE MARCHÉ A VIDE</b>	<b>65.14 %</b>			

**DEBIT ASSIGNE : 2600 T/h**

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>150</b>	<b>100</b>
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage</b>	<b>8.6 %</b>	<b>11.83 %</b>	<b>14.16 %</b>	<b>18.13 %</b>
<b>NOMBRE DE DEBORDEMENTS</b>	<b>30</b>	<b>52</b>	<b>84</b>	<b>125</b>
<b>TEMPS DE MARCHÉ A VIDE</b>	<b>50.9 %</b>			

**ETAGE SUPERIEURE****DEBIT ASSIGNE : 3200 T/h**

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	250	200	150	100
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps d'écoupage</b>	0.22 %	0.32 %	0.60 %	1.64 %
<b>NOMBRE DE DEBORDEMENTS</b>	2	4	14	34
<b>TEMPS DE MARCHÉ A VIDE</b>	83.76 %			

**DEBIT ASSIGNE : 3000 T/h**

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	250	200	150	100
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps d'écoupage</b>	1.48 %	2.26 %	3.43 %	4.65 %
<b>NOMBRE DE DEBORDEMENTS</b>	12	30	29	38
<b>TEMPS DE MARCHÉ A VIDE</b>	75.6 %			

**ETAGE SUPERIEURE****DEBIT ASSIGNE : 3500 T/h**

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	250	200	150	100
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage</b>	0.00	0.00 %	0.13 %	0.32 %
<b>NOMBRE DE DEBORDEMENTS</b>	0	0	3	8
<b>TEMPS DE MARCHÉ A VIDE</b>	92.41 %			

**DEBIT ASSIGNE : 3400 T/h**

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	250	200	150	100
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage</b>	0.00	0.12 %	0.25 %	0.52 %
<b>NOMBRE DE DEBORDEMENTS</b>	0	3	3	12
<b>TEMPS DE MARCHÉ A VIDE</b>	89.2 %			

**B..INTERPRETATION DES RESULTATS**

De la courbe donnant la capacité de trémie nécessaire pour éviter tout débordements en fonction de débit assigné. Il se dégage que les capacités de trémie sont trop élevées pour des débits assignés inférieurs à 3000 T/h, nécessaires à l'objectif de départ, qu'est la régulation du débit.

Cette capacité varie entre 100 T et 450 T pour des débits assignés compris entre 3000 et 3500 T/h; et de 500 T et 1500 T pour des débits assignés compris entre 2800 et 2000 T/h.

Des histogrammes donnant la répartition du stock dans la trémie de capacité infinie, on remarque pour celui du débit 2000 T/h, qu'il serait suicidaire de concevoir une trémie à ce débit assigné et dont la capacité serait inférieure à 500 T parceque à plus 75% du temps d'etude il y a eu plus de 500T dans la trémie.

Ce stock constaté pour le débit assigné de 2000 T/h diminue quand on prend l'histogramme débit assigné 2500 T/h pour celui-ci, le stock supérieur à 500 T n'est que de 10% du temps d'études ce qui va en disparaissant pour les débits de 3000 T/h et 3500 T/h.

Les graphes les plus édifiants sont ceux qui donnent pour des trémie de taille fixée à 100, 150, 200, 250 T, le pourcentage

## PRESENTATION DES RESULTATS

---

de débordements d'un côté et le nombre de débordements de l'autre côté. L'intêret de ces graphiques est qu'associés, permettent de déterminer le temps moyen d'un débordement. L'observation de l'abaque de débordement confirme nos interprétations précédentes qu'à l'impossibilité de concevoir une trémie de taille raisonnable à un débit assigné inférieur à 2500 T/h. En effet, on constate sur l'abaque que pour un débit de 2500 T/h, les pourcentages de débordements vont de 12 % pour une trémie de 250T, à 26% du temps d'étude pour une trémie de 100 T. Mais ces pourcentages de débordements vont en s'annulant pour des débits assignés de 3000 à 3500 T/H.

Cette situation pourra paraître au départ peu supportable, mais quand on jette un coup d'oeil sur l'Histogramme de débordement, on se rend compte du nombre élevé de débordements; ce qui est très intéressant en ce sens qu'il montre un temps moyen d'un débordement réduit dans certains cas.

Ce qu'il y a d'intéressant dans cette démarche est qu'elle nous édifie dans le risque à prendre pour l'acceptation des débordements. En effet, la comparaison entre un débit assigné de 2000 T/h et 2500 T/h pour une capacité de trémie de 100T montre qu'il y a plus de débordements à 2500T/h qu' à 2000 T/h; mais le pourcentage de temps de débordements est de 25% pour 2500 T/h et



## PRESENTATION DES RESULTATS

---

75% pour 2000 T/h. Donc, pour ce dernier, peu de débordements durent un temps long, ce qui est à éviter.

# CHAPITRE 6

---

REGULATION DE DEBITS DES ENGINES DE TERRASSEMENT

---

## CHAPITRE VI

### REGULATION DE DEBITS DES ENGINES DE TERRASSEMENT

#### A..REGULATION

Notre objectif de départ, spécifié dans l'exposé du problème est d'avoir pour les trois engins de terrassement réunis (Roue-pelle 1, Roue-pelle 2, E.M.S) un débit qui n'excède pas 10% de 8500 T/h soit 7650 T/h.

- L' E.M.S. dispose d'une guillotine au niveau de laquelle, on peut varier son débit entre 0 et 3000 T/h.

- La Roue-Pelle 1 dispose quant à elle d'un variateur de vitesse à deux modes : une grande vitesse et une petite vitesse. Un essai réalisé avec ce dernier nous donne les limites suivantes pour leur correspondance en débit.

1<sup>ère</sup> vitesse: Débit moyen 940 T/H.

Débit max 1980 T/H.

2<sup>ème</sup> vitesse: Débit moyen 1140 T/H.

Débit max 2220 T/H.

## REGULATION DE DEBITS DES ENGIN DE TERRASSEMENT

---

Pour ce qui est de la détermination du débit à assigner à la sortie de la trémie, deux possibilités se posent:

Deux cas: les pires situations seront à considérer:

1<sup>ère</sup> possibilité: . EMS Maximum de débit 3000 T/H.  
. Roue-Pelle 1: 1<sup>ère</sup> vitesse correspondant à un Maximum de débit 1980 T/h.  
. Roue-Pelle 2:  
Débit assigné= 7650-1900-3000 = 2750 T/h.

2<sup>ème</sup> Possibilité: . EMS Maximum de débit 3000 T/H.  
. Roue-Pelle 1: 2<sup>ème</sup> vitesse correspondant à un Maximum de débit 2220 T/H.  
. Roue-Pelle 2:  
Débit assigné= 7650 - 2220 -3000 = 2430 T/h.

En résumé: 1<sup>ère</sup> possibilité: Débit assigné: 2750 T/H.  
2<sup>ème</sup> possibilité: Débit assigné: 2430 T/H.

Comme il s'est déjà dégagé de nos graphes exposés précédemment, l'impossibilité de concevoir une trémie de débit assigné inférieur à 2500 T/h. La première possibilité s'impose alors à nous: Débit assigné: 2800 T/h.

B..CHOIX DE LA CAPACITE DE TREMIE

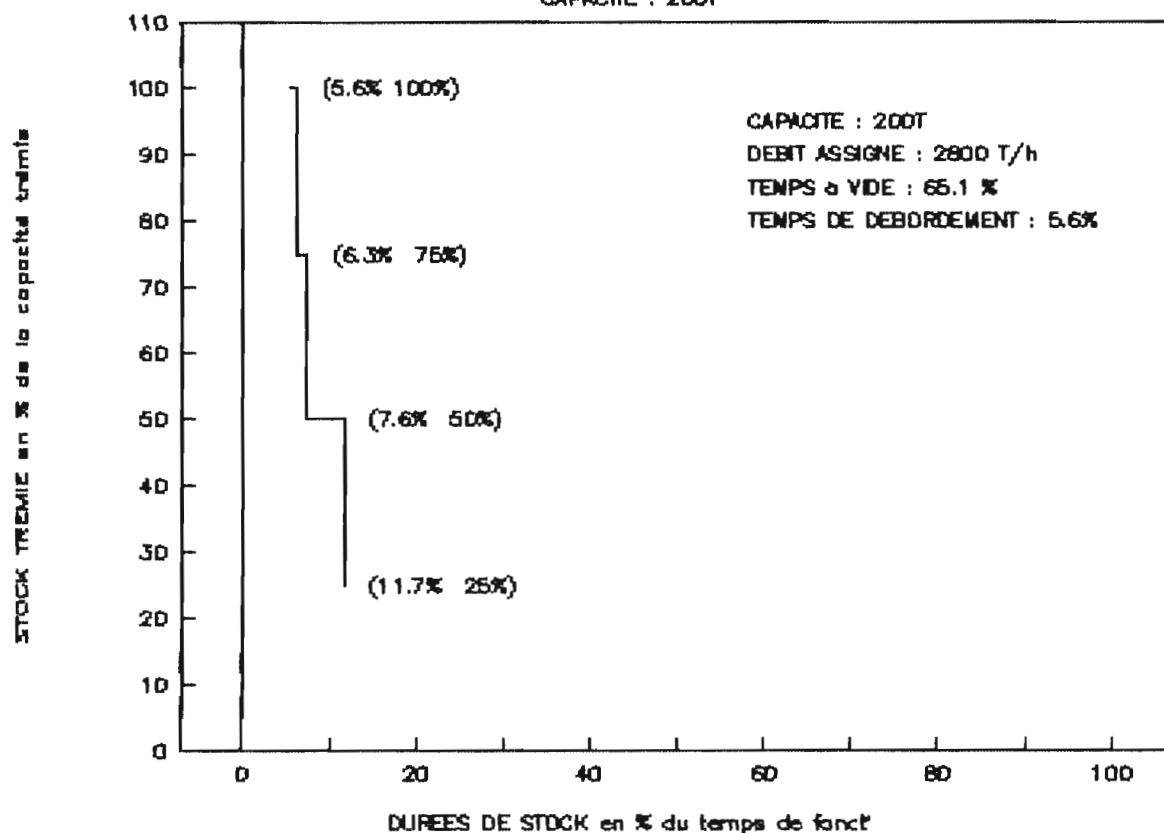
Les figures suivantes montrent pour un débit assigné de 2800 T/H, le degré d'utilisation des TREMIES de 100 T, 150 T, 200 T, 250 T. Elles montrent le pourcentage du temps d'étude où la trémie déborde et si une telle trémie était conçue, son pourcentage de temps de marche à vide et son pourcentage de remplissage.

L'observation de ses graphes nous pousse vers une capacité de trémie de 250 T parce qu'elle offre le moins de temps de débordements soit 4.6% et 19 comme nombre de débordement. Mais si on regarde l'écart faible qu'il y a entre ce temps et celui obtenu pour une trémie de 200 T (5.6% du temps d'étude), vu l'encombrement que peut engendrer une trémie de grande taille, la capacité 200 T taille de trémie paraît aussi appropriée.

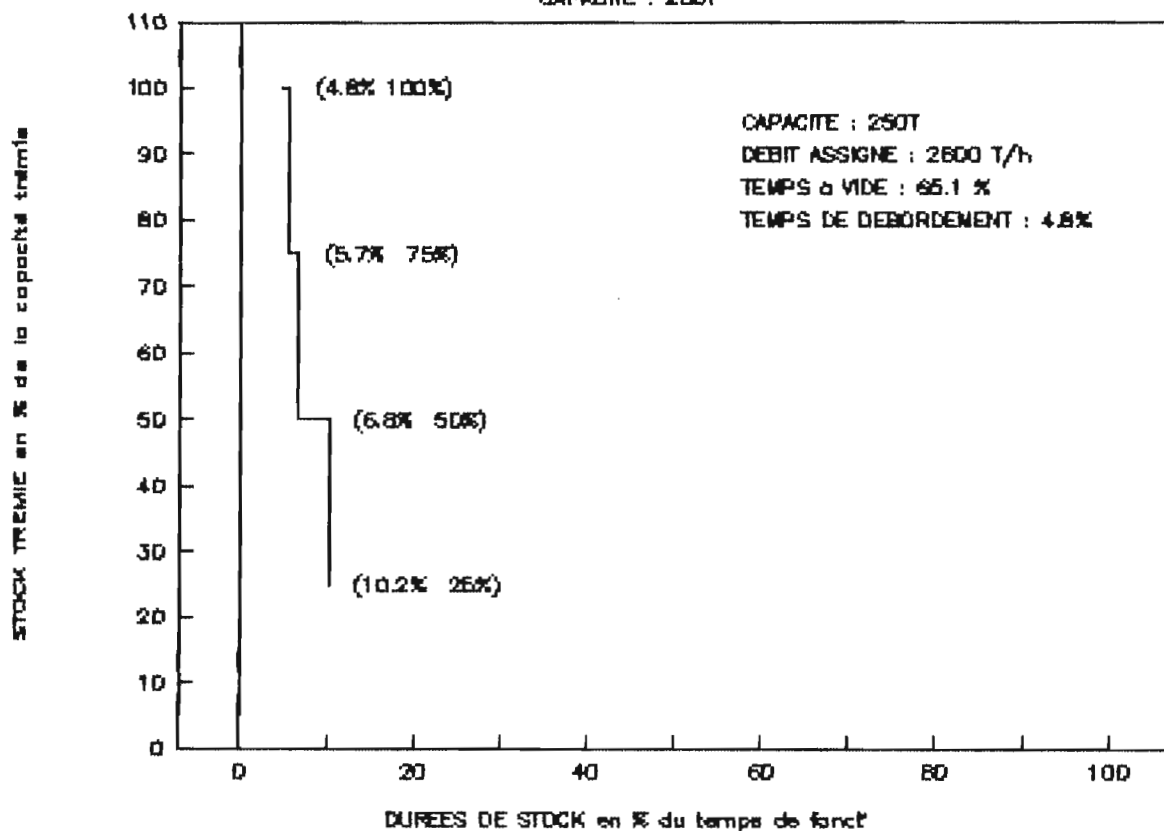
En résumé, un débit de 2800 T/h à assigner à la sortie d'une trémie de capacité variant entre 200T et 250T avec un débordement allant de 4.8 et 5.6% à supporter.

# DEGRE D'UTILISATION DE TREMIE

CAPACITE : 200T

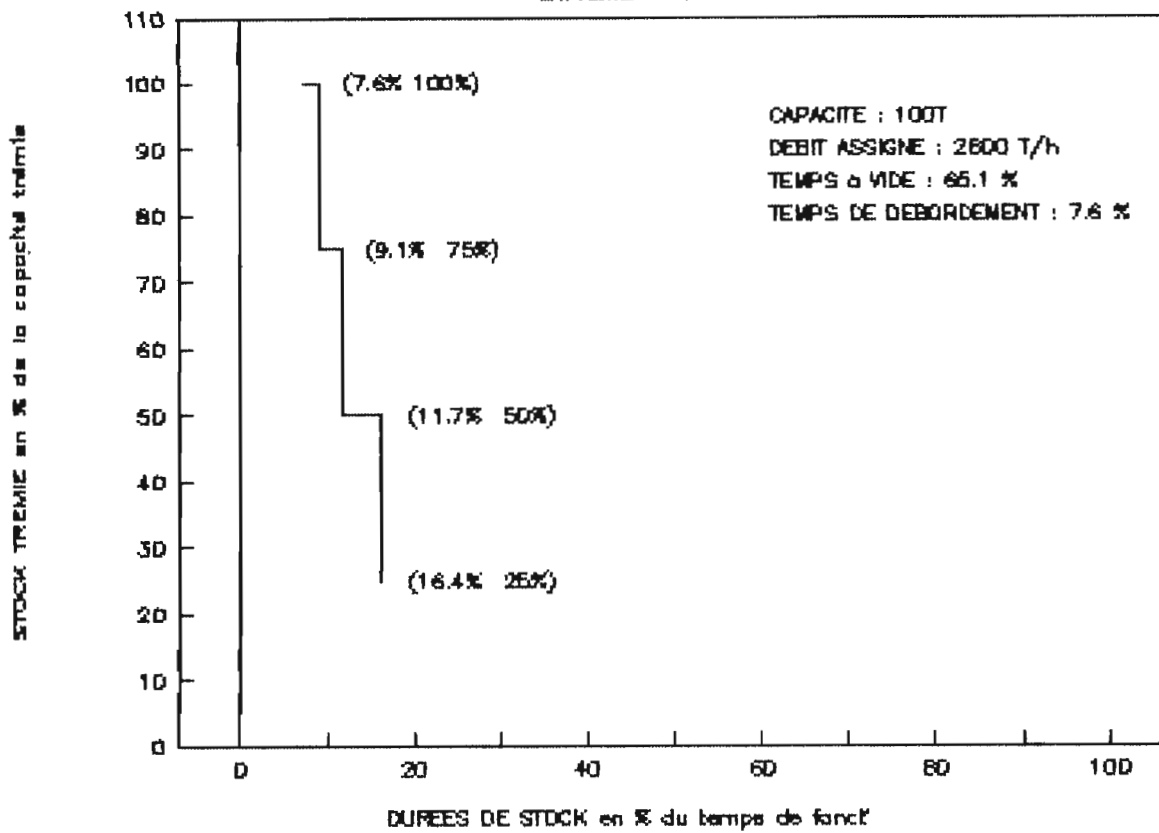


CAPACITE : 250T

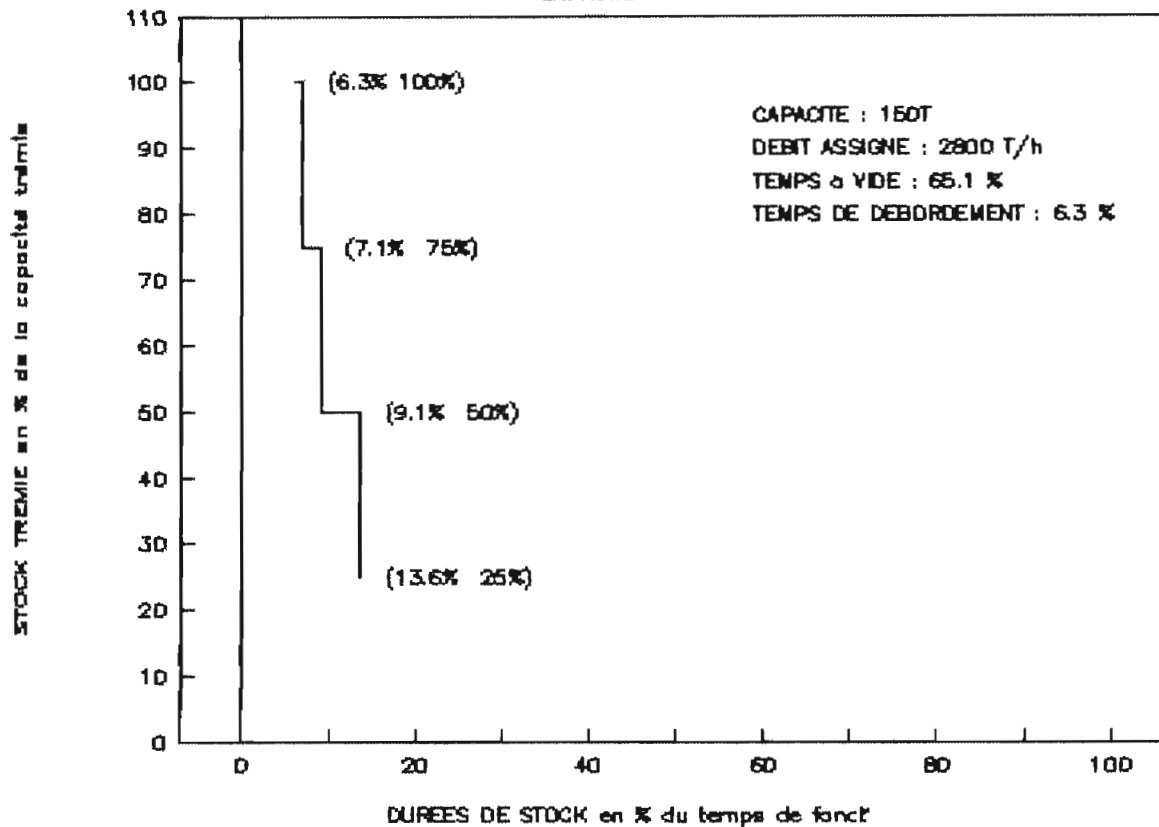


# DEGRE D'UTILISATION DE TREMIE

CAPACITE : 100T



CAPACITE : 150T



# CHAPTER 7

---

CONCLUSION



---

## CHAPITRE VII

### CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

1. L'implantation et l'expérimentation d'un système d'acquisition de données au niveau de la Roue-Pelle 2 ont prouvé la faisabilité technique du projet par les propres moyens de Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba.

2. Le traitement statistique des données mesurées en quatre mois nous a permis d'atteindre les objectifs qu'on s'était fixé au départ à savoir l'optimisation de la chaîne de décapage de Taïba par le dimensionnement d'une trémie tampon pour la Roue-Pelle 2.

3. La forte variation du débit de sable décapé, la nature très changeante de la zone décapage nous a amené à faire l'étude sur une durée très longue (quatre mois), ce qui donne l'assurance d'avoir parcouru tous les types de zone et nous confirme la représentativité de notre échantillon.

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

---

4. La flexibilité de notre étude s'expose par la constitution d'une banque d'information donnant pour tous les débits assignés à sortie de trémie, les différentes capacités de trémie tampon qui ne permettent aucun débordement à son niveau.

5. Les très fortes capacités trouvées, à la limite du réalisable, nous a amené à étudier pour des capacités de trémie fixées, les débordements qu'on pourra avoir et si ceux-ci sont supportables. Ces débordements varient de 25% à 0% pour les trémie de 100 T à 250 T.

6. La prise en compte des conditions actuelles d'exploitation fait dégager un débit à assigner à la sortie de trémie de 2800 T/h.

7. Pour ce débit à assigner de 2800 T/h, il se trouve qu'il nous faut une capacité de trémie variant de 200 T à 250 T avec 4.8% à 5.6% de débordement a prévoir.

8. Il est à noter que le choix de la capacité de trémie dépend un peu des moyens dont dispose l'entreprise: soit prendre pour un débit assigné de 2800 T/h, une capacité forte pour éviter tout débordement de celle-ci, capacité spécifiée dans notre banque de données. Ou prendre une trémie de capacité variant entre 100T et 250T avec des limites croissantes de débordement spécifiées toujours dans notre banque de données.

9. L'avantage de la trémie tampon est que c'est une solution qui ne diminue en rien le rendement de la roue-pelle. Elle

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

---

utilise une technologie conventionnelle simple bien maîtrisée par les constructeurs et facile à assimiler pour le personnel d'exploitation actuel.

10. L'inconvénient de cette solution est qu'elle rend un peu difficile l'exploitation, surtout le ripage devient plus difficile avec une taille si importante de trémie à déplacer.

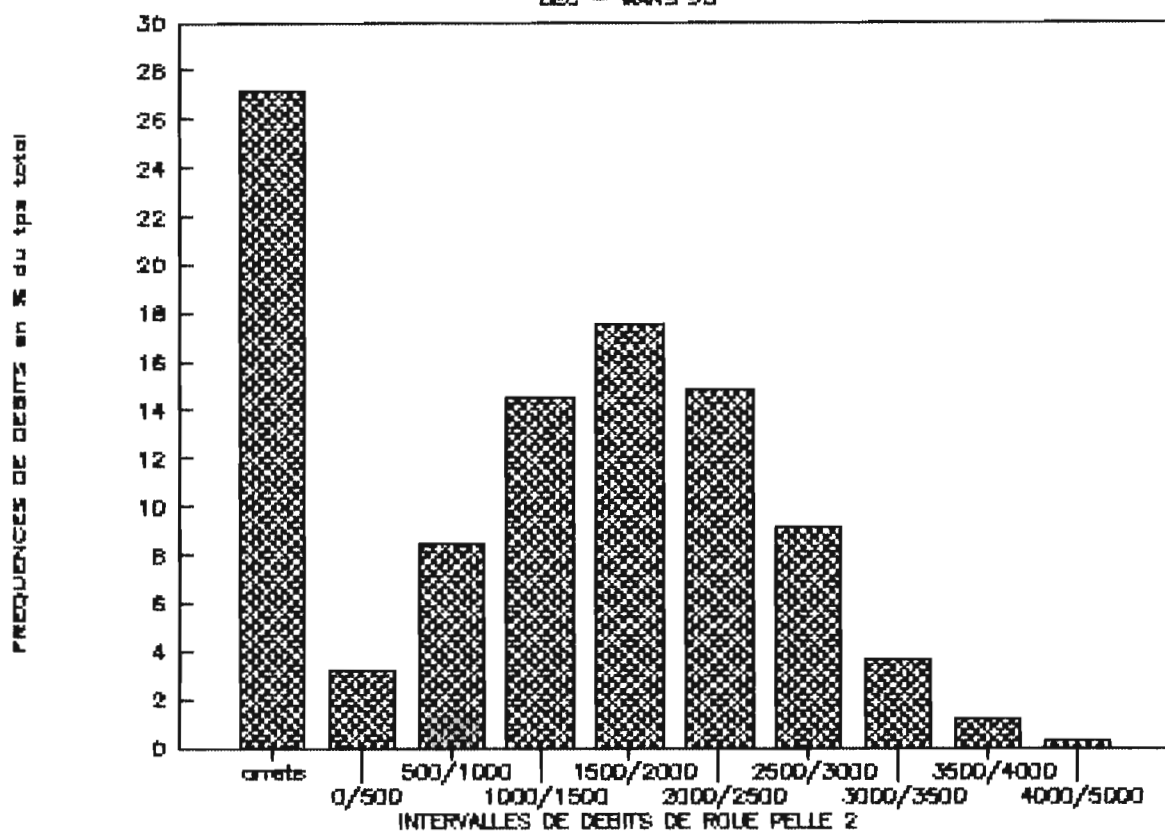
# ANNEXES

---

— *Annexe A1* —

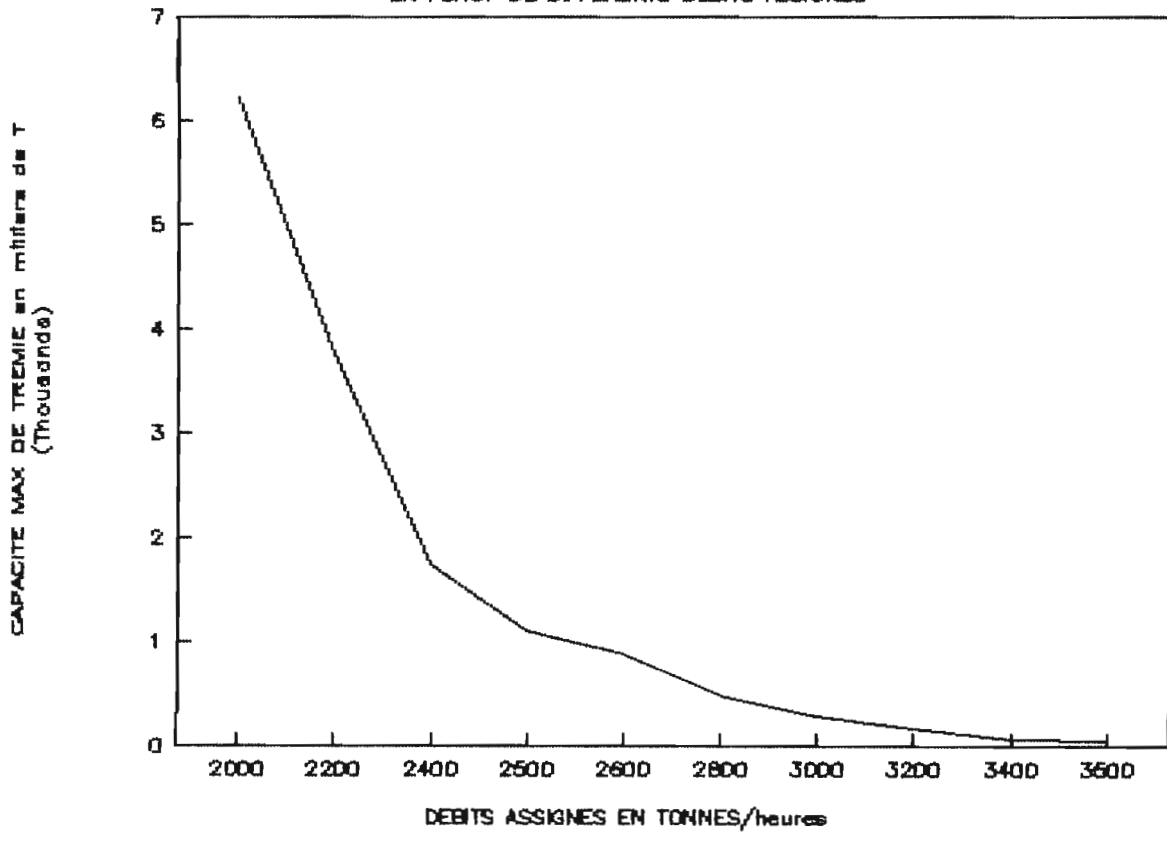
# ETAGE INFERIEUR : REPARTITION DE DEBITS

DEC - MARS 93



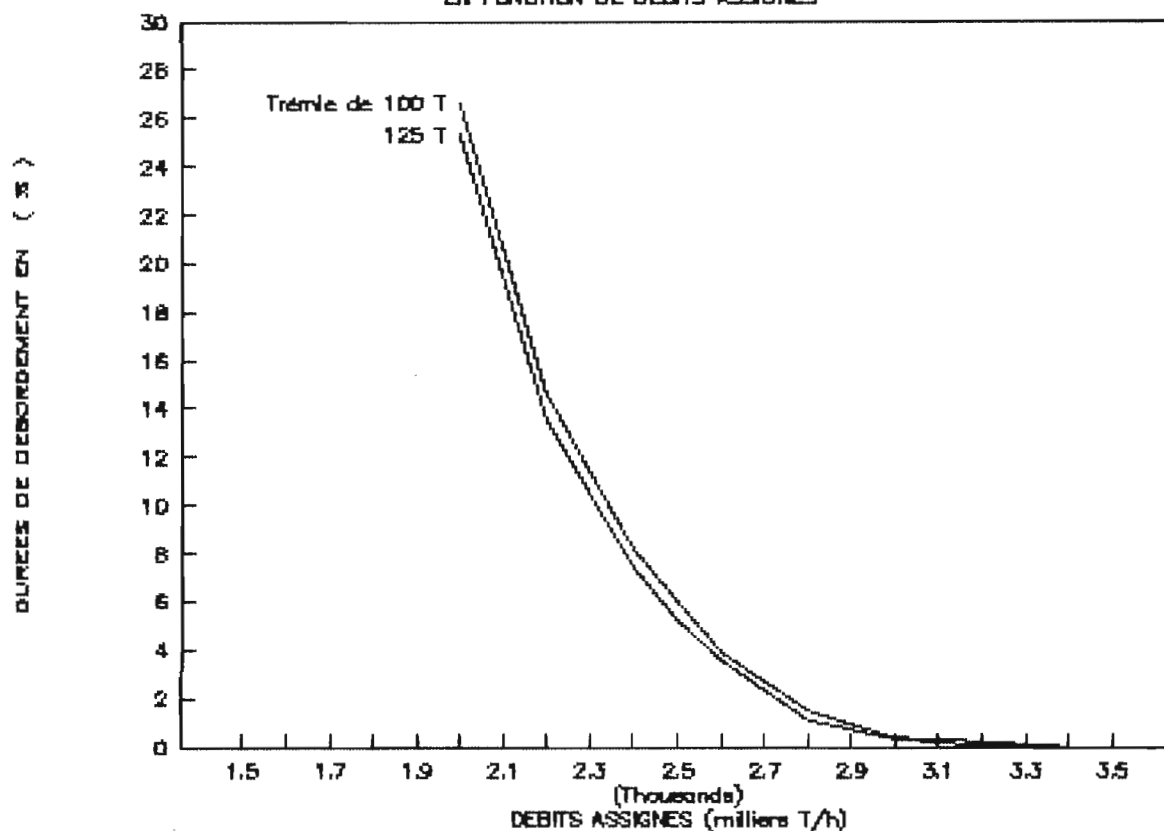
# ETAGE INFERIEUR: CAPACITE MAX DE TREMIE

EN FONCT DE DIFFERENTS DEBITS ASSIGNES



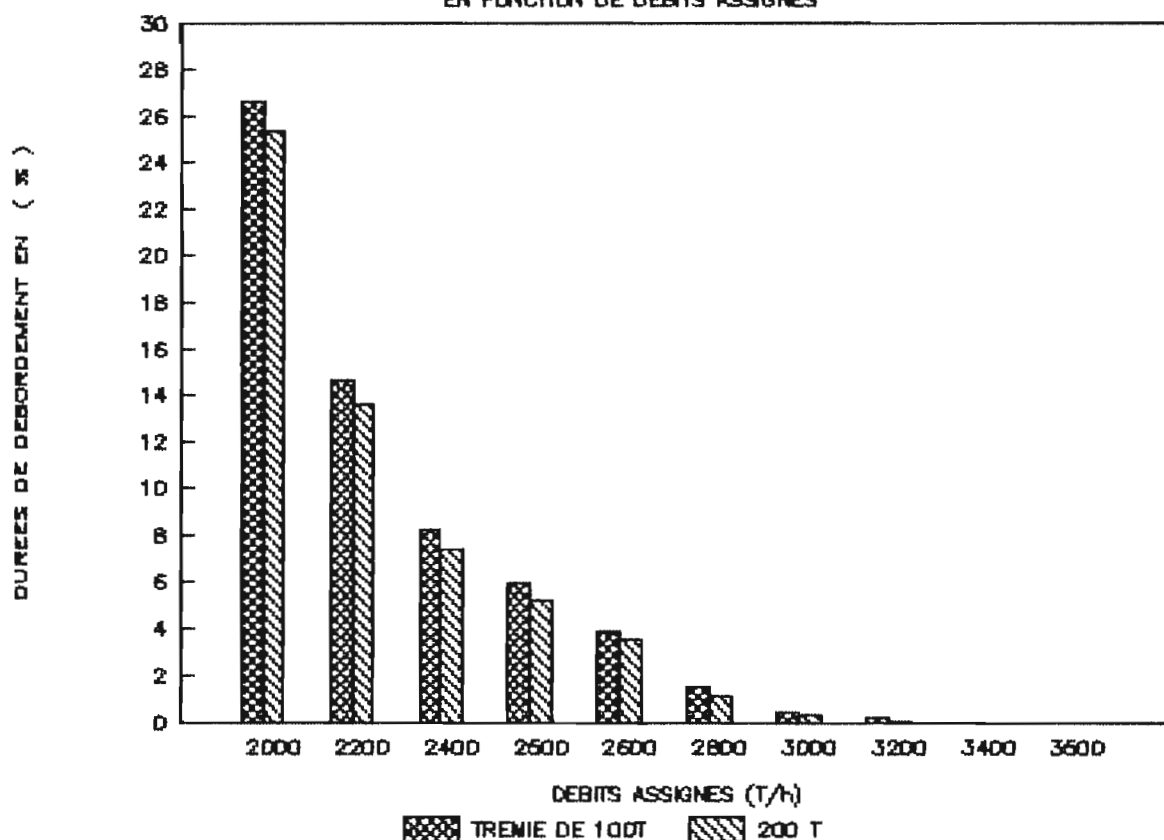
## ETAGE INFERIEUR: DUREES DE DEBORDEMENT

EN FONCTION DE DEBITS ASSIGNES



## ETAGE INFERIEUR: DUREES DE DEBORDEMENT

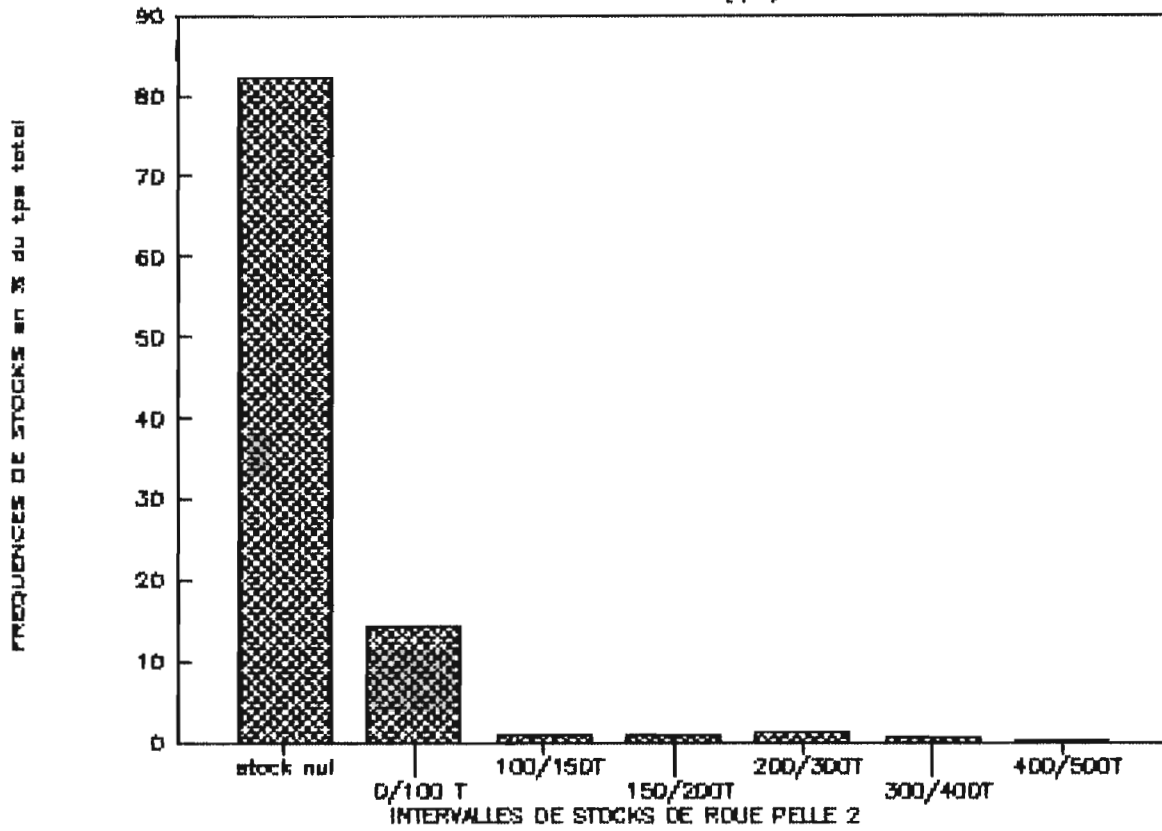
EN FONCTION DE DEBITS ASSIGNES



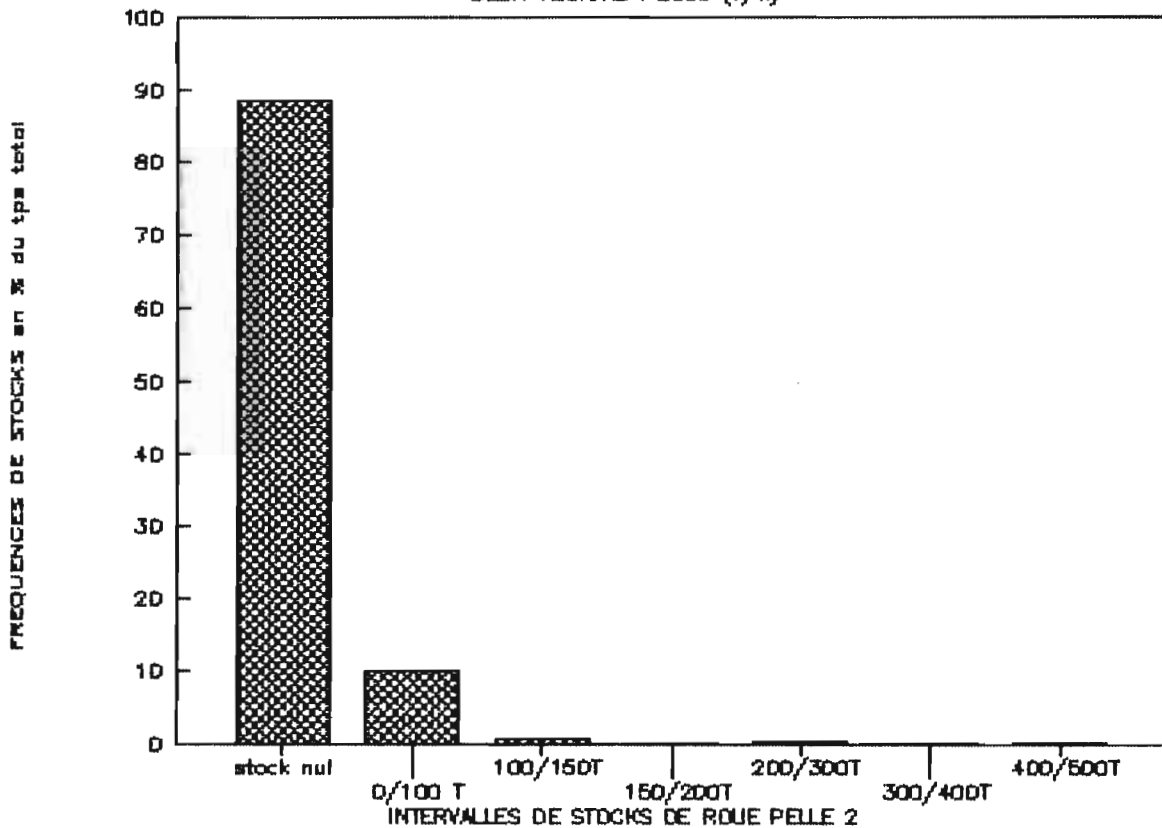


## ETAGE INFERIEUR : REPARTITION DE STOCK

DEBIT ASSIGNE : 2600 (T/h)

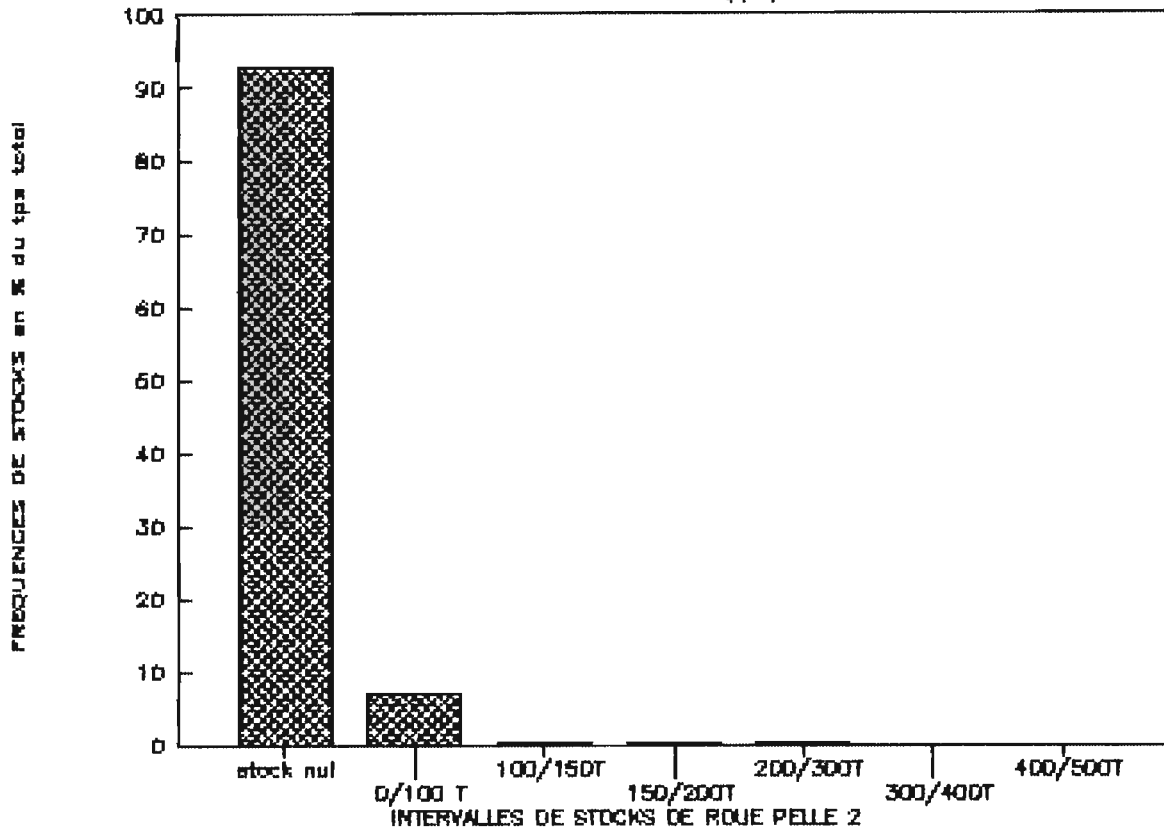


DEBIT ASSIGNE : 2600 (T/h)

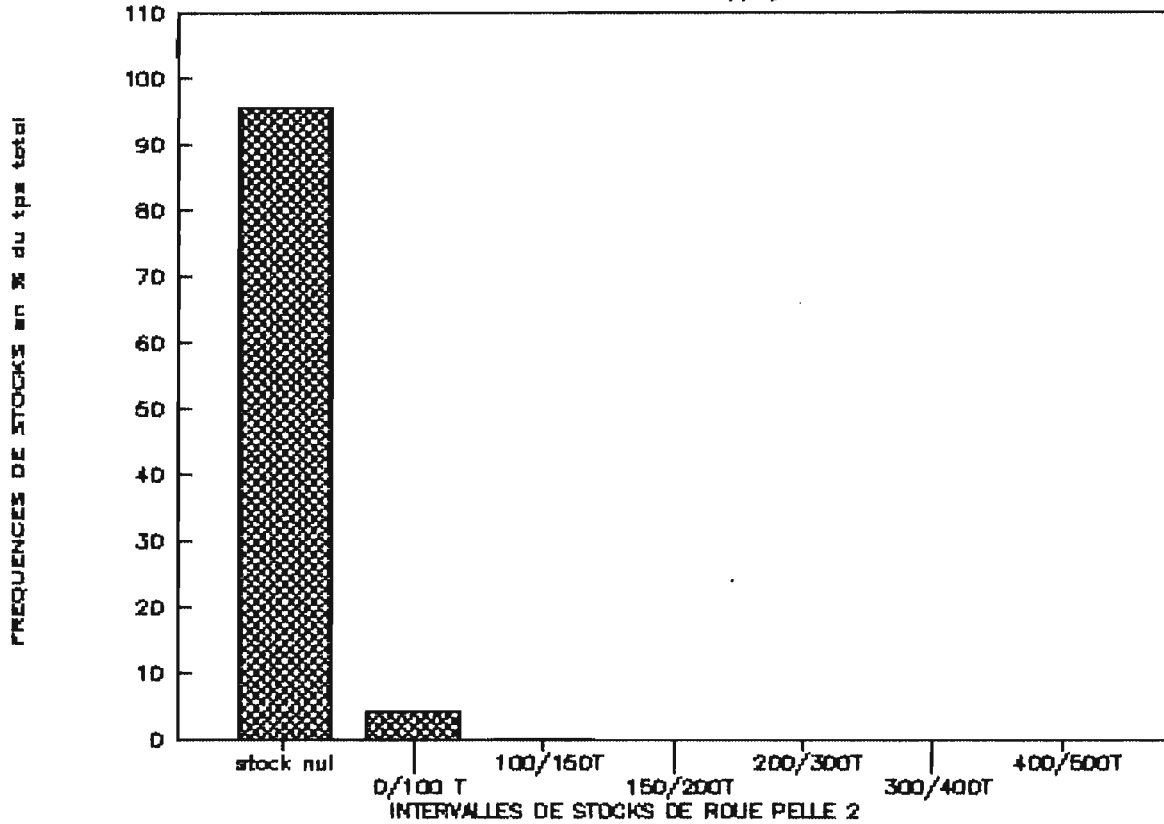


# ETAGE INFERIEUR : REPARTITION DE STOCK

DEBIT ASSIGNE : 3000 (T/h)



DEBIT ASSIGNE : 3200 (T/h)



**Annexe A2**

## RESULTATS ET CONCLUSIONS

1 - L'étude est basée sur des mesures de débit de la RP2 effectuées entre 25.12.92 et 21.01.93 à l'aide du système d'acquisition et traitement des données de l'EPT. (Voir annexe 4)

2 - Le volume nécessaire de la trémie est déterminé à l'aide d'un programme, développé avec le logiciel professionnel Labtech Notebook.

L'exemple de calcul présenté permet la vérification de la méthodologie et des résultats. (Voir l'annexe 1).

3 - Le volume nécessaire pour la trémie augmente avec la réduction du débit assigné à la sortie.

(Annexe 2, p.4.1 ; 4.2 ; 4.6)

Pour ne pas dépasser une limite raisonnable, soit 250 t, le débit assigné ne doit pas être inférieur à 2.400 t/h.

La trémie ne peut pas régulariser le débit de la roue-pelle pour des ouvertures de la trappe qui assignent des débits variant entre 0 et 2.400 t/h, indispensables pour pouvoir utiliser le convoyeur à sa charge nominale.

Pour des débits assignés supérieurs à 4.500 t/h la trémie n'est pas nécessaire.

4 - Il est plus efficace de régler le débit de la roue-pelle par la commande de son moteur, qui permettrait d'obtenir des débits variables continuellement de 0 à sa valeur maximale.

Une solution de compromis, consiste à prévoir une trémie de dimensions réduites (entre 50 et 100 t), combinée avec la variation du débit de la roue-pelle par le conducteur de l'engin. Surveillant le niveau dans la trémie, il devrait coordonner le réglage de la trappe et de la vitesse de la roue, opération difficile à réaliser manuellement.

Une conduite assistée par ordinateur assurerait plus strictement un régime optimal de fonctionnement de la chaîne de décapage.

5 - Les capacités nécessaires de la trémie ont été calculées avec les données des débits spécifiques à la zone de décapage échantillonnée.

La dispersion des débits autour de la moyenne est importante (voir les histogrammes de l'annexe 3 p.5.1 ; 5.2 ).

Durant la période mentionnée, pendant 95 % du temps de fonctionnement, le débit a varié entre 800 et 4.200 t/h.

Vu le caractère aléatoire de cette variation, les volumes de trémie calculés ne sont valables que pour les conditions de décapage étudiées.

6 - Pour obtenir une valeur fiable de la capacité de la trémie (avec des limites de confiance plus serrées) et applicable aux autres zones, il est nécessaire de faire une nouvelle campagne de débit afin d'obtenir une population statistique représentative pour l'ensemble de la carrière.

La durée nécessaire de ces relevés pourra être déterminée ultérieurement, en fonction de la variabilité du débit qui sera observée dans les prochaines campagnes de mesures.

7 - Pour permettre la détermination plus rapide de la capacité de la trémie, il est utile de traiter les données des diagrammes de débit obtenus avec l'enregistreur analogique dans les mois précédents.

La numérisation de ces diagrammes s'avère utile et peut être développée avec la logistique de l'EPT. Cette digitalisation permettra la mise en valeur des données existantes par leur traitement sur ordinateur.

8 - Si on veut utiliser au maximum la capacité de transport des convoyeurs par la variation du débit de la RP2, on est obligé de prévoir sur la trémie une trappe réglable qui arrivera à fonctionner à des débits réduits (1.500 à 2.000 t/h).

Dans ces cas, la capacité nécessaire de la trémie devrait être grande, ce qui oblige à analyser la factibilité du projet en comparaison avec d'autres solutions.

9 - La trémie se vide rapidement en cas d'arrêt de la roue-pelle et la fonction de régularisation du débit est très courte durée (quelques minutes).

La persistance des stocks dans la trémie étant assez faible, elle serait rarement utilisée à sa pleine capacité. (Annexe 2 p.4.3 ; 4.4).

10 - Les durées d'utilisation de la roue-pelle au dessous des différentes valeurs du débit sont présentées dans l'annexe 3 p.5.3 :

Débit inférieur à :	500	1500	2000	2500	3000	3500	4000 t/h
Durée d'utilisation :	93%	76	56	28	11	2	0.4 %

(Cette durée est rapportée au temps total de fonctionnement).

11 - Une trémie même de grande capacité n'exclue pas son débordement à cause de la variation non systématique du débit de la RP. Pour l'éviter, il faudrait prévoir un système de surveillance continu du niveau dans la trémie, rarement nécessaire car les valeurs de débits exceptionnellement grandes ne sont pas fréquentes.

12 - Un système d'asservissement à boucle fermée de la trappe de la trémie est recommandable. Pour tenir compte de l'apport des autres engins, il faudrait mesurer continuellement

leurs débits et échanger les données par une liaison hertzienne entre tous les postes de décapage. (Il faut s'assurer des interfaces).

13 - La détermination des débits instantanés que doit fournir chaque engin ne devrait pas être confiée aux conducteurs des machines. Cette opération se répète continuellement et n'est pas simple car le débit du convoyeur à un moment donné n'est pas égal à la somme des valeurs des débits des engins au même instant. Il dépend de la distance entre les fronts de travail qui changent en permanence.

14 - Avantages de la trémie tampon.

14.1 - Elle utilise une technologie conventionnelle, simple, bien maîtrisée par les constructeurs et facile à assimiler par le personnel d'exploitation actuel.

14.2 - Cette solution ne nécessite pas des modifications importantes de la roue-pelle.

14.3 - Elle peut résoudre deux problèmes prioritaires :

- l'engorgement des convoyeurs T4 et T2.
- régularisation du débit de la RP.



15 - Inconvénients de la trémie tampon.

15.1 - La solution ne résoud pas tous les aspects de l'optimisation du décapage.

Elle ne contribue pas à l'utilisation au maximum de la productivité de la roue-pelle et des convoyeurs.

La régularisation du débit de l'engin n'est que partielle, elle n'est pas nécessaire si le débit de la roue-pelle est inférieur au débit consigné et le stock tampon est limité à quelques minutes.

15.2 - Les investissements sont très importants, de l'ordre de 200 à 250 millions francs CFA, en fonction de la capacité de la trémie et du type constructif adoptés (sur rails, sur chenilles etc).

15.3 - L'exploitation, surtout le rippage, devient plus difficile, incombe des frais d'exploitation non négligeables et impose des contraintes sur l'organisation du chantier (talus, distances de sécurité, mobilité etc).

15.4 - La trémie de grande capacité est un produit fait sur commande, à prix élevé et des délais de livraison longs.

15.5 - L'installation est lourde, encombrante et de faible technicité par rapport aux autres alternatives récentes et plus sophistiquées.

#### CONCLUSION GENERALE

Il est recommandable de faire une étude comparative de factibilité de la solution de réglage de la vitesse du moteur de la roue-pelle par un convertisseur statique de fréquence.

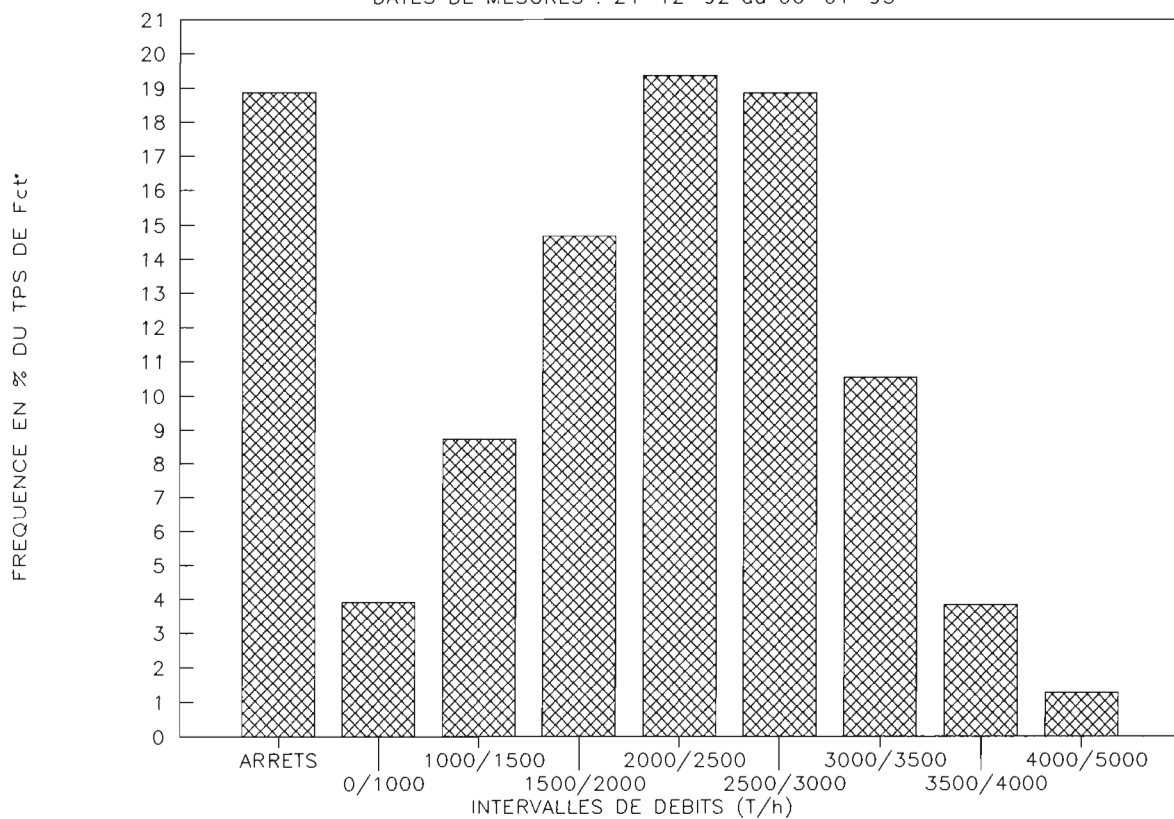
Cette solution est basée sur une technologie avancée, aux performances supérieures, avec encombrement, poids et prix sensiblement réduits.

Ces variateurs électroniques de puissance offrent des solutions complètes et efficaces d'optimisation intégrée de la chaîne de décapage.

La régularisation du débit des roue-pelles et l'augmentation de la productivité des engins sera réalisée par leur conduite assistée par ordinateur, dans une première phase, où leur asservissement par microprocesseur, dans l'avenir.

# DISTRIBUTION DE DEBITS DE LA RP2

DATES DE MESURES : 24-12-92 au 06-01-93



**Annexe A4**

## CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS ENGINES DE TERRASSEMENT

### ROUE PELLE

Capacité nominale du godet	560	litres
Nombre de godet	10	
Déversement par minute	94.5	
Débit théorique	3150	m <sup>3</sup> /h
Diamètre de la roue	6.30	m
Puissance (roue)	250	KW
Hauteur d'attaque	12.5	m
Hauteur de dégagement	8.0	m
Profondeur de coupe	1.0	m
Hauteur du tambour de déversement	1.0 à 10.1	m
Portée de la roue pelle	12.7	m
Portée de la bande de déversement	22.0	m
Orientation de la bande par rapport à la flèche	2 *105°	
Bandes : largeur	1.4	m
auge	45	m
vitesse	4.2	m/s
Translation : ( 2 chenilles ) vitesse	5.7	m/mm
Rampes admissibles : au travail	5	
en déplacement	10	
Pression au sol	1.1	kg/cm <sup>2</sup>
Poids	340	tonnes



## REMBLAYEUR

Débit théorique	6300	m <sup>3</sup> /h
Passerelle d'amenée : longueur	19 ± 1	m
: bande : largeur	1.60	m
: auge	45°	m
: vitesse	5	m/s
: puissance	2 * 370	KW
Bande de déversement: portée	56	m
: hauteur	7 à 21	m
: orientation par rapport à infrastructure	360°	
: orientation par rapport à la passerelle d'amenée	200°	
: bande : largeur	1.6	m
: auge	45°	
: vitesse	5.0	m/s
: puissance	2 * 370	kw
Translation : 3 chenille dont un de guidage		
: vitesse	6	m/mm
Rampes admissible : au travail	3.5	
: en déplacement	5	
Pression au sol	1	kg/cm <sup>2</sup>
Poids	510	tonnes

## CONVOYEURS

### CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS CONSTITUTIFS.

#### Station de tête pour T1 , T2

- \* Surelevées pour déversement sur un autre convoyeur  
Hauteur de jetée 4.5 m
- \* Constituées par un châssis à forte inertie solidaire d'un traineau de ripage et d'une poutre de raccordement à l'infrastructure courante. le débattement relatif de la poutre par rapport à la tête motrice peut atteindre :
  - ± 10° latéralement
  - 15° verticalement
- \* Pression au sol : 0.7 Kg/cm<sup>2</sup>
- \* Entraînement par deux tambours moteurs de 1 m de diamètre garnis à chevrons
- \* Vitesse de la bande : 5.66 m/s
- \* Débit : 3800 m<sup>3</sup>/h foisonnés ou 5200 t/h maximum.
- \* Tension : par tambour de diamètre 800 mm garni gomme, monté sur chariot mobile se déplaçant dans la poutre (course : 4 m)  
Treuil électrique de 8 Kw assurant la tension .
- \* Groupes moto réducteurs de commande de 265 kw, constitués chacun par :
  - 1 Moteur électrique 1490 t/mm , 3800 V , 50 Hz
  - 1 Accouplement
  - 1 Frein à mâchoires
  - 1 Réducteur



\* Nombre de groupes de commande par tête motrice

T1 : 3 groupes soit 765 KW

T2 : 2 groupes soit 530 KW

#### Station d'entraînement pour T4

\* Chassis monté sur traineau de ripage

\* Entraînement par un tambour moteur 1 m de diamètre garni à chevrons . l'adhésion de la bande est accentué par :

1 tambour de contrainte de diamètre 0.8 m garni de gomme

2 rouleaux d'inflexion de diamètre 0.4 m garnis de gomme

\* Tension (course 2 m) réalisée par déplacement d'une des tête motrice sur son traineau support , à l'aide d'un treuil électrique.

\* Groupes moto réducteurs 265 KW identiques à ceux décrits plus haut

\* Groupes de commande par station

2 groupes sur la station de tête : 530 KW

1 groupe sur la station de renvoi : 265 KW

#### Station de renvoi T1 , T2

Chassis chaudronnés portant :

1 tambour de retour 0.8 m de diamètre

1 tambour de contrainte de 0.63 de diamètre

### Élément de chargement pour T1 , T2

Trémies en construction chaudronnées, équipées, chacune de guirlandes de 5 rouleaux de diamètre 150 \* 350

### Chassis courants d'infrastructure

Élément indépendants solidarisés par rails  
chaque élément , de longueur 5.30 m couvre 6.25 m de convoyeur et comprend :

5 trains de 3 rouleaux supérieurs en auge à 40°

2 trains de rouleaux en guirlande, avec V de 15°

### Rouleaux

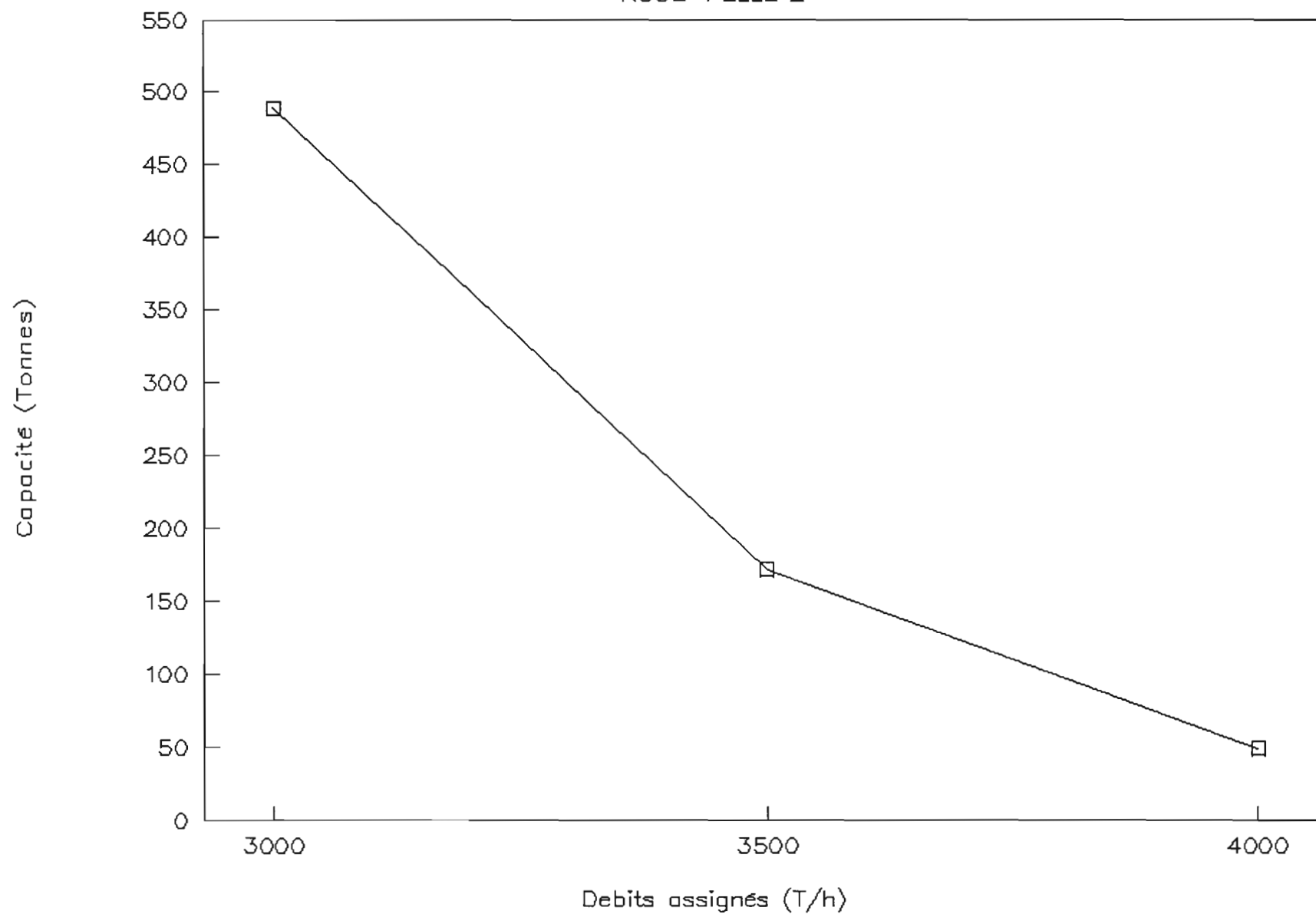
Rouleaux supérieurs : diamètre 159 \* 600

Rouleaux inférieurs : diamètre 159 \* 900

**Annexe A5**

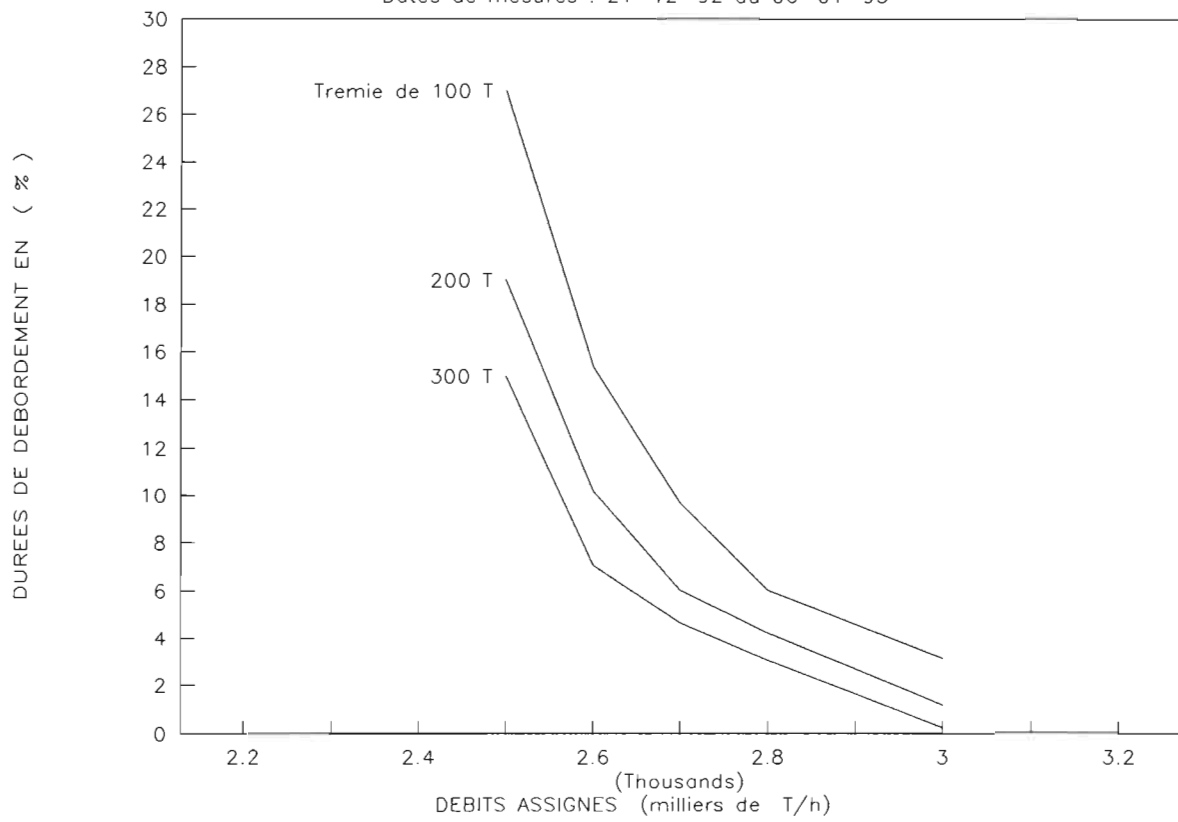
# VARIATION DE CAPACITE DE TREMIE

ROUE-PELLE 2

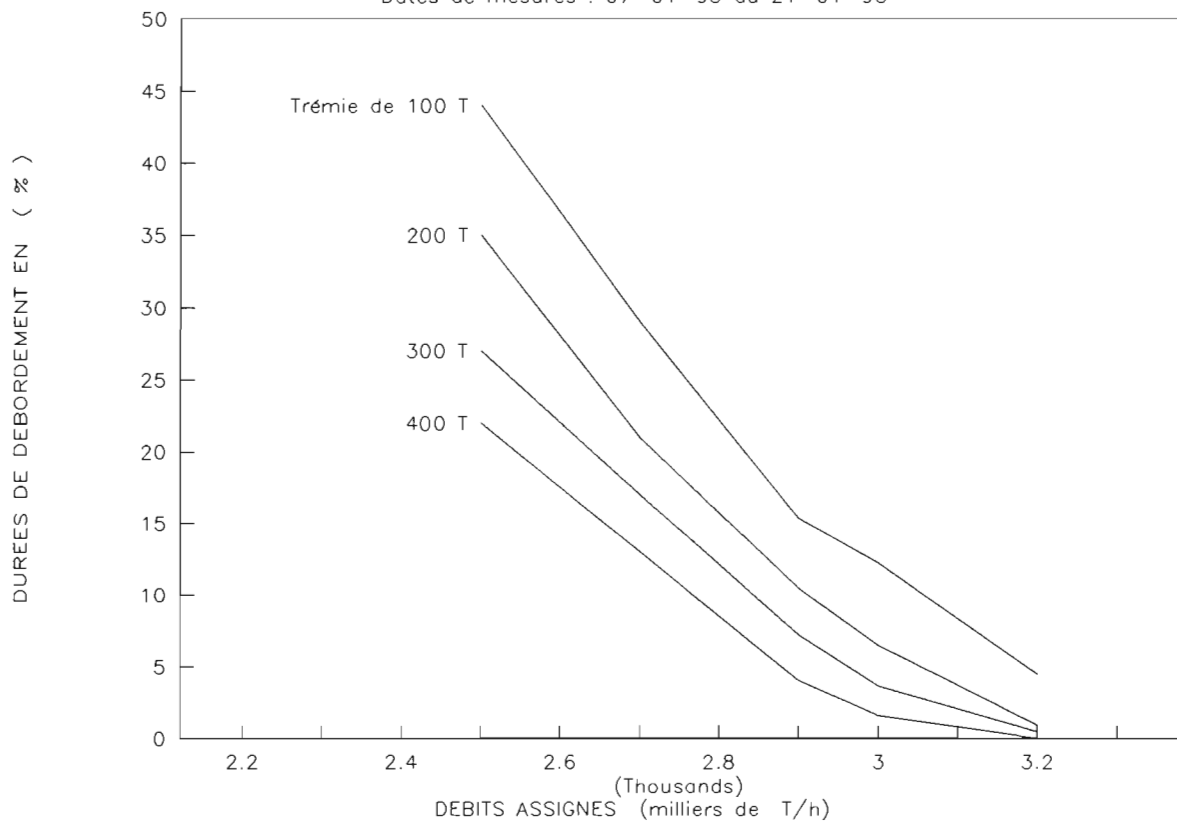


# DUREES DE DEBORDEMENT DE LA TREMIE

Dates de mesures : 21-12-92 au 06-01-93

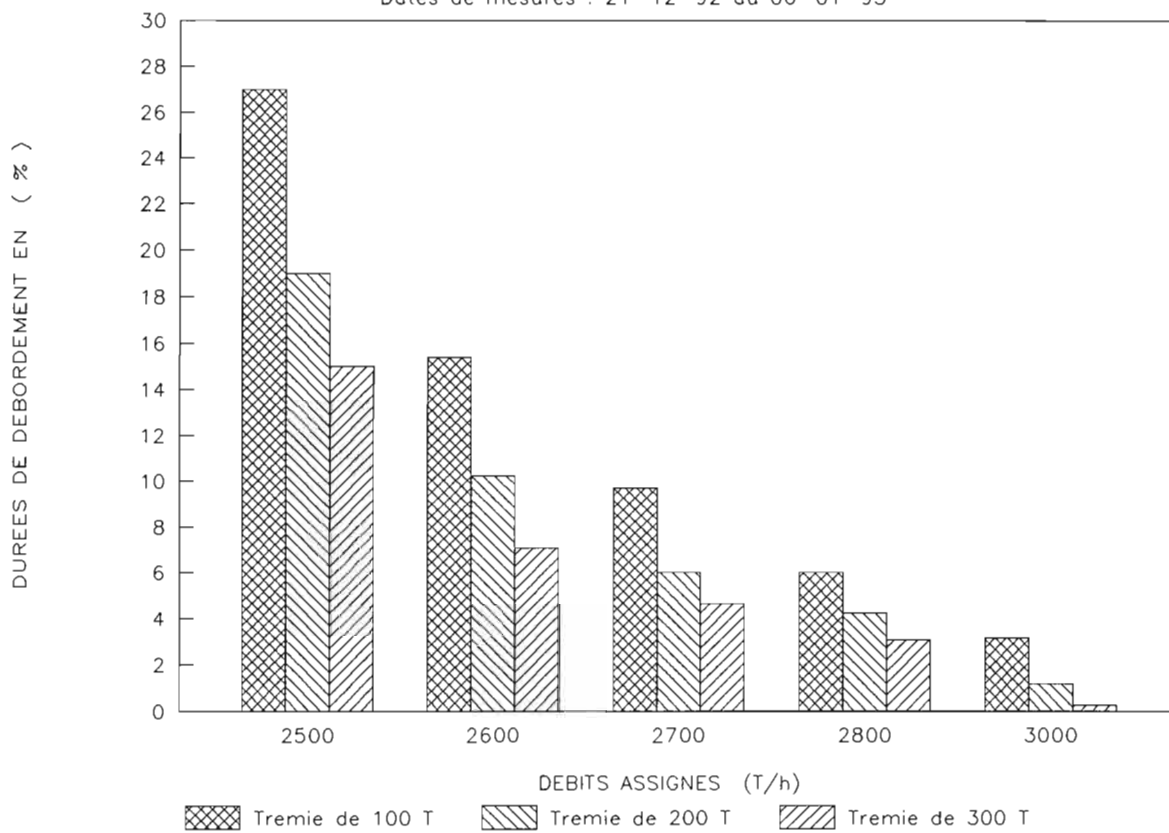


Dates de mesures : 07-01-93 au 21-01-93

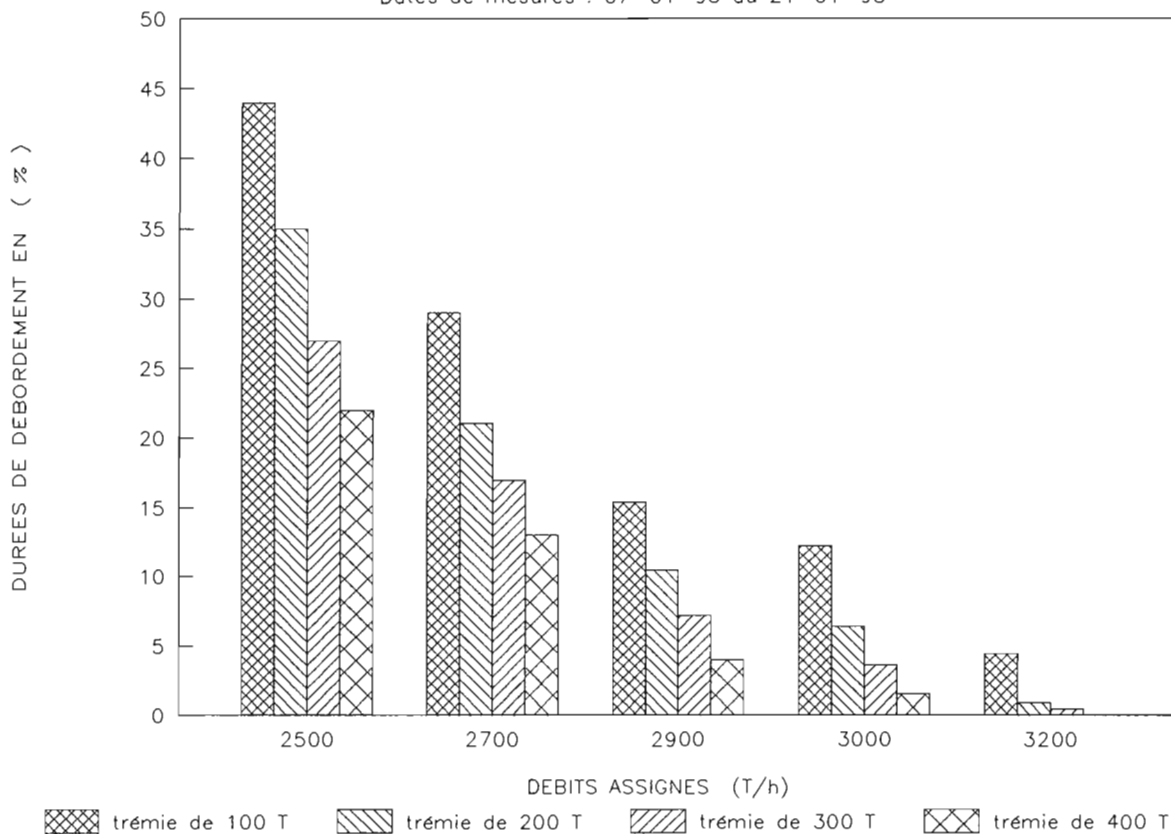


# DUREES DE DEBORDEMENT DE LA TREMIE

Dates de mesures : 21-12-92 au 06-01-93

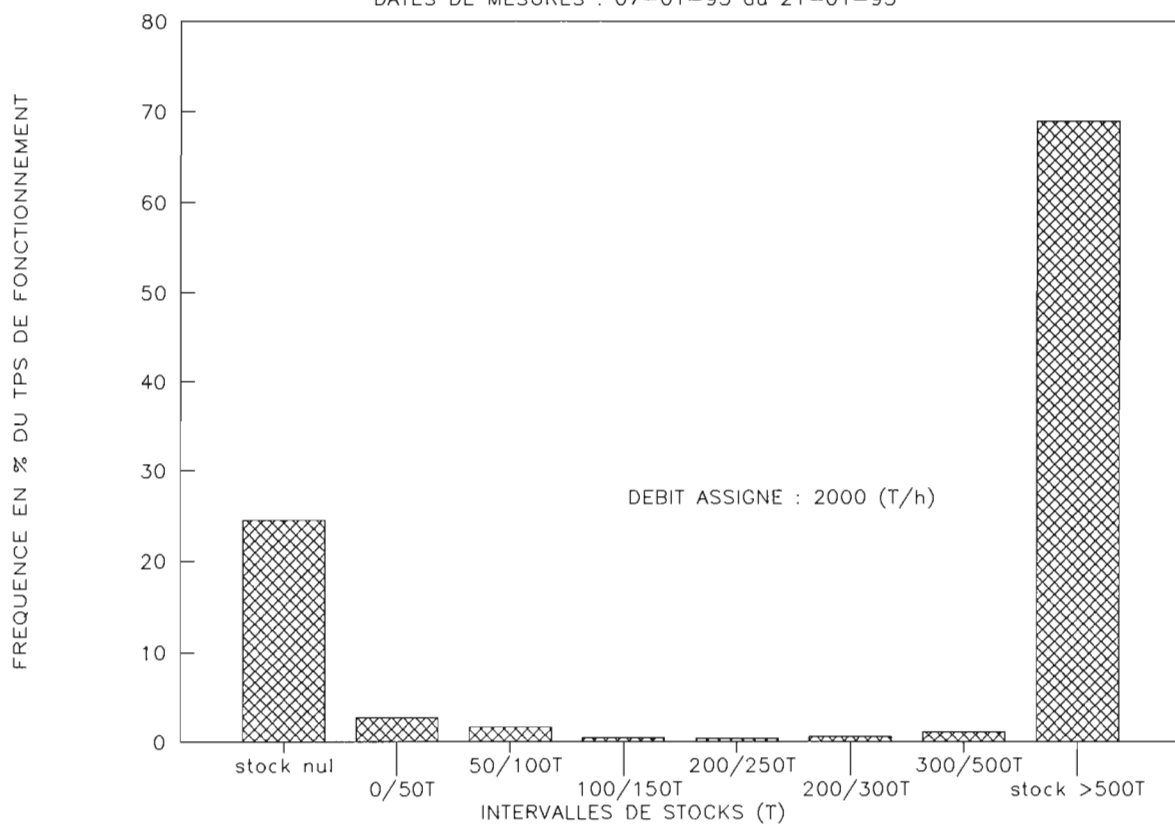


Dates de mesures : 07-01-93 au 21-01-93



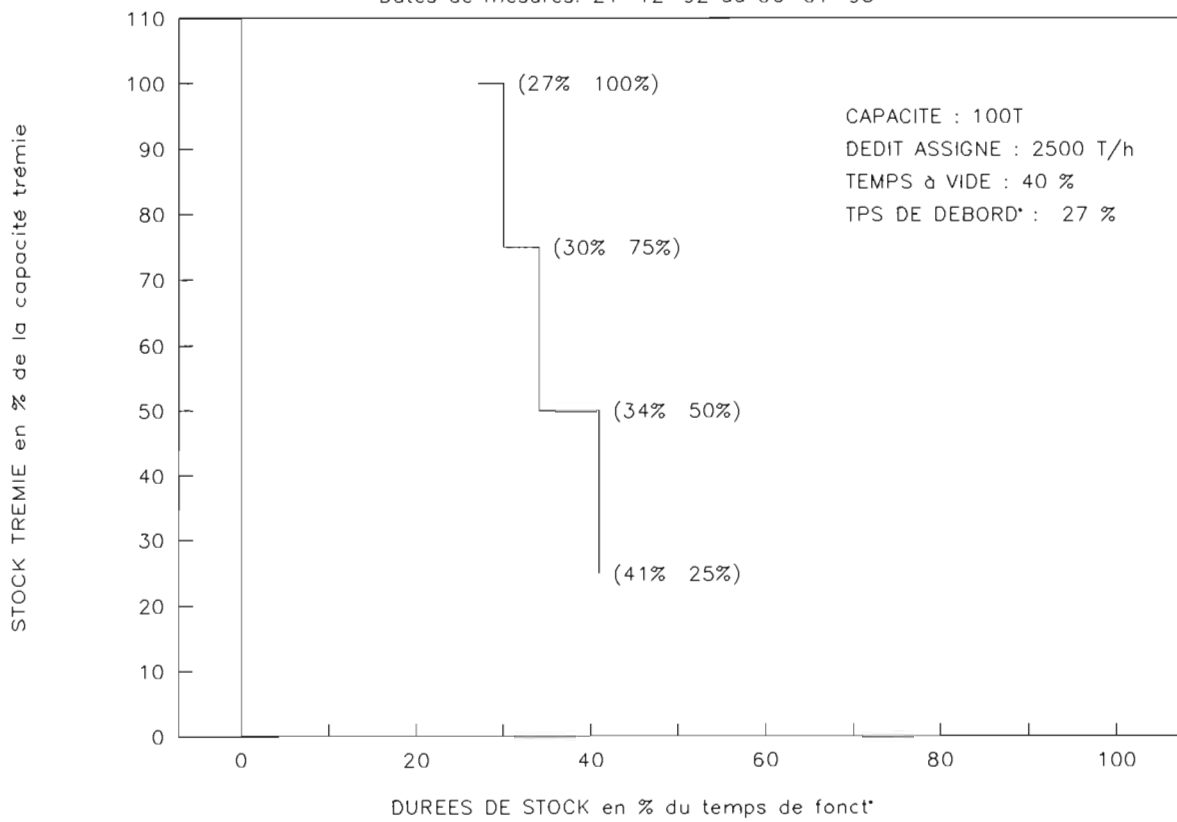
# DISTRIBUTION DE STOCKS DE LA RP2

DATES DE MESURES : 07-01-93 au 21-01-93

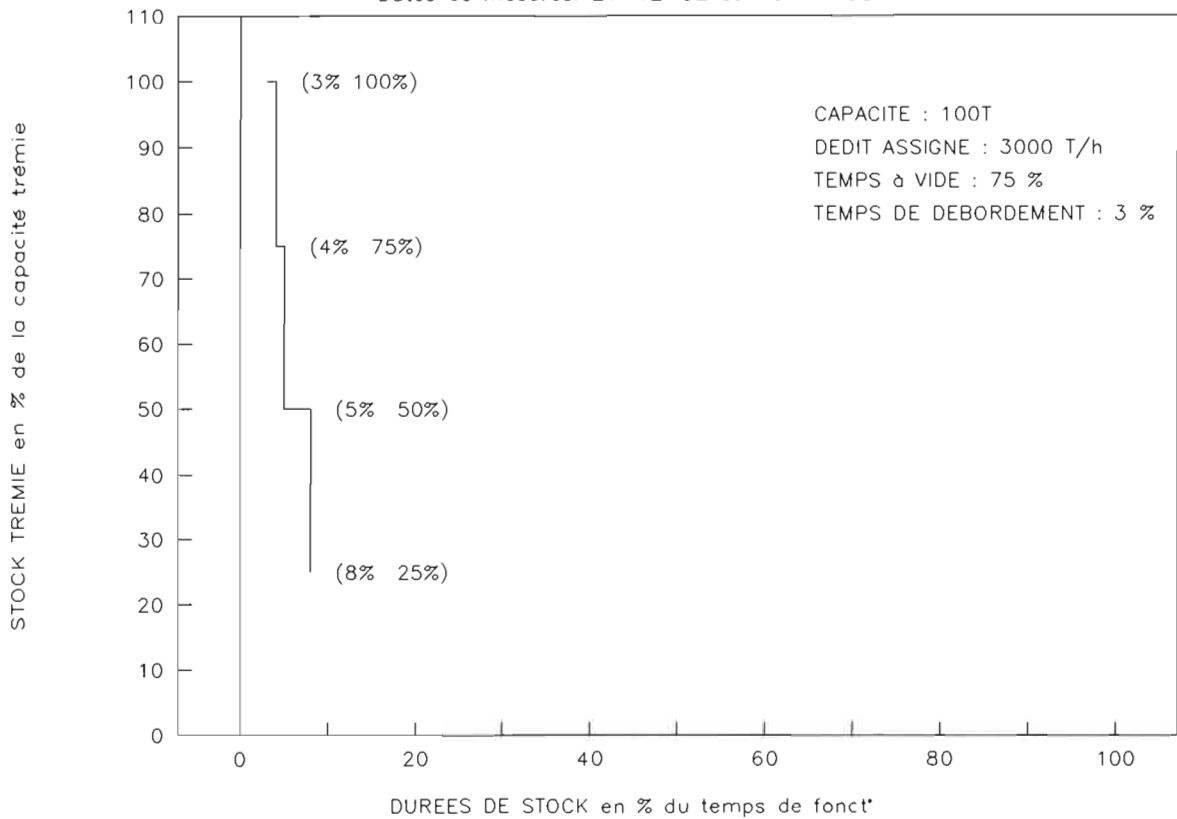


# DUREES DES STOCKS DE LA TREMIE

Dates de mesures: 21-12-92 au 06-01-93



Dates de mesures: 21-12-92 au 06-01-93





**DEBIT ASSIGNE : 3000 T/h**

Dates de mesures : 21-12-92 au 06-01-93

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	400	300	200	100
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage</b>	0.08	0.25 %	1.28 %	3.15 %
<b>TEMPS DE MARCHE A VIDE</b>	75.3 %			
<b>CAPACITE MAX DE TREMIE (T)</b>	489			

Dates de mesures : 07-01-93 au 21-01-93

<b>CAPACITE DE TREMIE (tonnes)</b>	400	300	200	100
<b>TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage</b>	1.55 %	3.6 %	6.44 %	12.22 %
<b>TEMPS DE MARCHE A VIDE</b>	42 %			
<b>CAPACITE MAX DE TREMIE (T)</b>	576			

**DEBIT ASSIGNE : 2500 T/h**

Dates de mesures : 21-12-92 au 06-01-93

CAPACITE DE TREMIE (tonnes)	400	300	200	100
TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage		15 %	19 %	27 %
TEMPS DE MARCHE A VIDE	39.8 %			
CAPACITE MAX DE TREMIE	2086			

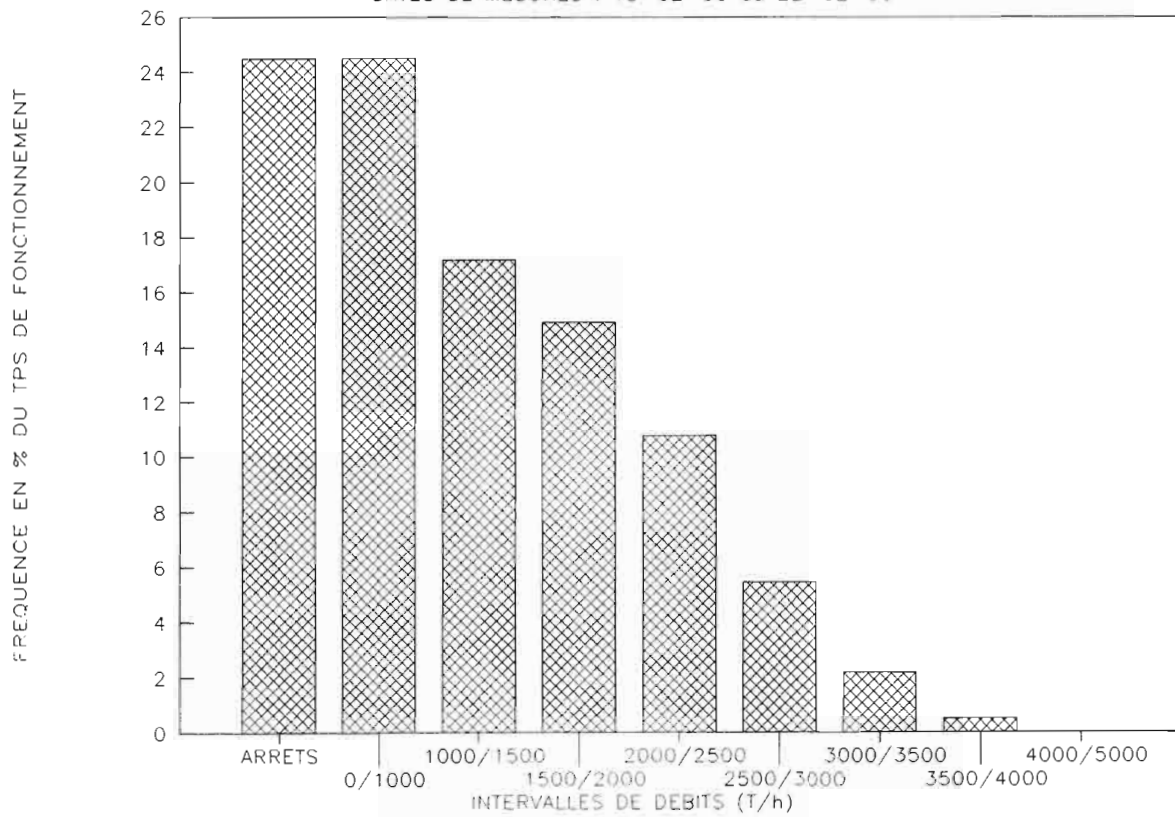
Dates de mesures : 07-01-93 au 21-01-93

CAPACITE DE TREMIE (tonnes)	400	300	200	100
TEMPS DE DEBORDEMENT en pourcentage du temps décapage	22.2 %	26.7 %	34.6 %	44.2 %
TEMPS DE MARCHE A VIDE	35 %			
CAPACITE MAX DE TREMIE (T)	5033			

# Annexe A3

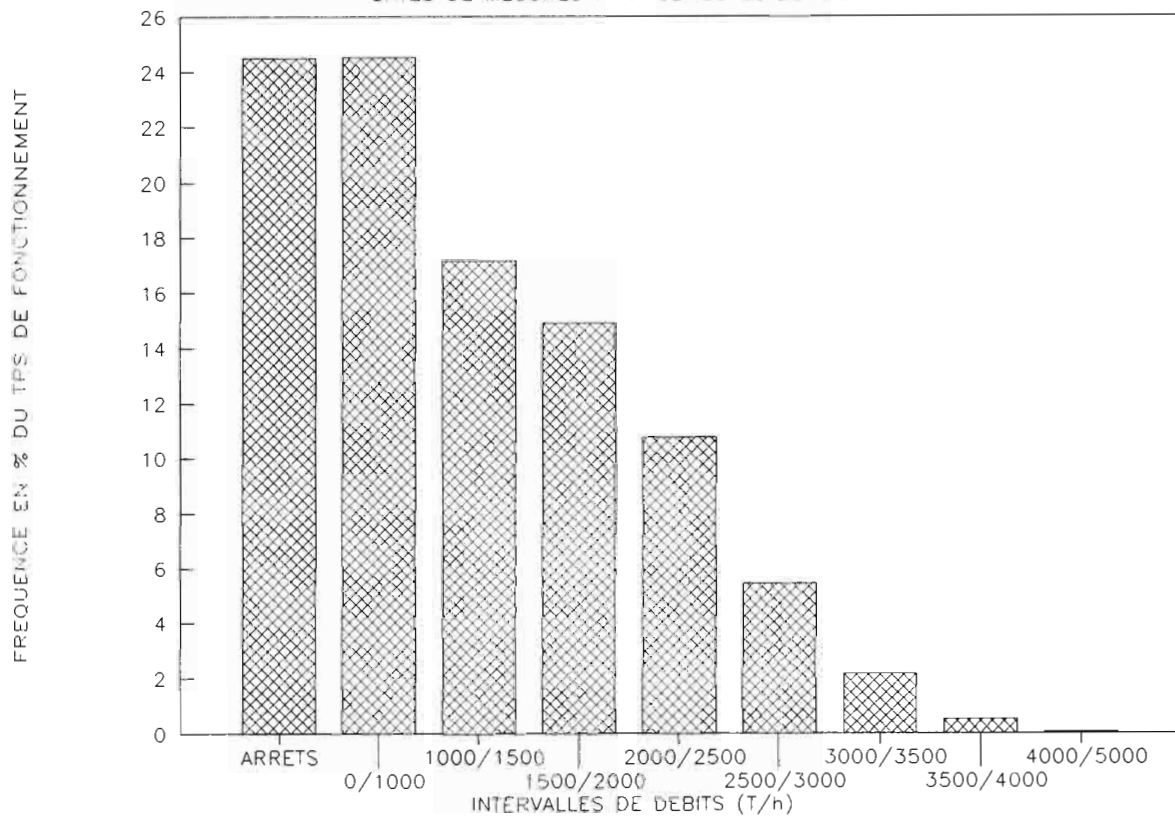
# DISTRIBUTION DE DEBITS DE LA RP2

DATES DE MESURES : 18-02-93 au 22-02-93



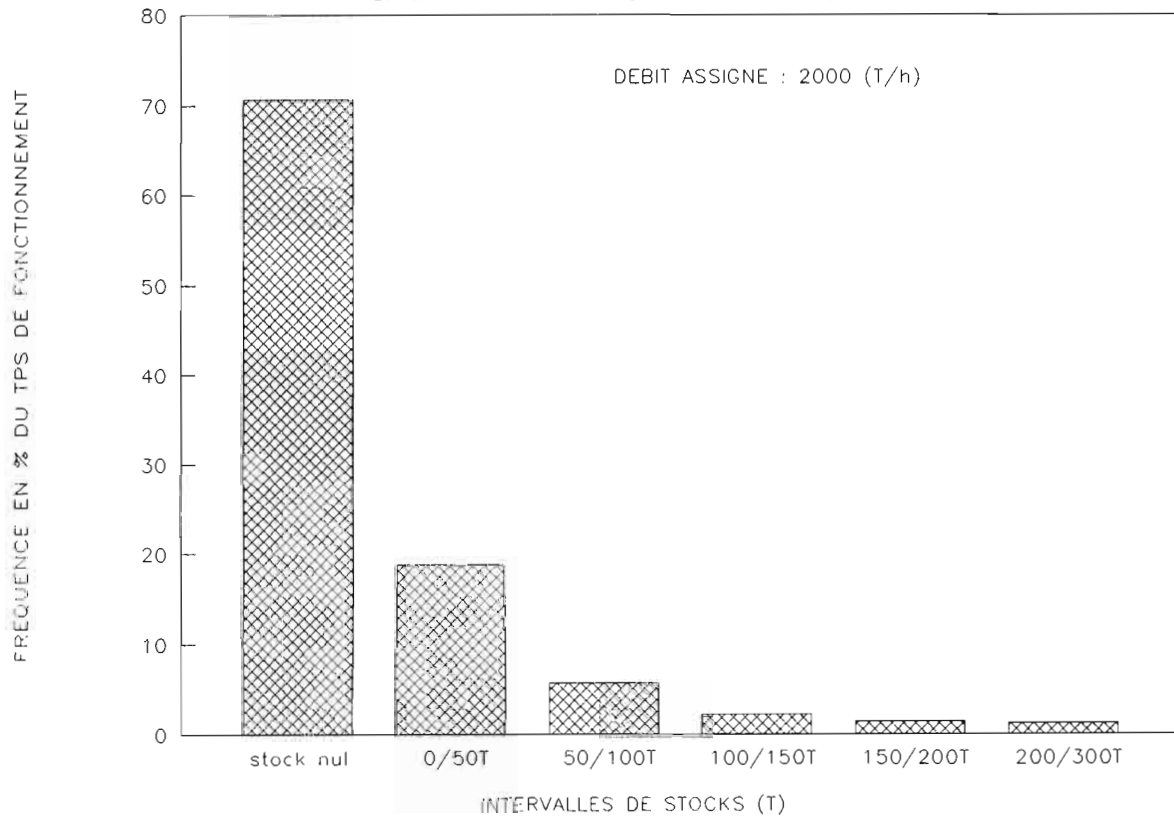
# DISTRIBUTION DE DEBITS DE LA RP2

DATES DE MESURES : 18-02-93 au 22-02-93



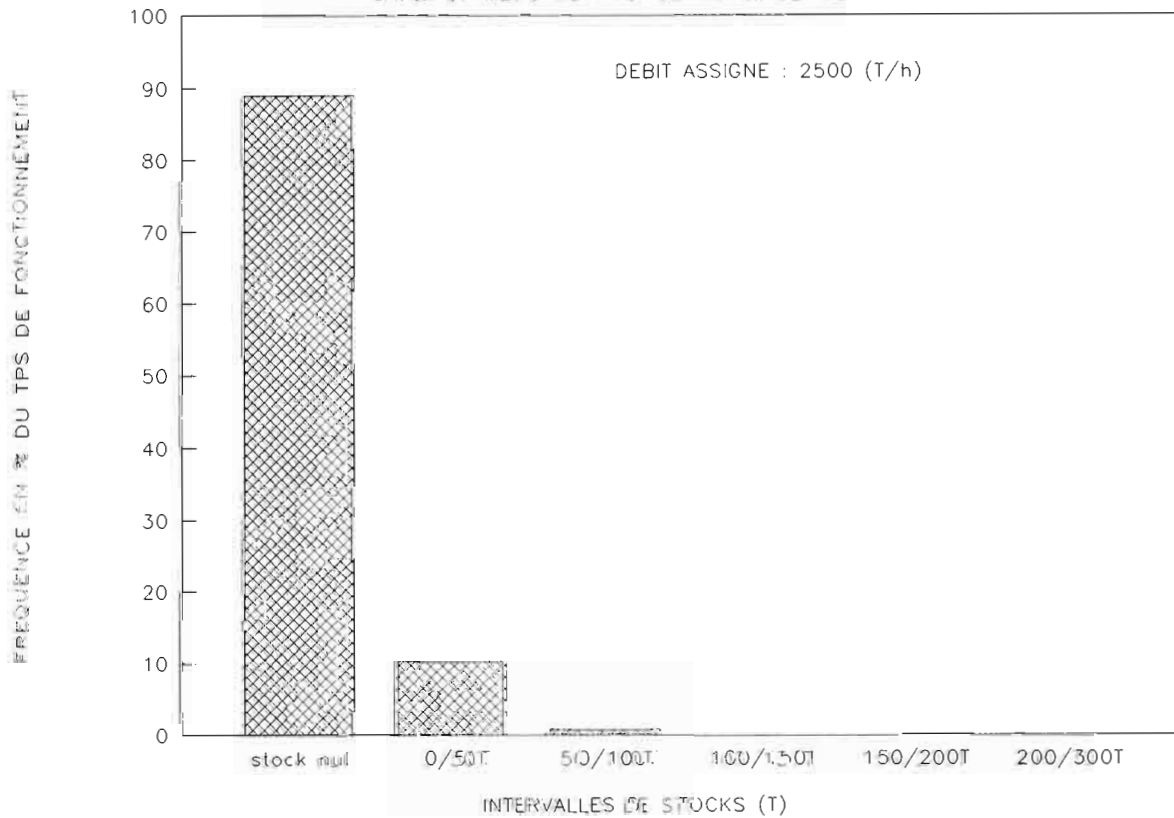
## DISTRIBUTION DE STOCKS DE LA RP2

DATES DE MESURES : 18-02-93 ou 22-02-93



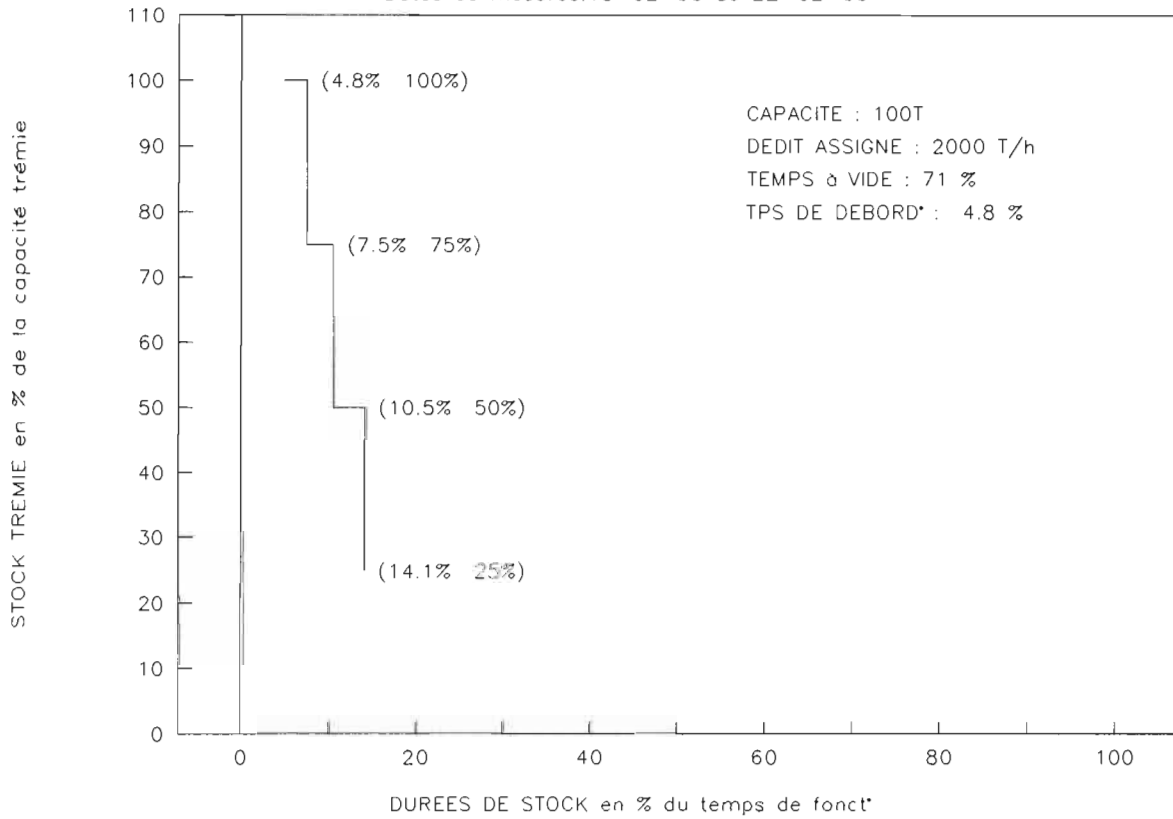
## DISTRIBUTION DE STOCKS DE LA RP2

DATES DE MESURES : 18-02-93 ou 22-02-93

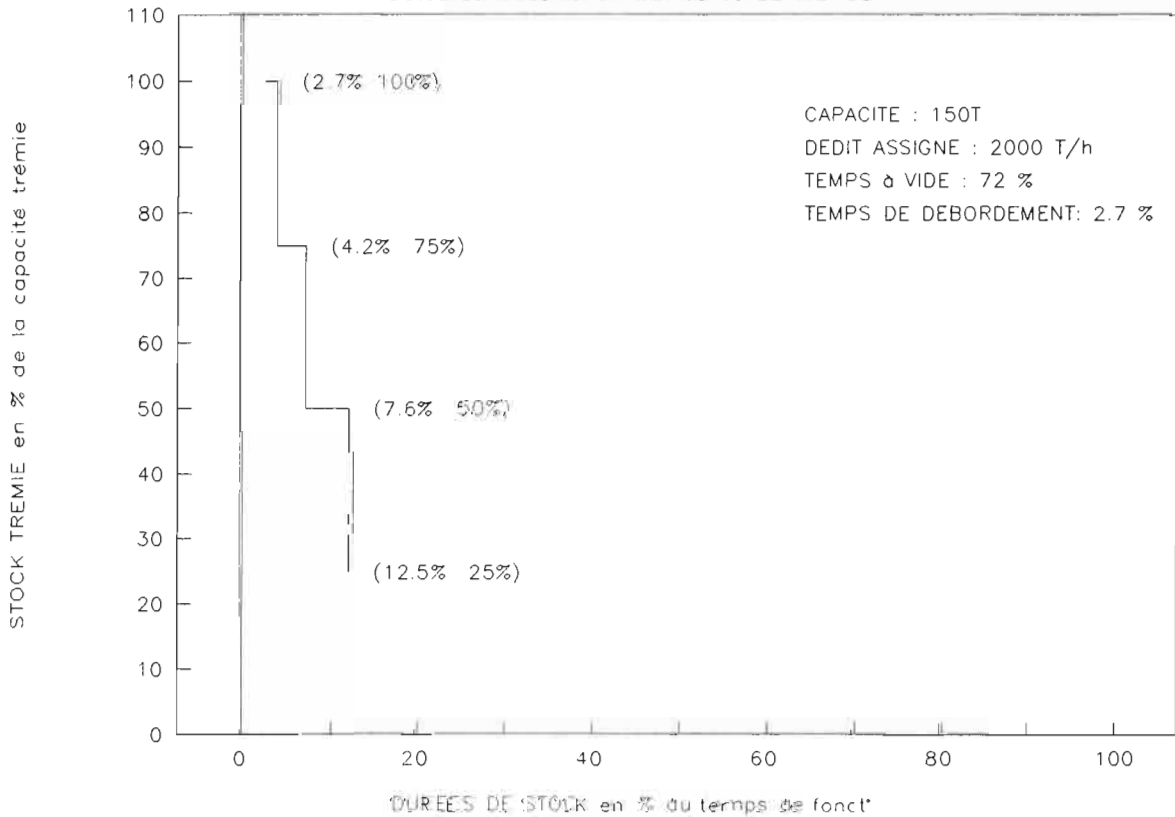


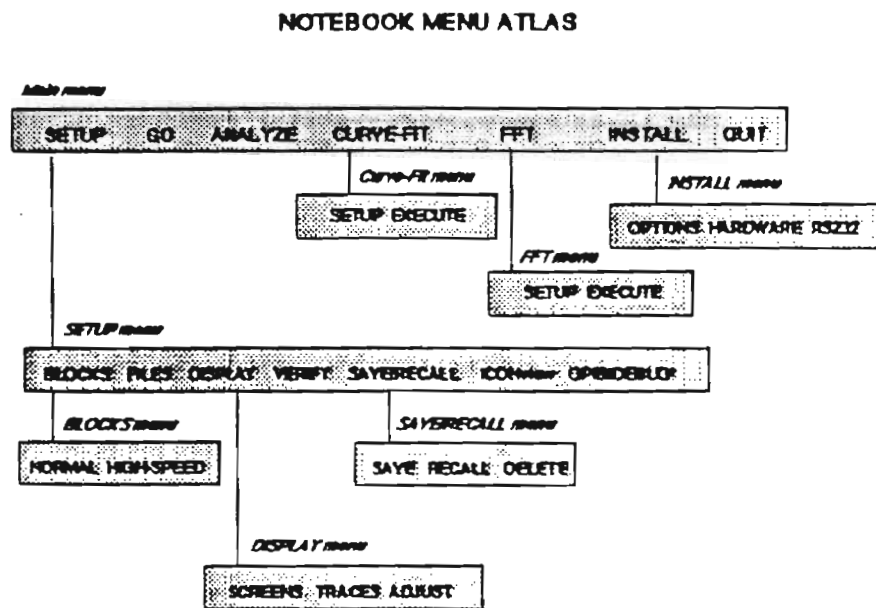
# DUREES DES STOCKS DE LA TREMIE

Dates de mesures: 18-02-93 au 22-02-93



Dates de mesures: 18-02-93 au 22-02-93





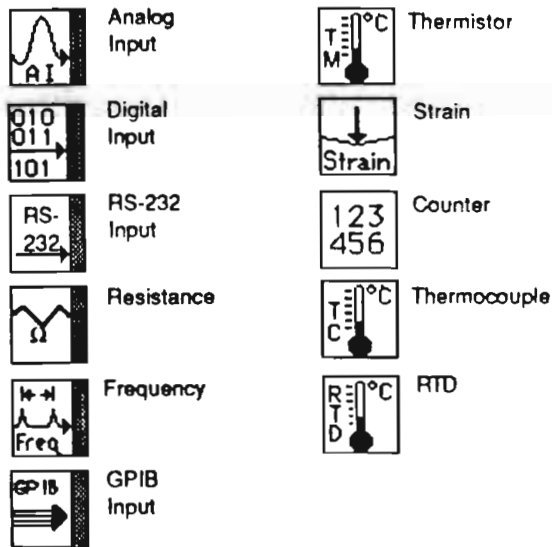
\* Only available in NOTEBOOK EDGE or with the NOTEBOOK and the RES option.

Figure 1.1.6 NOTEBOOK Menu Atlas

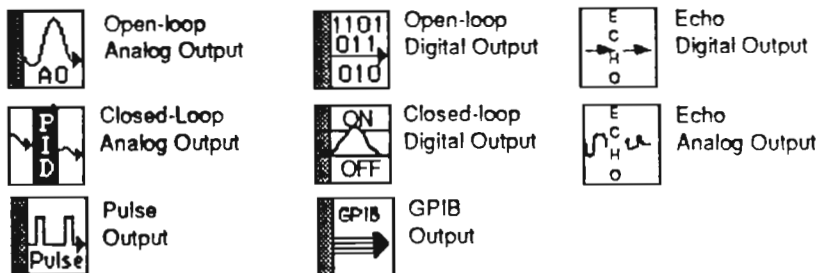
$\text{Log}(x)$	LOG(10)X	XOR	XOR(X,Y)	X.	LAG(X)
$\text{Ln}(x)$	LN(X)	AND	AND(X,Y)	123 456	Counter
$e^x$	EXP(X)		Least	RAND	Random
$\sum_n^m$	SUM(X..Y)		Greatest		N.Random
$\sin(x)$	sin(X)	$\bar{X}$	Average	RNG	Moving Rg
$\cos(x)$	cos(X)	$\bar{X}$ block	Block Av	OFF all	OFF ALL
$\tan(x)$	tan(X)	$\bar{X}$ moving	Moving Av	OFF n..m	OFF(X..Y)
$\sin^{-1}(x)$	arcsin(X)	$\sigma$	Std Dev - $\sigma$	ON n..m	ON(X..Y)
BIT	GETBIT(X)				

Figure 1.3.6 Calculated Block Icons (continued from previous page)

### Input Block Icons



### Output Block Icons



### Other Block Types



Figure 1.3.5 Block Icons

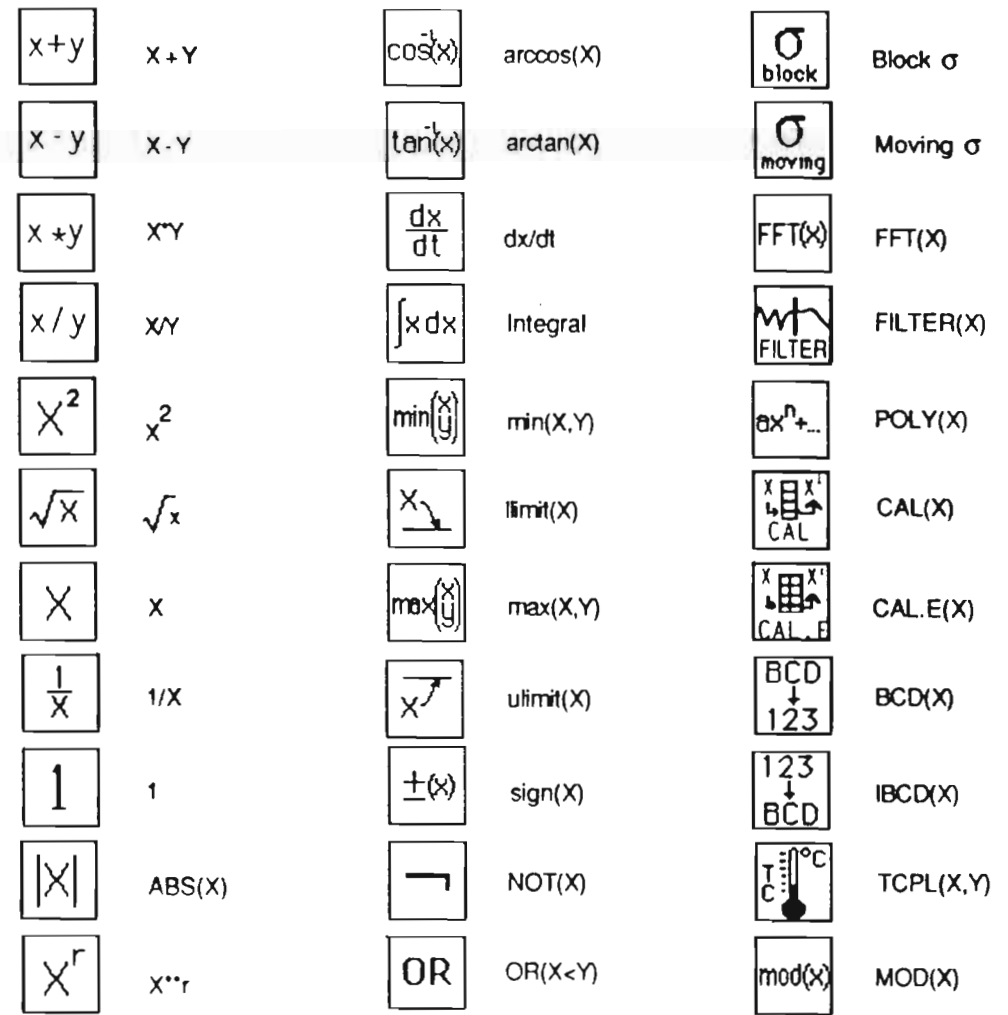


Figure 1.3.6 Calculated Block Icons (continued on next page)



# BIBLIOGRAPHIE

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Y. LE MAILLOUX: Méthodes d'exploitation CHANTIER HAUT (C.S.P.T) .
- A. MOU REN: Technologie électrique, matériel du décapage  
supérieur (C.S.P.T).
- COMPUTER BOARDS: CIO-AD08 & CIO-AD08 PCA USER'S MANUAL.
- LABTECH NOTEBOOK: Reference Manual 5/91.
- J.P. NANTET: Ordinateurs en temps réel. Applications  
industrielles.
- J. MAX: Méthodes et Techniques de Traitement du Signal et  
Applications aux mesures physiques.
- GROUPE SCHNEIDER: Catalogue télématique.
- CATALOGUE OMEGA: " Pressure, Strain and Force measurement  
handbook and encyclopedia ".
- HEWLET PACKARD: Data Acquisition and Control System.
- ROGER C. PFAGFENBERGER & JAMES H. PATTERSON: " Statistical methods  
for business and economics " Yale University 1977.
- BERNARD CLEMENT: Introduction à la Statistique.
- STRAWBERRY TREE: Data Acquisition and Control 1992.
- CYBER RESEARCH: PC Systems Handbook for Scientists and Engineers.

