

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES
DEPARTEMENT DU GENIE ELECTROMECHANIQUE



Gm, 0164

PROJET DE FIN D'ETUDES

en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception

TITRE: OPTIMISATION DES STATIONS DE
POMPAGE DU TRANSPORT HYDRAULIQUE DE LA
C.S.P.T

AUTEUR : Fatime LY
DIRECTEUR INTERNE : Mr Cheikh WADE
CO-DIRECTEUR : Mr Séni TAMBA
DIRECTEUR EXTERNE : Mr Djibou DIAO

DATE : Août 93

A ma mère pour tant de sacrifices consentis,
A mon père,
A mes frères et soeurs,
voici le fruit de cette longue séparation.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail que nous avons effectué à la C.S.P.T, nous tenons à remercier, tous ceux qui, de près ou de loin ont contibué à la bonne conduite de ce projet, tous mes professeurs, parents et amis qui nous ont soutenu et encadré durant ces cinq années que nous venons de passer à l'E.P.T. Nous citerons plus particulièrement

- Mr Djibou DIAO
- Mr Cheikh WADE
- Mr Séni TAMBA

pour leur encadrement.

Le personnel du prétraitement, du service électrique et de l'atelier régulation dont la collaboration compétante a permis de réaliser ce travail

- Mr Alassane DIAW
- Mr Momar GAYE
- Mr WADE.

SONMAIRE

Taïba, entreprise d'exploitation et de traitement du minerai de phosphate constitue un enjeu économique important pour le Sénégal. Son chiffre d'affaires est estimé en 1992 à près de 14 Milliards. On devine alors aisément l'ampleur de toutes les ressources qu'elle emploie tant sur le plan énergétique, humain que matériel et l'importance d'une bonne gestion de celles-ci.

Les chiffres officiels nous indiquent que le 1/6 du total de l'énergie électrique produite par la SENELEC est consommée par Taïba et le 1/10 de cette dernière, pour en arriver au sujet qui nous intéresse, par le transport hydraulique (voir annexe 1); ce qui pourrait être excessif. En effet, pour ces raisons, et aussi parce que l'exploitation s'achemine vers un gisement (gisement de Tobène) plus riche en phosphate, nous avons décidé de nous pencher sur l'optimisation du transport hydraulique; sujet qui a été divisé en deux parties :

1°) La première partie de ce sujet: **MODELISATION DE L'ECOULEMENT DE LA PULPE**, vue ses exigences n'a pu être traitée par un élève-ingénieur sortant.

2°) La deuxième partie concerne **L'OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DES STATIONS DE POMPAGE DU TRANSPORT HYDRAULIQUE** - notre sujet -

Cette étude nous permettra alors d'analyser les différents problèmes posés dans le fonctionnement du transport hydraulique et ensuite d'y apporter des solutions.

Par souci d'efficacité, cette étude sera menée de la façon

suivante: avec les installations existantes (pompes, machines, conduites etc...), on se propose d'étudier la meilleure façon de rentabiliser le système d'exploitation, particulièrement sur le plan de la consommation énergétique.

Cette analyse sera faite sur la base d'une étude du système de pompage (pertes de charge, caractéristiques des pompes etc...), d'une étude des machines électriques (fonctionnement, consommation électrique etc...). Nous devions alors aboutir à l'étude d'un système asservi qui nous permettrait de coordonner tous ces facteurs. Malheureusement, toutes les difficultés que nous avons rencontrées tout le long de cette étude ont fait que nous n'avons pas pu aborder cette dernière partie.

TABLE DES MATIERES:

PAGE-TITRE	Pages
REMERCIEMENTS -----	I
SOMMAIRE -----	II
TABLE DES MATIERES -----	IV
LISTE DES FIGURES -----	VII
LISTE DES ANNEXES -----	VIII
LISTE DES SYMBOLES et ABREVIATIONS -----	IX
INTRODUCTION -----	1
CHAPITRE 1: Généralités sur la C.S.P.T (TAIBA) -----	2
1.1 Historique, importance, exploitation, différentes divisions et leurs fonctions --	2
1.2 Importance du Prétraitement et du TH -----	3
CHAPITRE 2: Diagnostic du TH -----	6
2.1 Présentation du problème -----	6
2.1.1 Les machines -----	8
2.1.1.1 Les pompes -----	10
2.1.1.2 Les moteurs -----	14
2.1.2 Le personnel -----	14
2.2 Les mesures -----	14
2.2.1 Les mesures effectuées pour la détermination du point de fonctionnement des pompes -----	15

2.2.1.1 Mesures des vitesses -----	16
2.2.1.2 Mesures des puissances absorbées par les moteurs -----	16
2.2.1.3 Mesures des pressions -----	16
2.2.1.4 Mesures de débit et de densité -----	17
2.2.2 Erreurs à craindre dans les différentes mesures des grandeurs expérimentales ---	17
2.2.3 Déroulement des premières mesures -----	17
2.2.4 Résultats des premières mesures -----	19
CHAPITRE 3: Interprétation des résultats des premières mesures -----	20
3.1 Interprétation des courbes caractéristiques des pompes -----	22
3.2 Exploitation statistique des résultats préliminaires -----	23
CHAPITRE 4: Le système d'acquisition de données -----	27
4.1 Description sommaire -----	27
Les capteurs -----	28
La carte CIO AD08 -----	28
Le logiciel: NOTEBOOK -----	28
4.2 Objectif visé lors de l'élaboration de la campagne de mesures par le SAD -----	29
4.3 Préparation des mesures -----	30
4.4 Résultats des mesures et Traitement des données -----	31
CHAPITRE 5: Etude des caractéristiques nominales	

des moteurs du TH -----	34
5.1 Les moteurs asynchrones triphasés -----	34
5.2 Caractéristiques générales -----	35
5.3 Cheminement de la puissance active -----	36
5.4 Relation couple-vitesse -----	38
5.5 Avantages du moteur à rotor bobiné -----	40
5.6 Choix et variation de la vitesse -----	41
5.7 Calculs électriques sur les moteurs du TH -----	43
5.8 Bref aperçu sur les transformateurs alimentant les moteurs du TH -----	45
CHAPITRE 6: Evaluation globale de l'étude -----	47
6.1 Difficultés rencontrées -----	47
6.2 Synthèse du travail effectué -----	50
CHAPITRE 7: CONCLUSION - RECOMMANDATIONS -----	53
ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	

LISTE DES FIGURES

	Pages
Fig 1 : Circuit prétraitement -----	4
Fig 2 : Circuit Transport Hydraulique -----	5
Fig 3 : Schéma élémentaire d'un réseau de pompage ---	11
Fig 4 : Courbes caractéristiques Pompe / Conduite ---	11
Fig 5 : Bloc diagramme d'un système d'acquisition de données -----	27
Fig 6 : Cheminement de la puissance active dans un moteur asynchrone triphasé -----	37
Fig 7 : Courbe typique du couple en fonction de la vitesse d'un moteur asynchrone triphase.-----	39

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Tableau 1 Consommation énergétique
de Taïba (92/93)
- Tableau 2 Dépenses en énergie électrique
de Taïba (92/93)
- Tableau 3 Ventes d'énergie de la SENELEC
- Annexe 2 : Flowsheet prétraitement
- Annexe 3 : Etude de NEYRTEC
- Annexe 4 : Le phénomène cavitation
- Annexe 5 : Histogrammes de la consommation énergétique de
chaque pompe du TH
- Annexe 6 : Pointage des camions
- Annexe 7 : Résultats des premières mesures
- Annexe 8 : Courbes caractéristiques
- Annexe 9 : Histogrammes des différentes variables du TH
- Annexe 10 : La distribution Béta
- Annexe 11 : Evaluation des pertes de charge: Courbes d'évolution
des pertes de charge.
- Annexe 12 : Profil en long du TH
- Annexe 13 : Démarreur rotorique des moteurs du TH
- Annexe 14 : Spécifications techniques des moteurs du TH
- Annexe 15 : Calculs pratiques et théoriques sur la SR3
- Annexe 16 : Résultats des deuxième mesures manuelles
- Annexe 17 : Bilan énergie du TH

LISTE DES SYMBOLES ET ABREVIATIONS

SYMBOLES

Sa	Section des canalisations d'aspiration (m^2)
Sr	Section des canalisations de refoulement (m^2)
Va	Vitesse moyenne dans les canalisations d'aspiration (m/s)
Vr	Vitesse moyenne dans les canalisations de refoulement (m/s)
Q	Débit (m^3/h)
Ha	Pression à l'aspiration des pompes (mH ₂ O)
hr	Pression au refoulement des pompes (mH ₂ O)
Hf	Pertes de charge totales (mH ₂ O)
Hn	Hauteur nette ou hauteur recueillie à la pompe (mH ₂ O)
Z	Dénivelée (m)
Ep	Charge produite par la pompe (mH ₂ O)
μ_p	Rendement de la pompe
w	Poids volumique du liquide (daN/ m^3)
μ_m	Rendement du moteur
P _e	Puissance absorbée par le moteur (kW)
μ_H	Rendement hydraulique
μ_V	Rendement volumétrique
μ_M	Rendement mécanique
n _s	Vitesse synchrone (tpm)
p	Nombre de pôles par phase
f	Fréquence du réseau (Hz)
s	Glissement
n	Vitesse du moteur (tpm)

P_{js}	Pertes joule dans le stator (kW)
P_r	Puissance fournie au rotor (kW)
P_{fe}	Pertes dans le fer (kW)
P_{jr}	Pertes joule dans le rotor (kW)
P_m	Puissance mécanique (kW)
P_v	Pertes par ventilation et frottement (kW)
P_{mc}	Puissance mécanique fournie à la charge (kW)
T	Couple moteur (N.m)
n_d	Vitesse de décrochage (tpm)
E_l	Tension de ligne (V)
I_l	Courant de ligne (A)
i	indice désignant la phase ($i= 1 \text{ à } 3$)
P_{add}	Pertes additionnelles (kW)

ABREVIATIONS

TH	Transport hydraulique
HMT	Hauteur manométrique totale
PP1	Pompe à pulpe n°1
PP2	Pompe à pulpe n°2
SR1	Station de relais n°1
SR2	Station de relais n°2
SR3	Station de relais n°3
ATM	Alimentateur à tablier métallique
FP	Fosse à pulpe
CR1	Crible n°1
CR2	Crible n°2
CR3	Crible n°3

INTRODUCTION

La Compagnie Sénégalaise de Phosphates de Taïba (C.S.P.T) emploie près de 1400 personnes dont 260 cadres et ingénieurs pour près d'une centaine de métiers. On devine alors aisément toute la gamme d'expériences qui s'offre à un futur ingénieur polytechnicien d'option génie électromécanique tant sur le plan du management que celui de l'ingénierie proprement dite. Signalons au passage que la C.S.P.T est le domaine des machines mécaniques et électromécaniques de toutes les gammes. On y retrouve de géants engins mais aussi les plus simples et de minuscules machines électriques, électroniques et d'autres à usage spécialisé comme par exemple en chimie minérale.

Le sujet proposé par l'entreprise elle-même et que nous avons choisi concerne l'optimisation des stations de pompage du TH. Afin de bien cerner les problèmes qui se posent au niveau du TH, nous ferons d'abord un diagnostic de celui-ci, ce qui nous permettra d'envisager une méthode d'étude pour chaque composante avant de leur apporter des solutions. Mais avant d'entrer dans l'analyse du sujet, nous allons parler de quelques généralités.

CHAPITRE 1:

GENERALITES

1.1 Historique, Importance, Exploitation, les différentes divisions et leurs fonctions

Le gisement de **Taïba** a été découvert en 1949. Ce n'est qu'en 1957 que la **C.S.P.T** - industrie d'extraction et de traitement du minéral de phosphate - est entrée en service. De 1960 à 1984 la quantité de phosphate exploitée s'élève à près de 27.420.000 tonnes. Les réserves sont estimées aujourd'hui à environ 18.250.000 tonnes pour la zone déjà sondée. Ceci fait de la **C.S.P.T** la première cliente de la SENELEC - énergie électrique -, de la Régie des Chemins de Fer - transport - du Port Autonome de Dakar dont elle prend plus de la moitié du trafic portuaire et de la SONATEL.

Sur le plan international, c'est surtout par la qualité de son phosphate que la **C.S.P.T** se distingue. Elle produit près de 2 millions de tonnes par an pour une production mondiale annuelle de 150 millions de tonnes dont 80% sont fournis par les U.S.A, le Maroc et l'ex-U.R.S.S.

Les 2/3 de la production de la **C.S.P.T** sont destinés à l'exportation et le reste est exploité par les Industries Chimiques du Sénégal (I.C.S) pour le marché sénégalais et l'exportation.

L'exploitation se fait en quatre phases:

- La Découverte qui consiste à enlever le sable pour atteindre la couche de minerai.
- L'Extraction proprement dite qui est assurée par des draglines dont la capacité varie entre 6.5 et 27.5 m³ par godet selon le type de machine.
- Le Transport et le Pré-traitement :

Une vingtaine de camions 100 tonnes assurent continuellement le transport du minerai depuis le site d'exploitation jusqu'à la station de pré-traitement - distante d'environ 2 à 5 Km - où s'effectue un lavage et un tamisage du minerai. Le résultat de ces deux opérations donne un mélange contenant des particules de 0 à 30 mm de diamètre acheminées vers l'usine de traitement par des pompes le long d'une conduite de 3 Km appelée le Transport Hydraulique - T.H -.

- Le Traitement du minerai qui s'effectue au niveau de la laverie
- Le Stockage, le séchage et le transport du minerai traité. Après un séjour au soleil, le phosphate traité est séché par des fours puis transporté dans des wagons jusqu'au port de Dakar.

Pour répondre aux exigences de l'exploitation, le département de l'exploitation est formé de trois divisions:

- La division Mine: Sondage, Découverte, Extraction, Prétraitement et Transport Hydraulique.
- La division Usine: Traitement, Stockage, Séchage et Transport.
- La division Electromécanique: Maintenance de toutes les

installations électriques et électromécaniques.

1.2 Importance du pré-traitement et du transport hydraulique: à

station de pré-traitement installée en 1975 - remplace le ponton flottant qui assurait la même fonction - comme son nom l'indique, constitue l'organe de transition entre la mine et l'usine de traitement.

Les camions chargés depuis le site d'extraction viennent déverser leur minerai sur une plate-forme tournante appelée **Alimentateur à Tablier Métallique - ATM** - voir flowsheet (annexe 2) pré-traitement - située à 25 m au-dessus de la station de pré-traitement. C'est à ce stade que l'adduction d'eau et la séparation du minerai du silex commence.

Puis vient le circuit suivant:

Crible 1 (CR1) ---->Crible 2 (CR2)——>Débourbeur (DB)——>Crible
3 (CR3)——>Fosse à pulpe (FP)

Fig 1: Circuit Prétraitement

Ce circuit peut être vu sur le flowseet du pré-traitement. Notons qu'à chaque étape, il y a adduction d'eau et rejet du silex.

L'objectif étant d'obtenir un mélange d'eau et de minerai (25 à 35%) dont les particules ont un diamètre variant entre 0 et 30 mm. Ce mélange recueilli dans une fosse de 50 m³ appelée fosse à pulpe est acheminé vers l'usine de traitement par des pompes montées en série sur une conduite de 3 Km suivant le trajet ci-après:

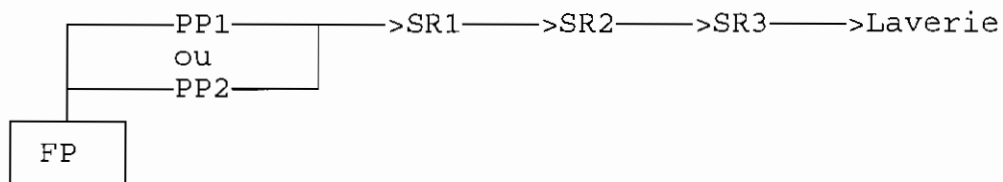


Fig 2: Circuit transport Hydraulique

Suivant la qualité du minerai, la station de relais n°2 (SR2) est en marche ou à l'arrêt.

CHAPITRE 2 :

DIAGNOSTIC DU TH

Cette phase du projet a nécessité notre présence permanente sur le terrain.

2.1 Présentation du problème

L'installation du TH a été possible grâce à une étude effectuée par NEYRTEC (Voir annexe 3) qui a pu résoudre les problèmes suivants selon des exigences imposées par le minerai exploité.

- Détermination du débit à pomper
- choix du diamètre de la conduite et de la vitesse de l'écoulement
- Pertes de charge en eau
- Pertes de charge avec du minerai
- Pression à fournir

C'est sur la base de cette étude que le TH est supposé fonctionner actuellement. Cependant les deux premières raisons qui ont suscité notre étude sont les suivantes: d'une part les moteurs du TH consomment à priori trop d'énergie électrique, d'autre part, du

moment où l'exploitation s'achemine vers des terrains moins riches en phosphate, en augmentant le rythme de fonctionnement du TH pour répondre aux exigences de la demande, serait-il possible de continuer à fonctionner dans les meilleures conditions c'est-à-dire respecter les exigences de NEYRTEC ? Signalons au passage que notre étude ne sera aucunement basée sur les hypothèses de NEYRTEC (voir annexe 3) dans la mesure où l'étude date de 1978, les caractéristiques du minerai et de la conduite ont changé avec le temps. Eux mêmes le soulignent: les mesures de débit et concentration instantanées n'ont pu être exécutées comme prévu faute de mise au point de l'appareillage de mesure. Ce qui signifie alors qu'un modèle d'écoulement n'ayant pas été trouvé, il serait hasardeux de lier la densité du mélange et la pression de façon linéaire.

Nous avons donc tenté de comprendre toutes ces questions tout en gardant à l'esprit qu'il y a trois paramètres à maîtriser:

- Les machines (pompes, moteurs)
- Les matières (minerai, eau)
- Le personnel (méthode de travail)

C'est pour cette raison que notre analyse a été faite suivant ces trois points.

2.1.1 Les machines

La cadence de marche des machines de la station de pré-traitement et celles du TH est imposée par les prévisions faites sur la quantité de minerai à traiter et le délai au bout duquel on

doit réaliser celle-ci.

D'après nos recherches, les prévisions imposent à la station de pré-traitement - hormis les arrêts programmés - une cadence de 14 camions/h soit 1 camion toutes les 4min 28s. Cependant, ces prévisions sont rarement respectées à cause des contre-temps qui se produisent dans les trois cas suivants:

a°) il y a une coupure de courant

b°) Un élément du circuit de pré-traitement (crible, ATM etc...) ou du TH (conduite, pompe etc...) est en panne.

c°) Il y a un retard au niveau de l'extraction même du minerai parce qu'un dragline est à l'arrêt (il y en a trois qui travaillent simultanément à des endroits différents sur le site).

Partant de ces faits, il arrive au niveau de la station qu'il y ait trop ou très peu de minerai déversé sur l'ATM. Ainsi, l'opérateur qui surveille ce dernier diminue ou augmente sa vitesse; d'où le niveau de la fosse à pulpe qui fluctue. De plus, nous savons aussi que la qualité du minerai change rapidement selon qu'on soit sur un terrain argileux ou non. Alors, les pompes du TH sont contraintes à ce rythme. Lors de nos observations nous avons pu constater que la vitesse de ces pompes peut changer en moins de deux minutes et que la station de relais n°2 est à l'arrêt ou en marche selon le type de minerai acheminé. On comprend alors les difficultés d'un fonctionnement stable et optimal concernant le TH s'il doit se faire sous les contraintes suivantes:

- Eviter une cavitation au niveau des pompes de tête (PP1,

PP2: voir annexe 4) si le niveau de la fosse est trop bas.

- Eviter le débordement de la fosse
- Imposer une certaine vitesse aux pompes selon le type de minerai transporté.
- Ne pas trop user la conduite ni y créer de dépôts si la vitesse des pompes est trop élevée ou trop basse.

Notons que la conduite comporte un revêtement intérieur en basalte de 20 mm d'épaisseur.

- Adapter la vitesse des pompes à la densité de la pulpe.
- Acheminer un mélange dont la taille des particules varie entre 0 et 30mm pour une concentration allant de 25 à 35% de solides.

Notons que ce dernier point peut avoir une grande influence sur les performances des pompes si l'on sait que celles-ci, comparées aux performances des mêmes pompes tournant à l'eau claire diminuent lorsque la concentration du mélange augmente. L'explication de ce phénomène est que les pompes fournissent plus de travail pour développer la même HMT que pour l'eau claire, pour une vitesse d'écoulement constante. Ainsi, la puissance consommée par les moteurs augmente.

Signalons aussi que, plus les solides sont gros, plus ils ont tendance à se déposer le long de la conduite, ce qui entraîne une augmentation des pertes de charge et une certaine complexité liée à la détermination du modèle d'écoulement. De plus, une partie de l'énergie cinétique transmise aux solides ne se transforme pas en énergie de pression; d'où une diminution de la HMT.

- La quantité d'eau à ajouter n'étant pas contrôlée, la concentration du mélange n'est pas connue afin de déterminer quelle est la pression nécessaire pour le transport .

Compte tenu de tous ces facteurs, on pourrait alors à ce stade de notre étude comprendre déjà pourquoi les moteurs de TH pourraient consommer beaucoup d'énergie, et à des quantités aussi variables (voir annexe 5) si l'on sait que le pilotage du TH se fait sans aucun instrument automatique de contrôle de vitesse, de niveau etc... mais plutôt par des hommes qui ne sont guidés que par leur expérience et leur "flair". Par exemple, l'opérateur "A" jugera que le niveau de la fosse est trop haut (en regardant à travers une vitre située à environ de 20m au dessus de celle-ci) et voudra augmenter la vitesse des moto-pompes tandis que l'opérateur "B" pense qu'il peut maintenir le même rythme.

Il se pose ainsi un problème d'objectivité dans le travail effectué. Et pour essayer de comprendre et de maîtriser ceci, nous avons décidé d'étudier le fonctionnement de chaque maillon de la chaîne c'est-à-dire les pompes puis les moteurs avant de nous pencher sur le problème du manque d'appareils de contrôle et de pilotage automatique de l'installation.

2.1.1.1 Les pompes

A ce niveau, notre objectif est de tracer les courbes caractéristiques de chaque pompe du TH afin de trouver leur point de fonctionnement optimal et d'évaluer leur rendement. La méthode utilisée est exposée ci-dessous.

POINT DE FONCTIONNEMENT POUR UNE POMPE VEHICULANT DE L'EAU CLAIRE.

Considérons le réseau de pompage de la fig.3 ci-dessous:

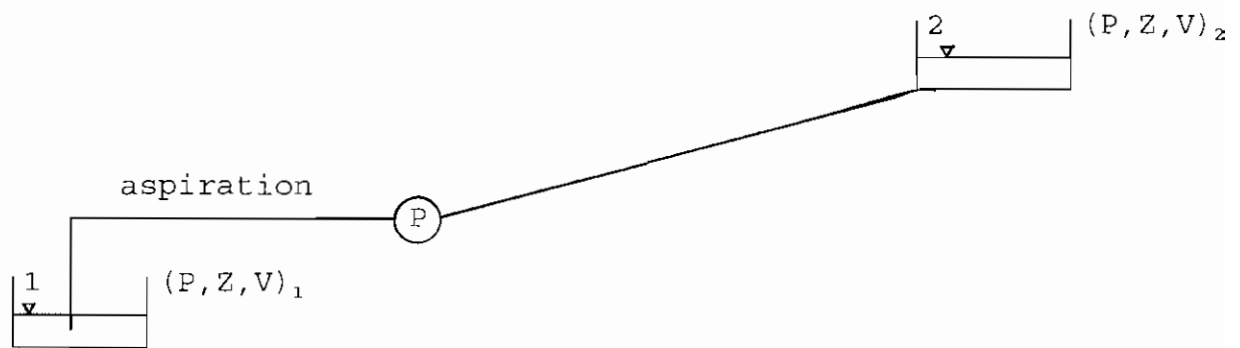


Fig 3: Schéma élémentaire d'un réseau de pompage

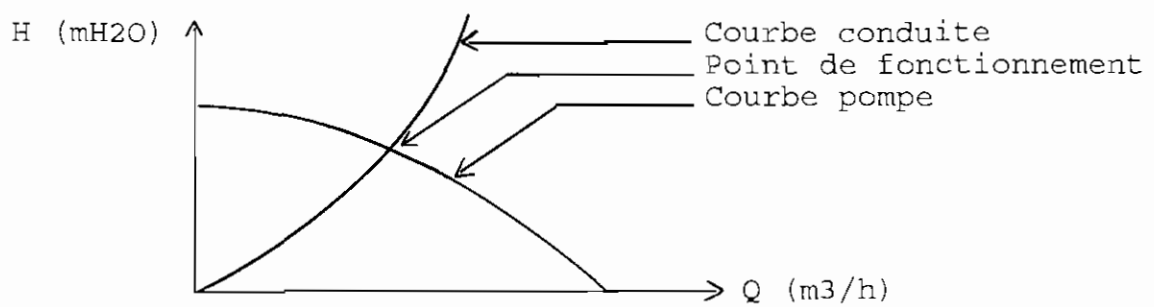


Fig 4: Courbes caractéristiques pompe/conduite

Ecrivons l'équation d'énergie entre les points 1 et 2

$$(P_1/\rho + V_1^2/2g + Z_1) - Hf_{asp} + E_p - Hf_{ref} = P_2/\rho + V_2^2/2g + Z_2$$

où $P_1/\rho = P_2/\rho =$ pression atmosphérique

$$V_1 = V_2 = 0$$

$$E_p = H_r - H_a = \text{charge produite par la pompe}$$

$$Hf_{asp} = \text{perte de charge dans la conduite d'aspiration}$$

$$Hf_{ref} = \text{perte de charge dans la conduite de refoulement}$$

On obtient alors:

$$H_r - H_a = Z + H_f \quad (1)$$

avec $Z = Z_2 - Z_1 =$ hauteur géométrique

H_f = perte de charge dans tout le système (y compris les pertes singulières).

L'équation finale devient :

$$H_r - H_a = Z + \text{PERTES} \quad (2)$$

Cela signifie que la pompe doit vaincre les pertes sur le circuit 1-2 et la dénivellation (énergie potentielle) entre ces deux même points. La résolution de l'équation (2) conduit à la situation suivante : la pompe existante ayant ses courbes de performances données, le membre de gauche de l'équation (2) est une fonction

polynomiale du débit Q , tout comme le membre de droite.

Dans notre cas, l'inconnue est H_f car ne connaissant ni les caractéristiques de la conduite (rugosité), ni le type d'écoulement. Nous contournerons ce problème en utilisant nos valeurs expérimentales pour tracer les courbes $H=f(Q)$ pour la pompe et la conduite dont $H_f = E_p - Z$ (3), $P=f(Q)$ et $n=f(Q)$.

Le point de concours des 2 courbes $H=f(Q)$ pour la pompe et la conduite est le point de fonctionnement (point d'équilibre) du système (voir figure 4).

Noter que les deux courbes de la figure 4 sont obtenues en faisant varier le débit à vitesse constante.

La diminution progressive de la hauteur manométrique quand le débit augmente s'explique par le fait que les frottements augmentent avec ce dernier.

En utilisant la courbe de performances de la pompe, on peut déterminer les paramètres de fonctionnement de la pompe à ce point d'équilibre (rendement, puissance, E_p) et faire ainsi une comparaison avec les résultats expérimentaux.

NB: ce point de fonctionnement n'est qu'approximatif dans le cas que nous étudions car Q varie, de même que les propriétés de la conduite. Nous serons alors amenés à définir une plage de fonctionnement.

Une autre étude sera menée parallèlement avec un Système d'Acquisition et de traitement de Données - S.A.D - afin d'établir

une corrélation entre les différentes variables et d'expliquer l'influence de chacune des variables sur le rendement.

2.1.1.2 Les moteurs

Après avoir étudié les pompes, il nous sera alors facile de mieux cerner le phénomène qui se produit au niveau des moteurs qui entraînent les pompes en faisant une étude assez approfondie sur leur mode de fonctionnement et leur consommation énergétique. Notons au passage que nous avons à faire à des moteurs asynchrones à rotor bobiné. Cette partie sera développée plus loin.

2.1.2 Le personnel

Cette phase de l'étude devait nous permettre de concevoir un système asservi entre l'alimentation de la fosse, le contrôle de son niveau et le pompage de la pulpe. On pourra alors rendre plus objectif et plus efficace le style de pilotage du TH.

2.2 Les mesures

Dès le début de l'élaboration de la campagne de mesures, nous nous sommes heurtés au problème suivant: il n'y a pas de vanne pouvant faire varier le débit sur le TH. Les recherches entamées dans ce sens au moment où nous devrions faire les premières mesures ont été peu fructueuses, recherches rendues difficiles par le fait que cette vanne devrait s'adapter aux rudes conditions du TH et faire varier graduellement le débit à vitesse constante. Ainsi à défaut d'avoir cette vanne et dans le souci de respecter les délais imposés par notre emploi du temps, nous avons décidé d'opérer sans

la vanne, d'autant plus que même avec celle-ci, le problème de la vitesse variable se poserait toujours car les pompes s'adaptent au niveau de la fosse et à la qualité du minerai, paramètres que nous devrions nécessairement maîtriser.

2.2.1 Les mesures effectuées pour la détermination du point de fonctionnement des pompes

Les mesures ont été effectuées pendant deux jours (de 8h à 12h puis de 13h à 17h) et ceci toutes les deux minutes afin de recueillir le maximum de points possibles pour les paramètres suivants:

- La vitesse de rotation (en tpm)
- La puissance aux bornes du moteur (en kW)
- La différence des côtes des manomètres placés à l'aspiration et au refoulement de chaque pompe (en mH₂O)
- Le débit Q (en m³/h)
- Les sections S_a et S_r des canalisations d'aspiration et de refoulement au droit des prises de pression des manomètres (en m²).
- Les pressions H_a et H_r à l'aspiration et au refoulement de chaque pompe (en mètres d'eau).

On en déduit les résultats suivants:

- Les vitesses moyennes dans les conduites d'aspiration et de refoulement au droit des prises de pression des manomètres.

$$V_a = Q/S_a \qquad V_r = Q/S_r \qquad (\text{en m/s})$$

- La hauteur nette ou hauteur recueillie à la pompe:

$$H_n = H_r - H_a + Z + (V_r^2 - V_a^2)/2g \text{ (en mètres H}_2\text{O)}$$

- Le rendement de la pompe:

$$\mu_p = (w * Q * H_n) / (102 * \mu_m * W)$$

où μ_m = rendement du moteur pour le régime de marche de l'essai et
w le poids volumique du mélange.

2.2.1.1 Mesure des vitesses

Nous avons utilisé des tachymètres numériques.

2.2.1.2 Mesure des puissances absorbées par les moteurs

Nous avons mesuré la puissance aux bornes du moteur par des enregistreurs graphiques de puissance et de courant/tension.

2.2.1.3 Mesure des pressions: (manomètres)

Rappelons que la hauteur nette H_n est égale à la différence d'énergie mécanique totale par unité de poids du liquide entre l'entrée et la sortie de la pompe, soit:

$$H_n = (Z_2 + P_2/W + V_2^2/2g) - (Z_1 + P_1/W + V_1^2/2g)$$

Les termes $V_2^2/2g$ et $V_1^2/2g$ sont faciles à déterminer connaissant le débit Q et les diamètres D_1 et D_2 des canalisations d'aspiration et de refoulement au droit des prises de pression:

$$V_1 = Q/S_1 \quad \text{avec} \quad S_1 = D_1^2/4$$

$$V_2 = Q/S_2 \quad \text{avec} \quad S_2 = D_2^2/4$$

Si on utilise des manomètres métalliques comme dans notre cas, les appareils donnent P_1 et P_2 et le terme $Z_2 - Z_1$ est égal à la différence des côtes des centres des cadrans des manomètres.

2.2.1.4 Mesures de débit et de densité:

Elles ont été faites par un débitmètre-densimètre monté à la fin de la conduite.

2.2.2 Erreurs à craindre dans les différentes mesures des grandeurs expérimentales

- Vitesse de rotation

A l'aide d'un tachymètre numérique $\pm 0.5\%$

- Débit: il est mesuré par un capteur de débit installé en fin de conduite, et dont le signal (4-20mA) est renvoyé à la station Débourage. Les erreurs à craindre à ce niveau sont, la précision du capteur et les pertes éventuelles de signal, car celui-ci est acheminé sur trois kilomètres.

- Pression: il pourrait se poser ici un problème de précision sur la lecture due à l'instabilité de l'aiguille de certains manomètres.

- Puissances aux bornes des moteurs électriques : la lecture des ces mesures graphiques peut être source d'erreurs.

2.2.3 Déroulement des premières mesures

L'ensemble des mesures a nécessité la présence sur le terrain de 22 personnes le long du TH et dans les 2 postes de contrôle.

La répartition des tâches a été faite selon le planning suivant:

	PP1	SR1	SR2	SR3
Vitesse de Rotation	2prsn	0	0	1prsn
Puissance	0 prsn	0	0	0prsn
Débit	Une personne située dans la salle de contrôle n°1			
Pression Ha	1	2	2	2prsn
Pression Hr	2	2	2	2prsn
Pointage des camions	Une personne dans la salle de contrôle n°2			

Nota Bene: Le pointage des camions nous permet d'en

connaître le nombre exact par heure et le type de minerai qu'ils ont chargé (voir annexe 6).

Au niveau de chaque équipe, une personne était chargée de

faire le chronométrage tandis que l'autre prenait les valeurs lues. Notons au passage que certains paramètres comme la vitesse de la SR1 et de la SR2, la puissance au niveau des moteurs de la PP1 et de la SR2 n'ont pu être mesurés vu le nombre d'appareils dont nous disposions.

2.2.4 Résultats des mesures

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des mesures qui ont été effectuées sur le transport hydraulique:

Tableau récapitulatif des résultats de la 1ère campagne de mesures.

	PP1	SR1	SR2	SR3
Pa (bar)	-40 à -27*	2 à 3.25	4.8 à 6	0.37 à 3.3
Pr (bar)	3.5 à 5	6.2 à 8.2	5.25 à 7	5.7 à 7.5
Q (m ³ /h)	700 à 1800	700 à 1800	700 à 1800	700 à 1800
d (g/cm ³)	1.1 à 1.4	1.1 à 1.4	1.1 à 1.4	1.1 à 1.4
W (kW)	-	200 à 650	-	200 à 600
N (tpm)	350 à 600	-	-	450 à 530
Bouton (vitesses)	1 à 3	1 à 3	arrêt	1 à 3

* Les pressions à l'aspiration de la PP1 sont mesurées en cmHg.

CHAPITRE 3 :

INTERPRETATION DES RESULTATS DES PREMIERES MESURES

Avant d'aborder cette partie, il est important de faire une brève analyse concernant la consommation énergétique d'une pompe afin de pouvoir mieux situer les causes de pertes d'énergie.

En effet, une pompe peut absorber une puissance excessive pour plusieurs raisons dont les suivantes :

- vitesse de rotation trop élevée
- la hauteur manométrique totale du système est supérieure aux prévisions
- la hauteur manométrique totale est inférieure aux prévisions
- le poids spécifique du liquide ne correspond pas aux prévisions
- la viscosité du liquide est différente de celle prévue
- défaut d'alignement de l'accouplement
- l'arbre est faussé
- les bagues d'usure sont hors d'usage
- les garnitures de presse étoupe sont mal posées

- le matériau constituant les garnitures de presse étoupe ne correspondent pas aux conditions d'utilisation

- les presse-étoupes sont trop serrées.

Tous ces facteurs entrent en jeu dans le rendement global de la pompe qui est égal au produit du rendement mécanique (n_M), du rendement hydraulique (n_H), et du rendement volumétrique (n_V).

$$n = n_M * n_H * n_V$$

où

n_M = Puissance absorbée par rotor / Puissance sur l'arbre

$$n_M = P_R / P_M$$

n_H = Hauteur manométrique engendrée par le rotor /
Hauteur totale disponible

$$n_H = H_R / H_{th}$$

n_V = Débit traversant le rotor / Débit disponible

$$n_V = Q_R / Q_{th}$$

Il apparait alors clairement que la variation de l'un de ces trois paramètres influence directement le rendement global de la pompe concernée. Aussi certaines constatations faites sur le TH

nous permettent de dire que l'étanchéité n'est pas parfaite aussi bien au niveau des presse-étoupes que de la conduite.

Pour en arriver aux résultats de nos mesures, nous avons d'abord jugé nécessaire de vérifier si nos observations concordent avec nos valeurs expérimentales et si effectivement ces dernières suivent une certaine logique. Nous avons alors noté une discordance au niveau des vitesses. En effet, dans la logique de l'opérateur, le fait d'agir sur le "bouton" lui permettait d'augmenter ou de diminuer la vitesse des groupes motopompes et que donc les paliers de vitesse 1, 2, 3, 4, et 5 correspondaient à une certaine augmentation graduelle des vitesses. Or ceci n'est apparamment pas le cas. Par exemple, la vitesse correspondant au palier n°1 peut être supérieure à celle correspondant au palier n°2 (voir annexe 7); ce qui repose encore une fois un problème d'objectivité dans le pilotage du TH (autre source de gaspillage d'énergie). Nous traiterons plus amplement ce problème ultérieurement.

Par ailleurs les valeurs des pressions mesurées suivent une certaine logique.

3.1 Interprétation des courbes caractéristiques des pompes

Les résultats obtenus à l'annexe 7 attestent de l'impossibilité d'avoir des courbes caractéristiques vu la façon dont les mesures ont été effectuées. En effet, à défaut d'avoir une vanne faisant varier le débit graduellement à vitesse constante, nous avons été contraints de faire les mesures dans les

conditions habituelles d'exploitation, tout en espérant que l'on pouvait retrouver une même vitesse plusieurs fois pendant les mesures. Malheureusement, cela n'a pas été le cas, même si, certaines étaient très voisines (nous n'avons pas jugé nécessaire de présenter ces résultats en annexe). De plus, signalons que même avec une vanne, il serait très difficile d'avoir une allure satisfaisante pour les courbes du moment où la densité du mélange n'est pas constante, car

$$H_n = \text{Pression mesurée} / w * \text{densité du mélange}$$

est une fonction de celle-ci.

avec w = poids volumique du liquide.

3.2 Exploitation statistique des résultats préliminaires

Vu les résultats obtenus avec le tracé des courbes caractéristiques, nous pensons que seul un traitement statistique pourrait nous fixer sur l'évolution des différents paramètres. C'est ce que nous avons tenté de faire dans l'annexe 11. En effet, les différentes courbes et histogrammes obtenus nous permettent de suivre le rythme de fonctionnement relevé le 03-02-93 pour les stations de relais 1 et 3 (variation de la vitesse de la SR1 entre le 1er et le 3e niveau). Par ailleurs, les résultats des mesures montrent que la variation de vitesse n'a pas une très grande influence sur la HMT et le débit mais en a assez sur la puissance

consommée par les moteurs. Cela ne veut pas dire que la variation des vitesses entraîne une plus grande consommation d'énergie; elle ne constitue cependant pas non plus une source d'économie. L'introduction du meilleur dispositif d'entraînement d'une pompe fait chuter le rendement global d'au moins 1.5 à 2%; pour s'en convaincre, il faut voir les pertes engendrées par les résistances de variation de vitesse des moteurs du TH au contraire. Aussi, faut-il qu'elle soit bien faite, et ceci quand le besoin s'en fait sentir. Ceci nous amène alors à réfléchir sur l'utilité même de la variation des vitesses, si l'on part du fait qu'une pression de sortie n'est pas imposée par la LAVERIE, et que le débit minimal imposé par NEYRTEC (1800 m³/h afin d'éviter les dépôts) n'est pas respecté. Le seul objectif visé se résume alors à régulariser le niveau de la fosse et à s'adapter à la densité de la pulpe et à la concentration. Or, d'une part la variation du niveau de la fosse ne dépasse pas 50cm en moyenne pendant toute la durée de fonctionnement (la profondeur de la fosse est de 4m pour un volume de 50m³), d'autre part les valeurs de densité relevées tournent autour de 1.3g/cm³. Cela signifie alors qu'on pourrait à priori se fixer à une seule vitesse et satisfaire aux conditions minimales de fonctionnement sans trop consommer d'énergie si seulement on connaissait quelle vitesse est suffisante pour la plage de concentration que nous avons. Cependant, la variation de la vitesse a comme avantage de permettre à tout instant de maintenir les pompes à un point de fonctionnement optimal. Aussi, les gammes de

débit obtenues lors des mesures se situent bien sur la plage de rendement maximal pour les mêmes pompes tournant à l'eau claire (voir annexe 8). Un autre intérêt de la vitesse variable est la réduction des coups de bélier car, si à chaque arrêt des pompes on prend soin de diminuer lentement les vitesses jusqu'à annuler le débit, ceux-ci sont fortement réduits voire éliminés. Cependant, vu le nombre de mesures effectuées, il se pose un problème de représentativité; ce qui fait que toutes ces considérations ne nous permettent pas, au stade actuel de notre étude de tirer certaines conclusions. Une chose est cependant sûre, le caractère stochastique des différentes variables (densité, débit, puissance, rendement), s'explique par la variation aléatoire des caractéristiques du mélange (composition, structure) et de l'action subjective de l'homme et que donc, leur évolution suit une distribution Béta pour laquelle on est sûr de ne pas franchir certaines marges pour tous les paramètres (voir annexes 9 et 10).

Remarque:

ne connaissant pas les pertes de charge liées à chaque tronçon de conduite, on ne peut pas juger à priori si les hauteurs nettes délivrées par la SR1 et la SR3 sont satisfaisantes. Seulement, en faisant un bilan des pertes de pression entre les différentes stations du TH, on arrive à avoir une idée sur leur évolution (voir annexe 11) en se basant sur les données du profil en long (voir annexe 12).

Face à toutes les difficultés que nous avons rencontrées tout le long de cette première partie de notre étude, nous pensons encore une fois que seule, une étude statistique serait en mesure d'apporter une solution aux différents problèmes liés au fonctionnement du TH. Le Système d'Acquisition de Données vient à point nommé puisque, comme son nom l'indique, il permet l'acquisition et le traitement des données assisté par ordinateur.

CHAPITRE 4 :

LE SYSTEME D'ACQUISITION DE DONNEES

4.1 Description sommaire

Le SAD se divise en deux parties:

- la première partie concernant l'acquisition de données est composée des éléments représentés à la fig.5 ci-dessous.

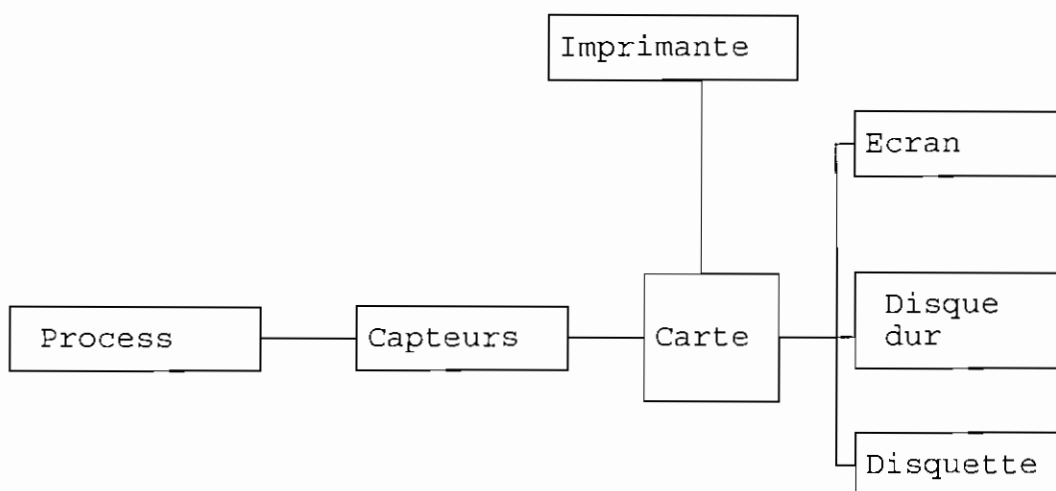


Fig.5: Bloc diagramme d'un système d'acquisition de données.

- Les capteurs

Ils sont reliés au process et permettent de convertir les grandeurs physiques mesurées en signal électrique. Au niveau du TH, nous avons mesuré le débit volumique, le débit massique, la densité et la puissance.

- La carte CIO AD08

Le signal arrive à la carte qui est l'élément moteur du S.A.D. Elle contient les circuits électroniques qui permettent de lire, d'enregistrer, de visualiser sous forme de courbes, d'histogrammes ou de texte les données du process. De sa puissance, dépend la rapidité d'exploitation des résultats: elle permet non seulement d'enregistrer les données, mais au besoin de générer les signaux nécessaires à la conduite du process.

- Le logiciel: NOTEBOOK

NOTEBOOK est un logiciel d'acquisition de données compatible avec beaucoup de cartes dont CIO AD08. Il contient le programme qui renferme les instructions de lecture, de stockage, de configuration du matériel, etc...Il tourne sur IBM PC, XT, AT et PS/2 et accepte les cartes vidéo EAG, CGA et VGA.

- La deuxième partie qui concerne le traitement des données est

possible grâce au logiciel NOTEBOOK. Selon l'orientation donnée à l'étude, NOTEBOOK offre de larges possibilités dans le domaine du contrôle et de l'optimisation des unités industrielles.

4.2 Objectif visé lors de l'élaboration de la campagne de mesures par le SAD

Après l'acquisition des données, notre objectif lors de leur traitement était d'établir des relations de cause à effet entre les différentes variables, expliquer certaines d'entre elles par d'autres et donner une **pondération** de l'influence d'une variable sur l'autre. Pour cela, il existe plusieurs méthodes dont l'analyse de régression qui nous permet d'étudier la liaison linéaire qui existe entre les variables indépendantes ou explicatives (débit, densité, hauteur nette) et la variable indépendante ou expliquée (rendement du groupe motopompe). Dans notre cas, connaissant déjà cette relation -

$n = (w * Q * H_n) / (100 * P_e)$ -, il s'agira d'établir un modèle entre la puissance consommée par les moteurs et le débit, la densité et la HMT car celle-ci n'est pas toujours rigoureusement vraie dans la réalité. Le modèle nous permet alors de trouver des coefficients p_1 et p_2 qui approximent le mieux l'équation suivante:

$$P_e = p_1 * w * Q * H + p_2$$

et de calculer ainsi le meilleur rendement des motopompes puis de générer à partir de là un système asservi.

4.3 Préparation des mesures.

L'étendue du Transport hydraulique et le nombre de paramètres que nous avons à mesurer exigeaient qu'une bonne préparation des mesures soit effectuée -notre objectif étant de mesurer les paramètres suivants: pression (en 9 points), les débits volumique et massique (en 1 point chacun), la densité (en 1 point), la puissance (en 4 points) et la vitesse (en 4 points); ce qui ferait 20 paramètres à saisir par des capteurs dont les signaux délivrés seraient renvoyés sur la carte de l'ordinateur. Cependant, nous nous sommes heurtés très vite au problème du manque de moyens. Après plus de deux semaines de recherches pendant lesquelles nous avons fait le tour de plusieurs entreprises afin de trouver les capteurs dont nous avons besoin, il a fallu que l'on se rende à l'évidence: seuls les puissances des moteurs, le débit et la densité pourraient être mesurés par des capteurs pouvant satisfaire à nos exigences (pouvant générer un signal de 4 à 20mA). Après avoir franchie cette étape, l'autre problème auquel nous nous sommes heurtés, c'est celui de la réalisation mesures. L'étendue du TH (3Km de long) nous imposait de trouver des cables de plusieurs centaines de mètres de long pour ramener les signaux au niveau de la station de prétraitement où l'ordinateur serait installé. Ce deuxième point a pu finalement être résolu.

Ainsi, les paramètres suivants devaient être mesurés:

- débit volumique et débit massique
- densité
- puissance des quatre moteurs (PP1, SR1, SR2, SR3)

ce qui nous donne 7 paramètres à acquérir, les 13 autres (8 pressions et quatre vitesses) étant mesurés par la méthode manuelle que nous avons utilisée lors de nos premières mesures.

Cependant, ceci est loin du résultat que nous avons obtenu. A la veille des opérations, le capteur de débit était endommagé, et on ne recevait plus les signaux des stations de relais 2 et 3. Trois paramètres sur sept ont finalement pu être mesurés -pendant trois jours et ceci toutes les secondes-; ce qui modifie sérieusement nos objectifs.

4.4 Résultats des mesures et Traitement des données

Le tableau ci-dessous résume les résultats des mesures effectuées avec le SAD et la deuxième série de mesures manuelles.

Tableau récapitulatif des résultats de la 2ème campagne de mesures.

	PP2	SR1	SR2	SR3
Pa (bar)	-49 à -22*	1.5 à 3	5 à 7	1 à 3
Pr (bar)	4 à 5	6.5 à 9.5	5.8 à 7	6.3 à 8.3
Q (m3/h)	700 à 1800	700 à 1800	700 à 1800	700 à 1800
d(g/cm3)	1.1 à 1.4	1.1 à 1.4	1.1 à 1.4	1.1 à 1.4
W (kW)	250 à 400	200 à 500	-	200 à 600
N (tpm)	450 à 510	-	-	450 à 530
Bouton (vitesses)	1 à 5	1 à 4	arrêt	1 à 4

* valeurs exprimées en cmHg.

Vu le nombre de paramètres que nous avons mesurés (voir tableau ci-dessus), il nous était pratiquement impossible d'exploiter ces données. En effet, le paramètre du débit qui a fait défaut a complètement bouleversé notre programme. Ce qui nous a alors amené à abandonner cette partie tout en vérifiant cependant que les résultats obtenus coïncident bien avec ceux de la première campagne de mesures. Par ailleurs, les mesures de pression et de vitesse nous ont permis d'évaluer les pertes de charge et d'étudier le problème lié aux vitesses mentionné dans le chapitre 3.

Ainsi, le problème des discordances obtenues lors des premières mesures de vitesse pour différents crans s'expliquent par le fait que ces valeurs ont été prises à des instants différents; et par conséquent à des concentrations et des densités différentes.

Or, comme la charge entraînée s'équilibre avec le couple transmis, il est tout à fait normal que lorsque la concentration est plus grande quand le moteur tourne à la 3ème vitesse, que celle-ci puisse ralentir jusqu'à avoisiner la 1ère vitesse qui elle, coïncide avec une concentration plus légère.

Les courbes de perte de charge obtenues à l'annexe 11 montrent que, entre les deux campagnes de mesures (du 3 février au 11 juin), les pertes de charge sont pratiquement constantes pour les tronçons SR1-SR2 et SR2- SR3. Ce qui n'est pas le cas pour les deux autres tronçons (PP1-SR1 et SR3-Jetée mine). Cela nous donne une idée de l'orientation que l'on pourrait donner à une éventuelle étude sur l'écoulement du fluide et les pertes de charge.

CHAPITRE 5:

ETUDE DES CARACTERISTIQUES NOMINALES DES MOTEURS DU TH

5.1 Les moteurs asynchrones triphasés

Ce sont les moteurs les plus utilisés dans l'industrie. Ils comportent :

- un stator fixe ayant une carcasse en acier renfermant un empilage de tôles identiques qui constituent un cylindre vide sur lequel est fixé le bobinage triphasé (enroulement primaire); celui-ci peut être couplé en étoile ou en triangle.

- un rotor bobiné, composé d'un cylindre de tôles destinées à recevoir l'enroulement secondaire. Le rotor mobile, séparé du stator par un entrefer très court (0.4 à 2mm) est parcouru par un courant induit, de même forme mais de fréquence variable.

Lorsque l'enroulement est fermé sur lui même, on a un moteur à cage ou à rotor en court-circuit. S'il est relié par l'intermédiaire de bagues (trois) à un dispositif extérieur, c'est le moteur à rotor bobiné à bagues. Ces bagues, reliées à 3 balais, permettent d'insérer des résistances extérieures en série avec chacun des 3 enroulements lors du démarrage du moteur. En

fonctionnement normal, les 3 balais sont en court-circuit.

5.2 Caractéristiques générales

La vitesse de rotation du champ tournant dépend de la fréquence de la source qui alimente le réseau et du nombre de pôles (par exemple si la fréquence est de 50 Hz, le champ fait un tour complet à 3000tpm), on l'appelle vitesse synchrone.

$$n_s = 120 * f / p$$

où n_s = vitesse synchrone

p = nombre de pôles par phase

f = fréquence du réseau

Ainsi, l'ensemble des forces agissant sur les conducteurs produit un couple qui fait tourner le rotor (rappelons que à l'arrêt, lors de la mise sous tension, le moteur se comporte comme un transformateur). A mesure que le rotor accélère, la vitesse relative du champ tournant par rapport au rotor diminue, de même que la fréquence et la tension induite dans les conducteurs du rotor, ce qui fait que le courant intense au début tombe rapidement. La vitesse du rotor continue d'augmenter mais reste toujours inférieure à la vitesse synchrone et à vide (sans charge), cette différence est de l'ordre de $0.1\%n_s$. On dit alors que le glissement est de 0.1%

$$s = (n_s - n) / n_s$$

où s = glissement

Quand le moteur est chargé, il ralentit. Le champ tournant coupe alors les barres du rotor à une vitesse relative plus grande; ce qui implique une tension induite et un courant plus grands dans le rotor afin de vaincre la charge mécanique à entraîner. La vitesse deviendra stable lorsque le couple développé par le moteur est exactement égal au couple imposé par la charge. La diminution de vitesse est cependant très petite même à pleine charge, pas plus de $0.5\%n_s$ pour les gros moteurs (1000 kW et plus) et $3\%n_s$ pour les petits (10 kW et moins). C'est pourquoi on considère souvent les moteurs asynchrones comme des moteurs à vitesse constante.

5.3 Cheminement de la puissance active

Les tensions et les courants permettent de comprendre le fonctionnement détaillé d'un moteur d'induction (asynchrone); cependant, on comprend mieux la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique en suivant le cheminement de la puissance active qu'il absorbe (voir fig.6 ci-dessous).

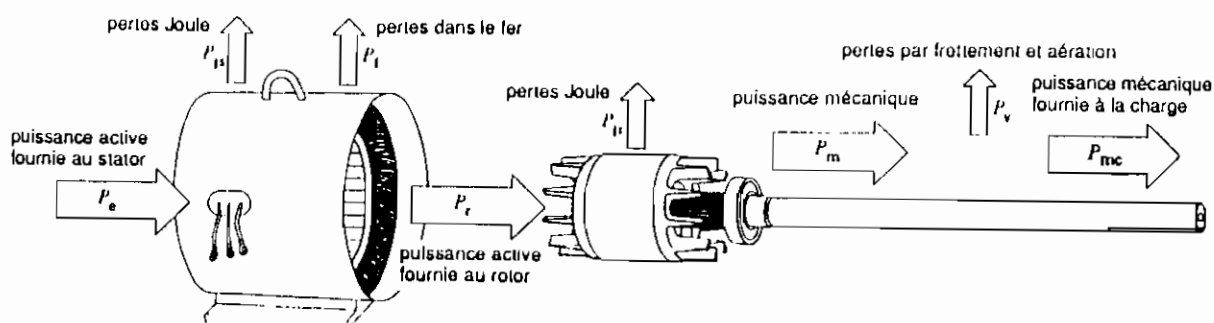


Fig.6: Cheminement de la puissance active d'un moteur asynchrone triphasé.

Ainsi, lorsqu'on alimente un moteur d'induction, une partie P_{js} de la puissance active P_e qu'il reçoit est dissipée par effet joule dans les enroulement du stator, et une autre partie P_f est perdue dans le fer. Le reste de la puissance, P_r , est transporté au rotor, par induction à travers l'entrefer. Une troisième tranche P_{jr} se dissipe par effet joule dans les enroulements du rotor, et le reste P_m est enfin disponible sous forme de puissance mécanique P_{mc} fournie à la charge. Ainsi,

- le rendement du moteur est, par définition, le rapport entre la puissance mécanique P_{mc} fournie à la charge et la puissance électrique P_e fournie au moteur soit:

$$\mu_m = P_{mc}/P_e$$

- les pertes Joule dans le rotor:

$$P_{jr} = s * P_r$$

- Puissance mécanique

$$P_m = P_r - P_{jr} = P_r(1-s) \quad [\text{kW}]$$

- Couple moteur

$$T = P_m / 0.105 * n = 9.55 * P_r / n_s \quad [\text{N.m}]$$

5.4 Relation couple-vitesse

Le couple développé par un moteur dépend de sa vitesse. Cependant, la relation couple/vitesse n'est pas simple; c'est pourquoi on préfère la présenter sous forme de courbe plutôt que par une équation.

La fig.7 montre que la courbe du couple en fonction de la vitesse pour un moteur de construction conventionnelle, si T

désigne la valeur du couple de pleine charge, le couple de démarrage vaut $1.5T$ et que le couple maximum (couple de décrochage) vaut $2.5T$.

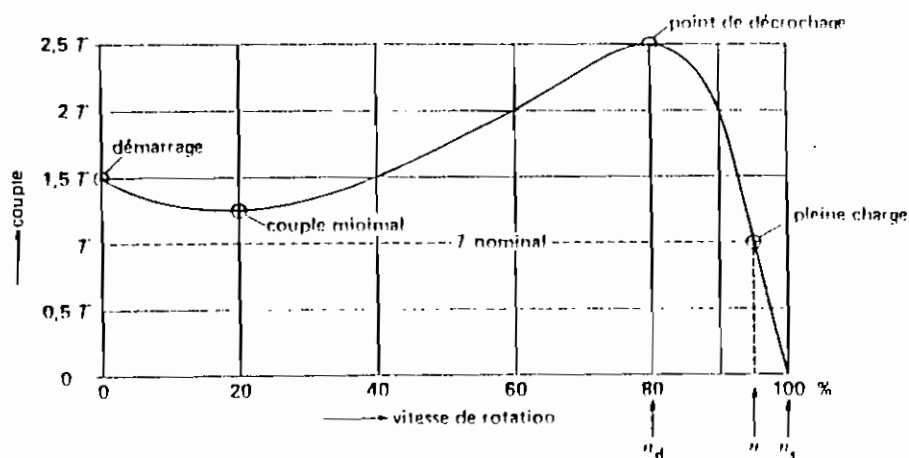


Fig.7: Courbe typique du couple en fonction de la vitesse d'un moteur asynchrone triphasé.

A pleine charge, le moteur développe donc un couple T et tourne à une vitesse n . Si la charge mécanique augmente, la vitesse du moteur diminue jusqu'à ce que son couple devienne égal à celui exigé par la charge.

Les moteurs de petite puissance (10kW et moins) atteignent leur

couple de décrochage à une vitesse n_d qui est environ 80% de la vitesse synchrone, tandis que les machines de grosse puissance (1000kW et plus) décrochent à une vitesse de $0.98n_s$.

Notons que la résistance du rotor a une certaine influence sur le couple. En effet, une résistance élevée donne un bon couple de démarrage et réduit le courant de démarrage. Par contre, en régime normal, on désire une résistance basse, car la vitesse demeure plus stable lorsque la charge varie, les pertes Joule au rotor sont moins élevées et le rendement du moteur est meilleur. Cette opportunité est plus exploitable avec les moteurs à rotor bobiné. En effet, le rotor bobiné permet de faire varier la résistance du rotor au moyen d'un rhéostat extérieur, selon les exigences.

5.5 Avantages du moteur à rotor bobiné

Bien que plus coûteux que le moteur à cage, le moteur à rotor bobiné offre certains avantages qui ont certainement motivé son choix au niveau du TH, vues les exigences de ce dernier.

1. Son courant de démarrage est moins élevé que celui d'un moteur à cage de même puissance et de même taille lorsqu'on intercale des résistances extérieures dans l'enroulement triphasé du rotor

2. Son couple de démarrage est alors supérieur à celui d'un moteur à cage ordinaire

3. sa vitesse peut être réglée au moyen de résistances extérieures (c'est le cas des moteurs du TH - voir annexe 13)

En plus de convenir aux charges qui demandent une vitesse variable, le moteur à rotor bobiné s'adapte parfaitement aux charges qui exigent une période de démarrage prolongée, accompagné d'un couple de démarrage élevé (cas des pompes du TH qui démarrent en charge).

L'annexe 13 représente schématiquement le montage employé pour le démarrage d'un moteur à rotor bobiné 785 kW à 5 crans de résistances. Par l'intermédiaire des bagues, on relie les enroulements du rotor aux 3*5 résistances extérieures raccordées en série aux trois enroulements du stator qui lui est connecté en étoile. Au démarrage, les résistances sont insérées dans le circuit. Quand la vitesse du régime permanent est atteinte, on place les 3 enroulements en court-circuit. Ils ne seront réinsérés dans le circuit que lors de la variation de vitesse.

Par un choix approprié des valeurs des résistances, on peut obtenir une grande diminution du courant de démarrage et une forte augmentation du couple.

5.6 Choix et variation de la vitesse

Le choix de la vitesse du moteur est fixé par la nature de la machine à entraîner. Dans le cas des pompes du TH devant tourner à basse vitesse (400tpm ou moins), il est plus avantageux d'utiliser des moteurs à grande vitesse (1480tpm) avec un réducteur (engrenages 1480/592tpm et 1459/450tpm).

Les avantages de ce système sont les suivants:

1. pour une puissance donnée, l'encombrement et le coût d'un moteur à basse vitesse est d'autant plus bas que la vitesse est plus basse;

2. le rendement et le facteur de puissance des moteurs asynchrones sont d'autant plus bas que la vitesse est plus basse;

3. le couple de démarrage relatif (en p.u.) d'un moteur à basse vitesse est toujours plus faible que celui d'un moteur à grande vitesse, de même catégorie.

Dans le cas du TH, selon les besoins du pompage, une certaine vitesse est imposée aux moteurs en jouant sur les résistances dont chaque cran correspond à une certaine vitesse comme nous l'indiquons ci-dessous:

Stations PP1, PP2, SR1, SR3

Valeurs théoriques:

Valeurs réelles:

cran 1	1469tpm / 588tpm	1450tpm / 580tpm
cran 2	1454tpm / 581tpm	1425tpm / 570tpm
cran 3	1439tpm / 575tpm	1346tpm / 538tpm
cran 4	1423tpm / 569tpm	1270tpm / 508tpm
cran 5	1408tpm / 563tpm	1176tpm / 470tpm

Cette méthode de variation de vitesse présente un inconvénient majeur: une partie importante de la puissance fournie au moteur est dissipée par effet Joule dans les résistances, sans compter

l'instabilité de la vitesse réglée, due à l'échauffement. Le rendement est donc mauvais (voir annexe 15).

5.7 Calculs électriques sur les moteurs du TH

Afin de faire une comparaison entre les valeurs théoriques et pratiques, les paramètres suivants ont été calculés:

1. Vitesse synchrone

$$n_s = 120 * f / p \quad [\text{tpm}]$$

2. Glissement

$$s = (n_s - n) / n_s$$

3. Puissance électrique consommée par le moteur

$$P_e = E_1 * I_1 * FP$$

$$P_e = U * I * \sqrt{3} * FP \quad [\text{kW}]$$

4. Pertes Joule dans le stator

$$P_{js} = \sum_i E_{1i} * I_{1i} / \sqrt{3} \quad \text{avec } E_{1i} = R_i * I_{1i} / \sqrt{3}$$

$$P_{js} = 1/3 [R_1 (I_{11})^2 + R_2 (I_{12})^2 + R_3 (I_{13})^2] \quad [\text{kW}]$$

5. Puissance active fournie au rotor

$$P_r = P_e - P_{js} - P_f \quad [\text{kW}]$$

6. Pertes Joule dans le rotor

$$P_{jr} = [R_1 (I_{11})^2 + R_2 (I_{12})^2 + R_3 (I_{13})^2]$$
$$P_{jr} = s * P_r \quad [\text{kW}]$$

7. Puissance mécanique

$$P_m = P_r - P_{jr} \quad [\text{kW}]$$

8. Puissance fournie à la charge

$$P_{mc} = P_m - P_v - P_{add} \quad [\text{kW}]$$

où P_{add} représente les pertes additionnelles

9. Rendement du moteur

$$\eta_m = P_{mc} / P_e$$

10. Couple du moteur

$$T = P_m / 0.105 * \eta_m \quad [\text{N.m}]$$

avec n_m vitesse du moteur

11. Puissance fournie à la pompe

$$P_{\text{pompe}} = P_{\text{mc}} - P_{\text{red}} = 0.9P_{\text{mc}} \quad [\text{kW}]$$

P_{red} représente les pertes au niveau du réducteur

12. Vitesse de la pompe

$$n_{\text{pompe}} = n_m / 2.5 \quad [\text{tpm}]$$

5.8 Bref aperçu sur les transformateurs alimentant les moteurs du TH

Les différents moteurs des stations relais du TH disposent chacun d'un transformateur de 1250KVA qui les alimente sous 14.4KV/4KV. Les moteurs des pompes de tête sont alimentées par la station Débourage qui compte au total 3 transformateurs pour l'ensemble de ses moteurs. Ces transformateurs, dans les meilleures conditions de fonctionnement, ont un rendement de 99.5%. Dans le cas des transfo. du TH, si nous estimons les pertes Joule et celles dans le fer en régime normal à respectivement 1.2% et 0.45% de la puissance nominale ($FP = 0.9$), on obtient des pertes globale de 18.6kW qui, additionnées à la puissance reçue par le moteur qui est de 350kw en moyenne nous donne une puissance de 368.6kW tirée du

réseau. Le rendement du transfo. est alors de 94.95%.

A vide, les pertes s'élèvent à 2.7kW. Les transformateurs du TH étant toujours connectés au réseau, même si le moteur qu'ils alimentent est à l'arrêt pour une durée assez longue (c'est le cas de la SR2), on devine déjà leur participation dans les pertes.

CHAPITRE 6:

EVALUATION GLOBALE DE L'ETUDE

6.1 Difficultés rencontrées

Si à l'heure actuelle nous devons porter un jugement sur cette étude que nous avons menée pendant 8 mois, le premier point que nous devons souligner est celui des difficultés que nous avons rencontrées et qui ne sont pas des moindres. En effet, cette étude certes très ambitieuse mais très intéressante, a été menée dans un milieu où compte tenu des réalités, nous confrontait à beaucoup de problèmes. Malgré l'entière collaboration des hommes qui n'ont ménagé aucun effort pour nous faciliter la tâche, le manque de moyens matériels sur lesquels sont venus se greffer des problèmes budgétaires de l'entreprise, nous ont amené à modifier notre planning de travail; travail qui devrait aboutir à l'optimisation des stations de pompage et à l'asservissement du pompage de la pulpe. Nous allons essayer de recenser ces difficultés qui sont de trois ordres.

- Sur le plan de la complexité du problème même.

Handicapés depuis le départ par le fait que le phénomène que nous avons à étudier n'était pas des plus courants; nous voulons parler du Transport Hydraulique de phosphate, sur lequel aucune étude

théorique particulière n'a été faite, et que la première partie du projet qui consistait à la modélisation de l'écoulement de la pulpe, n'a été étudiée, nous étions d'emblée appelés à devoir contourner un problème fondamental: celui des pertes de charge dans les conduites.

En effet, toutes les approches de calcul de perte de charges abordées par divers auteurs sont assez spécifiques dépendamment du type de mélange (eau pure, minerai de charbon, de fer, de cuivre etc...), du type d'écoulement (transport en suspension, transport par charriage et saltation) de la taille des particules et du type de conduite (frottements). De plus, les documents fournis par les constructeurs sur les pompes concernent uniquement l'eau claire. Ce sont les raisons pour lesquelles nous avons été amenés à faire des mesures de pression à l'entrée et à la sortie de chaque pompe afin de voir l'évolution des pertes de charge dans le temps et d'évaluer ainsi le rendement des pompes.

- Sur le plan matériel et humain

L'ensemble des mesures que nous avons effectuées lors de notre étude nécessitait des moyens matériels et humains qu'il n'était pas toujours aisé de trouver.

Lors des premières mesures, nos besoins s'établissaient comme suit:

. 8 manomètres pour les quatre stations, dont l'installation sur les conduites nécessitait certaines dispositions telles que démonter les conduites de 5m, les remplacer par d'autres sur lesquelles on aura fait des piquages puis des soudures et du

colmatage (la conduite est constituée de 4mm d'acier, 8mm de béton et 20mm de basalte).

- . 4 tachymètres digitaux sur lesquels on en a eu que deux
- . 4 enregistreurs de puissance dont le deux sont tombés en panne par la suite
- . 20 journaliers aux frais de l'entreprise
- . des chronomètres

Soulignons que l'idée d'installer une vanne a été abandonnée après plusieurs tentatives de recherches auprès des constructeurs étrangers parmi lesquels un seul a répondu, mais défavorablement à notre appel.

Lors de la 2ème campagne de mesures, puisqu'il était impossible de réunir tous les capteurs dont nous avons besoin (pression, vitesse et puissance), et qui répondraient à nos exigences c'est-à-dire transformer la grandeur physique en un signal de 4 à 20mA qui serait renvoyé au point des mesures, nous nous sommes attelés à trouver des capteurs de puissance; celui du débit et de la densité existait déjà sur place. Pour cela, il a fallu contacter plusieurs entreprises et écoles de la place telles que la SAR, les ICS, la SENELEC, l'ENSUT et l'EPT. Toutes ces recherches se sont avérées vaines. Les seuls capteurs que nous avons reçu des ICS et de l'EPT ne correspondaient pas à nos besoins. En fin de compte, c'est par chance que des capteurs commandés par TAIBA sont arrivés; c'est ceux là que nous avons utilisés. Il fallait après cela organiser leur installation qui nécessitait des

cables de 1200m, 900m, et 300m de long, et trouver un ordinateur qui répondrait aux exigences de notre logiciel d'acquisition de données. Tous ces préparatifs nous ont pris plus d'un mois.

- Sur le plan des contraintes d'exploitation

Aux difficultés que nous avons rencontrées lors des deuxièmes mesures, s'est ajouté le fait que la Mine ne fonctionnait plus à plein temps. Les heures de marche se réduisaient à environ trois jours par semaine et il était assez difficile de faire un planning en fonction de cela.

Bref, après avoir surmonté toutes ces difficultés, le SAD a pu être installé, et c'est le capteur de débit qui, à la veille du démarrage des mesures ne marchait plus.

Malgré toutes ces difficultés, nous avons pu mener cette étude à bien dans la mesure où, toutes les mesures que nous avons effectuées manuellement (hormis le débit) ont été confirmés par le SAD et la deuxième tranche de mesures manuelles. Cela nous rassure quant à la fiabilité de nos résultats.

6.2 Synthèse du travail effectué

Rappelons d'abord que toute contrainte d'optimisation passe nécessairement par l'étude de plusieurs volets du système que l'on veut étudier :

- les contraintes d'exploitation
- les coûts des énergies

- la composition des matières premières exploitées
- la valeur du produit fini
- les dépenses liées à l'exploitation et à l'entretien

avant de se pencher sur un mode supervision et de surveillance donné.

Ainsi, les résultats de notre étude nous ont permis de comprendre toutes les contraintes liées à l'exploitation et de faire un diagnostic du fonctionnement des pompes et des moteurs afin de situer les pertes éventuelles d'énergie qui, nous le savons maintenant existent bel et bien.

Parlant d'abord des pompes, bien que leur rendement soit à l'heure actuelle assez acceptable, il se pose deux problèmes fondamentaux à leur niveau: d'une part, la taille des particules qui sont véhiculées est trop grande, ce qui constitue inévitablement une source de perte d'énergie (voir paragraphe 2.1.1); d'autre part, la HMT qu'elles délivrent pourrait être une cause de gaspillage d'énergie. Malheureusement, ce problème reste entier du moment où seuls des calculs de pertes de charge ou des simulations pourraient nous éclairer là dessus.

En ce qui concerne les moteurs, le diagnostic est des plus allarmant. D'une part, ils sont sous utilisés; d'autre part, près de 30% de l'énergie qu'ils reçoivent est perdue sous différentes formes. Ce qui signifie d'après les résultats des deux dernières années (Jan. 92 à avril 93) que sur les 15.5MWh consommées par le TH, 4.6MWh partent dans la nature; ce qui représente en valeur

financière près de 130 Millions de FCFA soit 8.125.000FCFA par mois.

Puisque les moteurs sont sous utilisés, les transfo. qui les alimentent le sont aussi. Leur pertes en charge sont évaluées à 5% de leur puissance reçue du réseau. A vide, elles vont jusqu'à 0.75%.ce qui représente en moyenne une valeur de 12.2 millions de FCFA par an pour les transfo. des moteurs qui sont presque continuellement en marche et près de 600.000FCFA/an de pertes pour la SR2.

Dans la documentation technique que nous avons reçue de TAIBA, des ratios ont été calculés (voir annexe 17); mais nous jugeons que ces ratios ne rendent pas compte réellement de la part de la consommation énergétique dans les dépenses liées au TH (les prévisions faites à ce sujet pourraient être erronées car n'étant basées que sur des données historiques). D'autres paramètres devraient être pris en compte tels que les coûts d'entretien, de main d'oeuvre, de matières telles que l'eau etc...

CHAPITRE 7 :

CONCLUSION - RECOMMANDATIONS.

Au terme de cette étude qui certes n'est pas achevée, nous pensons que les points fondamentaux que constituent l'étude des contraintes d'exploitation et l'analyse des dépenses d'énergie constituent déjà un grand pas que nous avons franchi, afin de tendre vers une optimisation efficace et efficiente du Transport Hydraulique. Cependant, pour répondre aux exigences que nécessitent une éventuelle poursuite de cet ambitieux projet (que nous sommes entièrement disposés à poursuivre), nous nous proposons de faire quelques recommandations dont certaines devraient être appliquées en tant que solutions immédiates pour une meilleure maîtrise du TH.

1. Les pompes

Celles-ci transportent des particules pouvant atteindre 30mm de diamètre pour une concentration de 25 à 35% de solides. Nous connaissons déjà l'effet de ces solides sur le rendement des pompes. Or, phénomène pour le moins paradoxal, un broyage (qui réduit ces solides à 0-800 μ m de diamètre) est effectué au niveau de la Préparation, c'est-à-dire après le transport hydraulique. Ceci pour en arriver au simple fait, que si le processus se faisait

en sens inverse on y gagnerai triplement: d'abord en énergie, puis en réduction des coûts d'entretien (il y aura moins d'usure au niveau des pompes et de la conduite) et ensuite en stabilité de fonctionnement; car avec les cuves de stockage de la Préparation, le rythme de fonctionnement des moteurs du TH serait beaucoup plus stable (ce qui implique moins de fatigue au niveau des moteurs et moins de personnel pour la surveillance) et on écarterait ainsi le problème du niveau de la fosse qui varie.

2. Les moteurs.

Le premier point à améliorer est celui de la méthode de variation des vitesses. De nos jours, beaucoup de progrès ont été faits dans ce domaine, particulièrement avec la méthode de la variation électronique de vitesse grâce à un redresseur et un onduleur non autonome qui, branchés aux bornes du rotor permettrait de renvoyer la puissance perdue dans celui-ci au réseau. Dans le cas des moteurs du TH, les 20% de l'énergie perdue sont récupérables par cette méthode soit près de 70kW sur les 350kW que reçoit en moyenne chaque moteur (PP1 ou PP2, SR1 et SR3). Ceci représente au bout d'un an des économies de 44 Millions de FCFA pour les trois moteurs (il faudrait penser à éliminer la SR2 qui pratiquement ne sert pas); ce qui pourrait éventuellement recouvrir très rapidement les dépenses qu'aura occasionnées l'application de cette solution.

3. De la même manière, le réajustement des **transformateurs**, ne serait-ce que par rapport aux pertes à vide (la révision de leur puissance nécessitant le choix d'autres transfo.) permettrait de

gagner 22.7 MWh/an soit 600.000 FCFA FCFA/an.

4. Pour une meilleure maîtrise des autres paramètres, d'importantes améliorations devront être faites dans le domaine de l'**instrumentation**. Le niveau de la fosse à pulpe devra être contrôlé ainsi que le dosage eau-minerai afin d'avoir un mélange optimal.

5. Lorsque tous ces facteurs seront maîtrisés, l'on pourra seulement alors se pencher sur la définition d'un mode de pilotage automatique de l'ensemble du Transport Hydraulique et coordonner ainsi les différents paramètres afin que l'action de l'homme soit la plus minime possible sur le système.

Annexe 1: Consommation énergétique de Taïba

Dépenses en énergie de Taïba

Ventes d'énergie de la SENELEC

**CONSOMMATION ENERGETIQUE DE TAIBA
POUR LES ANNEES 92 et 93**

Tableau 1

Année	Secteur	Consommation en MWh	%
1992	MINE	60.700	52.5
	.Transport hydraulique	12.398	10.72
	USINE	50.632	43.8
	SERVICES GX	3.279	2.84
	DIVERS	1.016	0.88
Total		115.627	100

Tableau 2

Année	Secteur	Consommation en MWh	%
1993 (fin avril)	MINE	17.981	53.23
	.Transport hydraulique	3.071	9.1
	USINE	14.643	43.33
	SERVICES GX	821	2.43
	DIVERS	337	0.99
Total		33.782	100

VENTE D'ENERGIE ELECTRIQUE DE LA SENELEC (en MWh)

Tableau 3

	31/12/88		31/12/89		31/12/90	
	Total	%	Total	%	Total	%
Basse tension	231.225	33.52	248.716	36.3	271.678	37.6
Moyenne tension	289.819	42	275.369	40.14	291.026	40.32
Haute tension	168.762	24.47	161.909	23.6	159.133	22.05
.Taïba	119.390	17.3	119.536	17.43	111.231	15.41
.Socosim	44.370	6.43	39.212	5.7	45.746	6.34
.Livraison à ICS	5.002	0.73	3.161	0.46	2.156	0.3
Total	689.806	100	685.994	100	721.837	100

DEPENSES EN ENERGIE ELECTRIQUE DE TAIBA (en FCFA)

Tableau 4

Année	Taïba	Transport Hydraulique
1992	3.237.514.377	347.061.541 (28.921.795/mois)
1993 (fin avril)	948.272.992	86.292.842 (21.573.211/mois)

Annexe 2: Flowsheet Prétraitement

Annexe 3: Etude de Neyrtec

ALSTHOM ATLANTIQUE
NEYRTEC

COMPAGNIE SENEGALAISE
des PHOSPHATES DE TAÏBA

TRANSPORT HYDRAULIQUE DE PHOSPHATE
DÉBOURBÉ 0-30 mm
-
ABAQUES D'EXPLOITATION

Mai 1978

N° 20 065

P. COURATIN

3 - Pertes de charge en eau

La lecture de la figure 5 indique la perte de charge exprimée en mètre d'eau par km de conduite pour un écoulement d'eau, ceci en fonction du diamètre et débits retenus.

4. Pertes de charge avec du minéral

On obtiendra la perte de charge exprimée en mètres d'eau par km en multipliant la perte de charge en eau par la densité de la mixture correspondant à la concentration retenue en I suivant la relation

$$J_m = \rho J. \text{ (Voir figure 6)}$$

5 - Pression à fournir

La pression à fournir par l'ensemble des stations de pompage sera égale à :

$$\begin{aligned} \rho J_m &= 3,1 J_m = 3,1 \rho J_e \\ + \Delta H &= \frac{40 \rho}{\rho} \end{aligned}$$

$$\text{Total H : } \rho (3,1 J_e + 40)$$

6 - Hauteur en mètres d'eau à lire sur les courbes de pompes

En pompant une mixture de grains 0-30 mm, les pompes engendrent une hauteur exprimée en mètres d'eau comprise entre la hauteur lue pour de l'eau et cette hauteur multipliée par la densité de la mixture. Nous admettons un peu arbitrairement pour ce minéral:

$$H \text{ en pulpe (m d'H}_2\text{O)} = H \text{ en eau} \times \left[I + 0,66(\rho - I) \right]$$

$$H_{\text{eau}} \times \left[I + 0,66(\rho - I) \right] = H_{\text{eau}} \times I + 0,66 H_{\text{eau}} (\rho - I)$$

$$\text{Soit } H_{\text{eau}} = \dots$$

$$H_{\text{mél}} =$$

$$H_{\text{mél}} = \dots$$

$$H_{\text{eau}} = \dots$$

$$H_{\text{eau}} = \dots$$

Pour lire les hauteurs nécessaires sur les courbes de pompe, on devra donc diviser la hauteur trouvée en 5 par la valeur $1 + 0,66 (\rho - 1)$.

III - EXEMPLE CHIFFRE

Données choisies par hypothèse :

- . Débit solide à pomper : 800 t/h
- . Concentration maximum à la station 450 g/l = 35%

1. Débit de mixture

De la (figure 1) on tire $Q = 1.800 \text{ m}^3/\text{h}$.

2. Choix de la conduite et de la vitesse

De la figure 4 on tire :

$$\varnothing 400 \text{ mm}$$

$$V = 4 \text{ m/sec.}$$

3. Perte de charge en eau

De la figure 5 on tire :

$$J_e = 24,7 \text{ m/km}$$

4. Perte de charge en minéral

De la figure 6 on tire :

$$\rho = 1,283$$

$$\text{d'où } J_m = 1,283 \times 24,7 = 31,7 \text{ m/km}$$

5. Pression à fournir

$$\begin{aligned}
 Jm &= 31,7 \times 3,1 = 98,27 \\
 \Delta H &= 40 \times 1,283 = 51,32 \\
 \hline
 H &= 149,59 \text{ m H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

6. Hauteur à lire sur les courbes des pompes

$$H = \frac{149,59}{1 + 0,66(1,283-1)} = 126 \text{ m}$$

A cause des imprécisions dans les mesures rappelées en I, on s'assurera que l'ensemble des pompes en service puisse fournir, pour le débit de 1800 m³/h, une pression totale (lue sur les courbes) d'au moins 150 mètres.

IV - DEFINITION DU PROJET POUR K.M.F.

Plusieurs contraintes, soit impératives, soit économiques pèsent sur le choix à faire pour l'exploitation de K.M.F.

I. Adoption du critère maintien des pompes G.I.W.

Si l'on décide de conserver les pompes G.I.W. existantes qui limitent le débit à 2.000 m³/h, on tirera donc des figures 1 et 2 :

- . Pour 1.000 t/h : Concentration 505 g/l = 38 %
- . Pour 915 t/h : " 458 g/l = 35 %

Il y a donc lieu de vérifier que ces concentrations peuvent être atteintes par la station.

Si les vérifications concluent à l'impossibilité d'atteindre ces valeurs et que les débits ci-dessus doivent être obtenus, on conclura à l'impossibilité de conserver les pompes actuelles.

Au contraire, si ces valeurs de concentration sont possibles, on continuera le projet comme énoncé en II et III. Toutefois, pour ce cas particulier, on vérifiera les puissances des moteurs qui risquent d'être insuffisantes pour ces débits et concentrations.

2. Suppression du critère pompes actuelles à conserver

Si le critère investissement minimum et donc conservation des pompes G.I.W. est supprimé, le projet peut se placer assez différemment.

En effet, devant l'incertitude actuelle sur la possibilité réelle d'atteindre une concentration élevée, une solution très sûre pourrait consister à choisir sur la figure 2,

. Débit 915 t/h.

. Concentration 400 g/l = 32 ‰ environ.
d'où débit de mixture 2.280 m³/h.

Pour ce débit, on retiendrait, d'après la figure 4, le diamètre de 430 mm qui laisserait une grande souplesse de marche.

La perte de charge serait en eau de 28 m/km

La perte de charge serait en mixture de 35 m/km

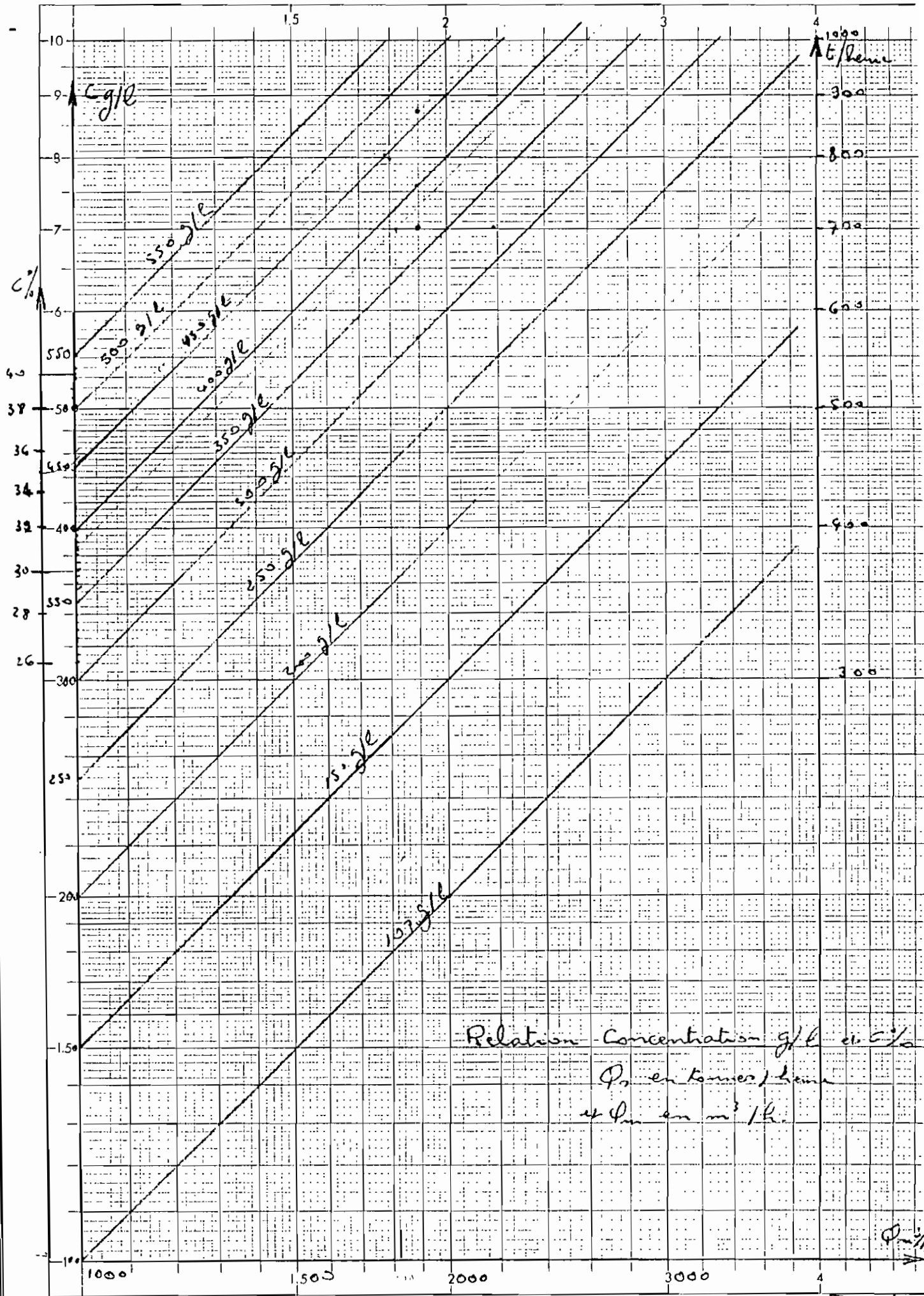
La pression totale nécessaire serait : $35 \times 3,1 = 108,5m$
 $+ 40 \times 1,251 = \underline{50}$
 158,5m

...

La hauteur à lire sur les courbes des pompes devient :

$$\frac{158,5}{1 + 0,66(1,25I-I)} = 140 \text{ mètres}$$

Si l'on choisit 3 pompes capables unitairement d'une hauteur maximum de 60 mètres comme actuellement, on disposerait d'une hauteur totale de 180 mètres, ce qui serait une très bonne sécurité par rapport à la valeur calculée à partir d'essais imprécis.

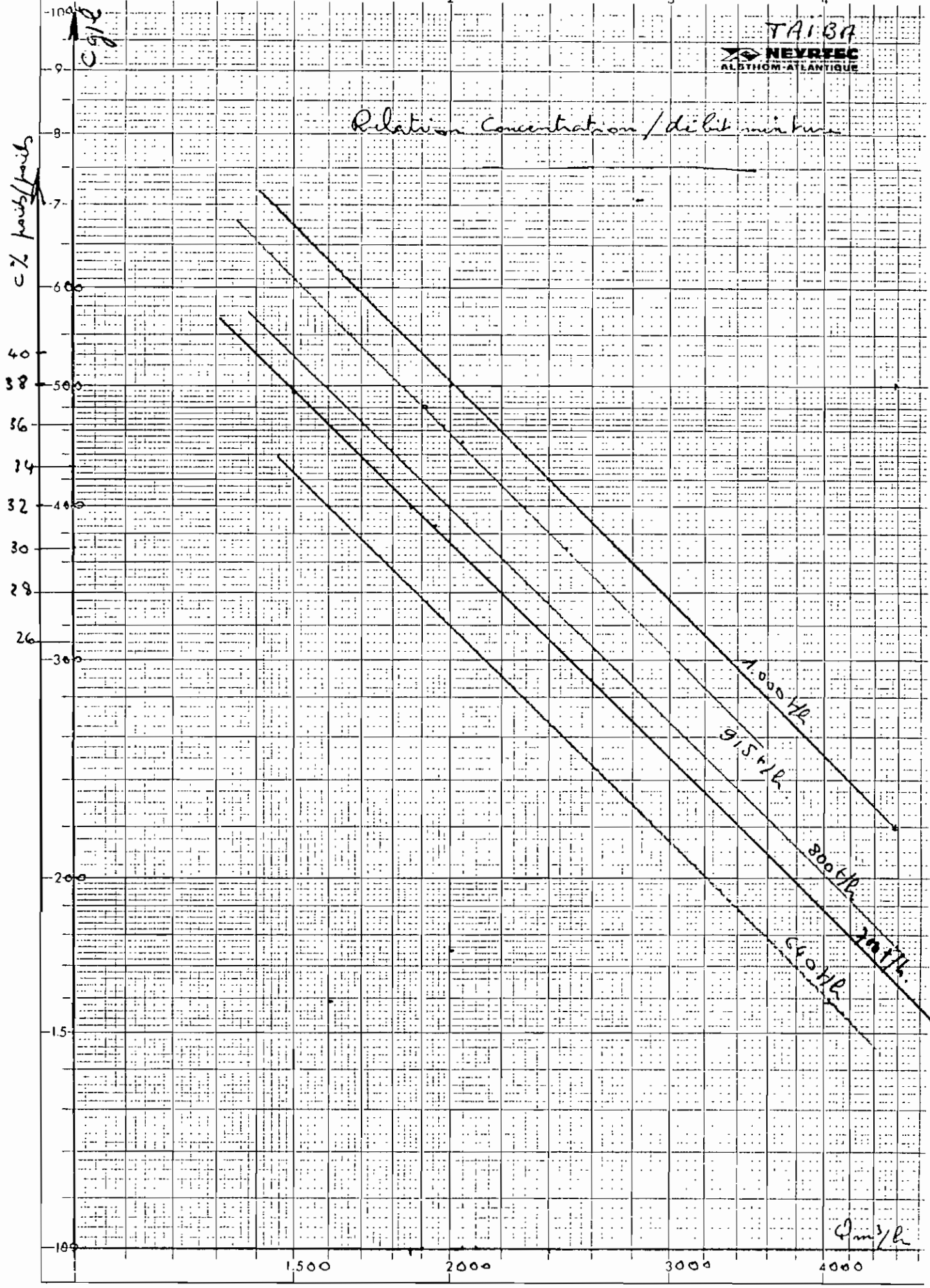


TAI 39

NEYTEC
ALBTHOM-ATLANTIQUE

Relation Concentration / debit min km

c% parts/parts

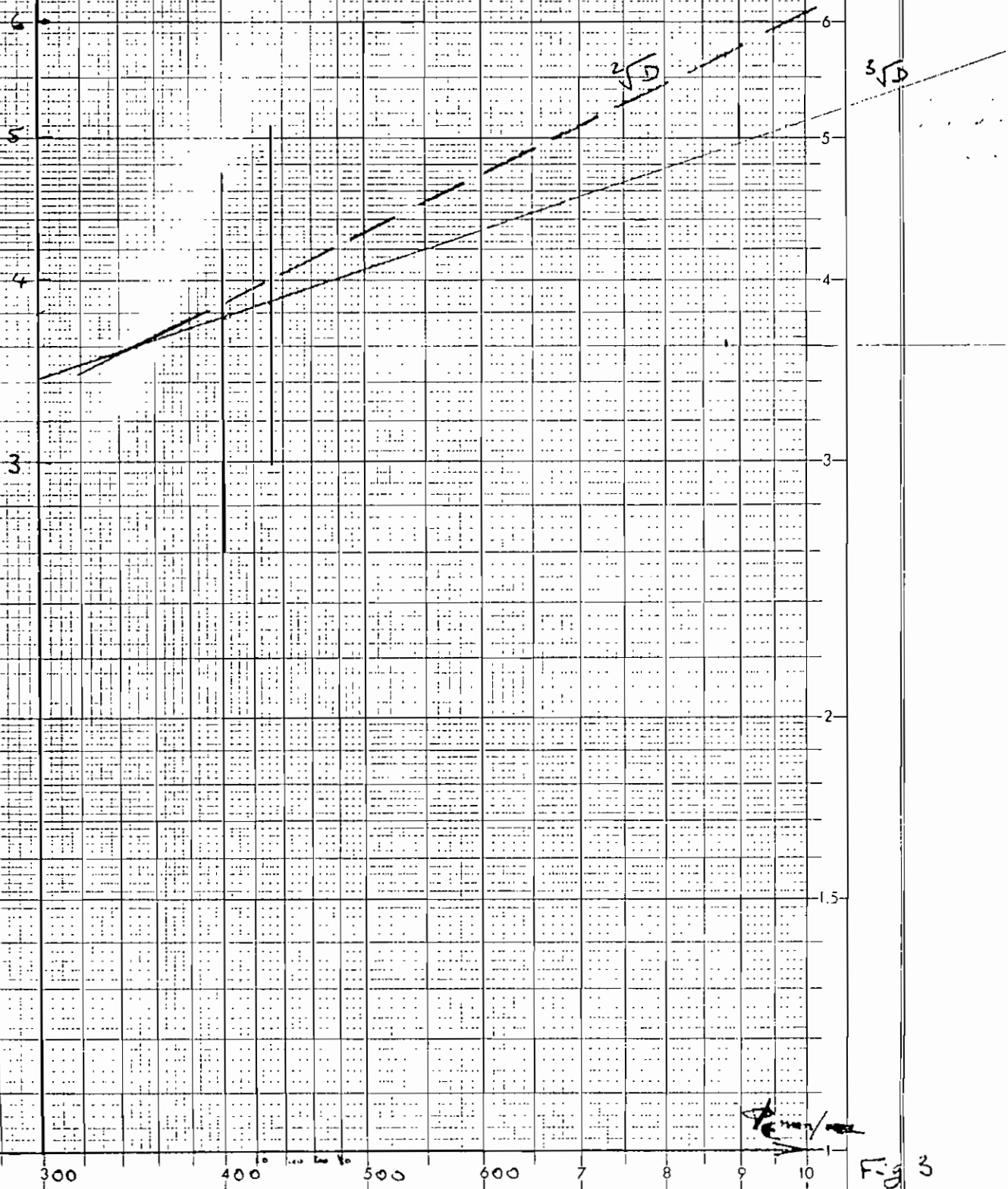


N° 122

Fig. 2

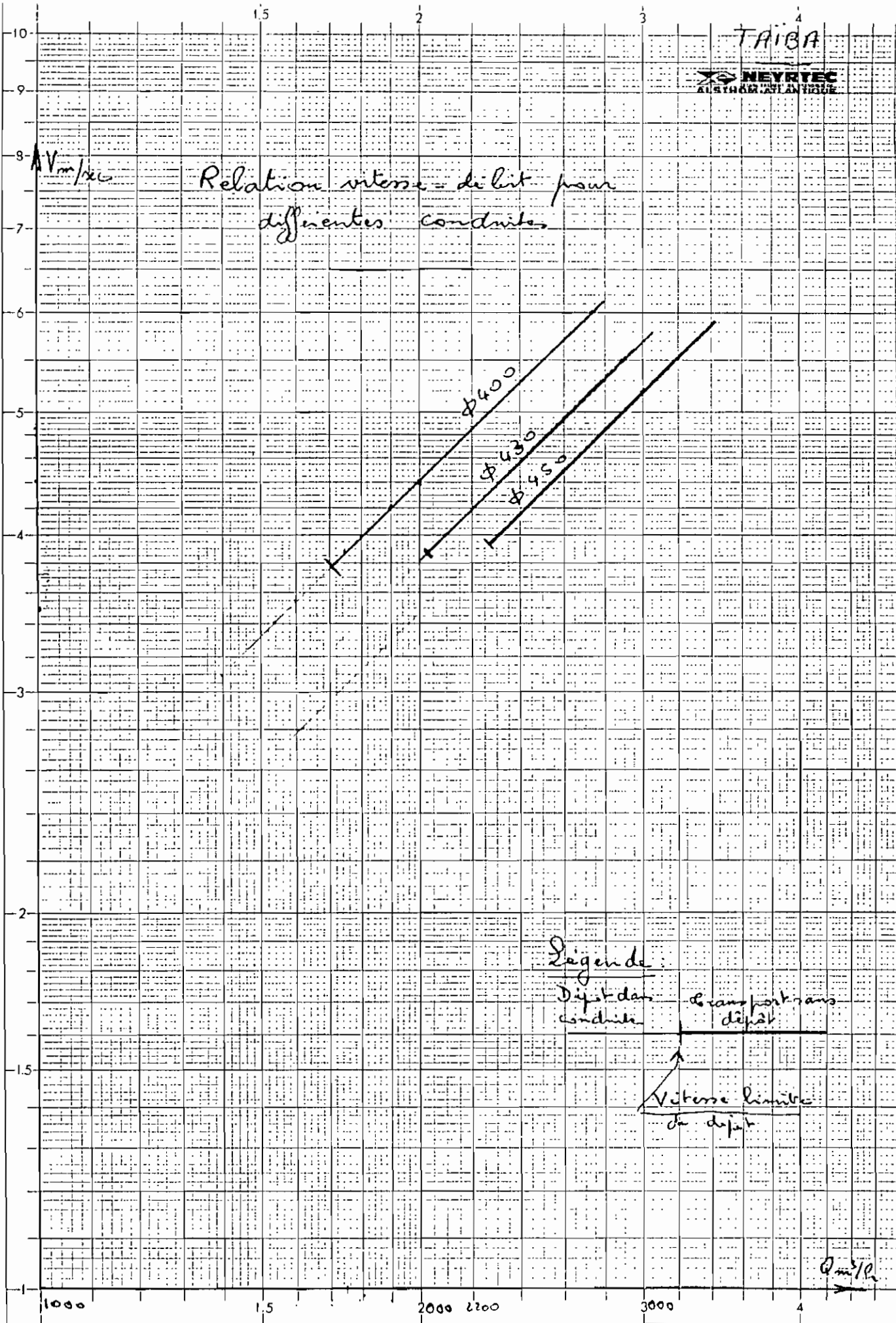
V_L m/sec

Vitesses limites en fonction
du diamètre des conduites



[Handwritten signature]

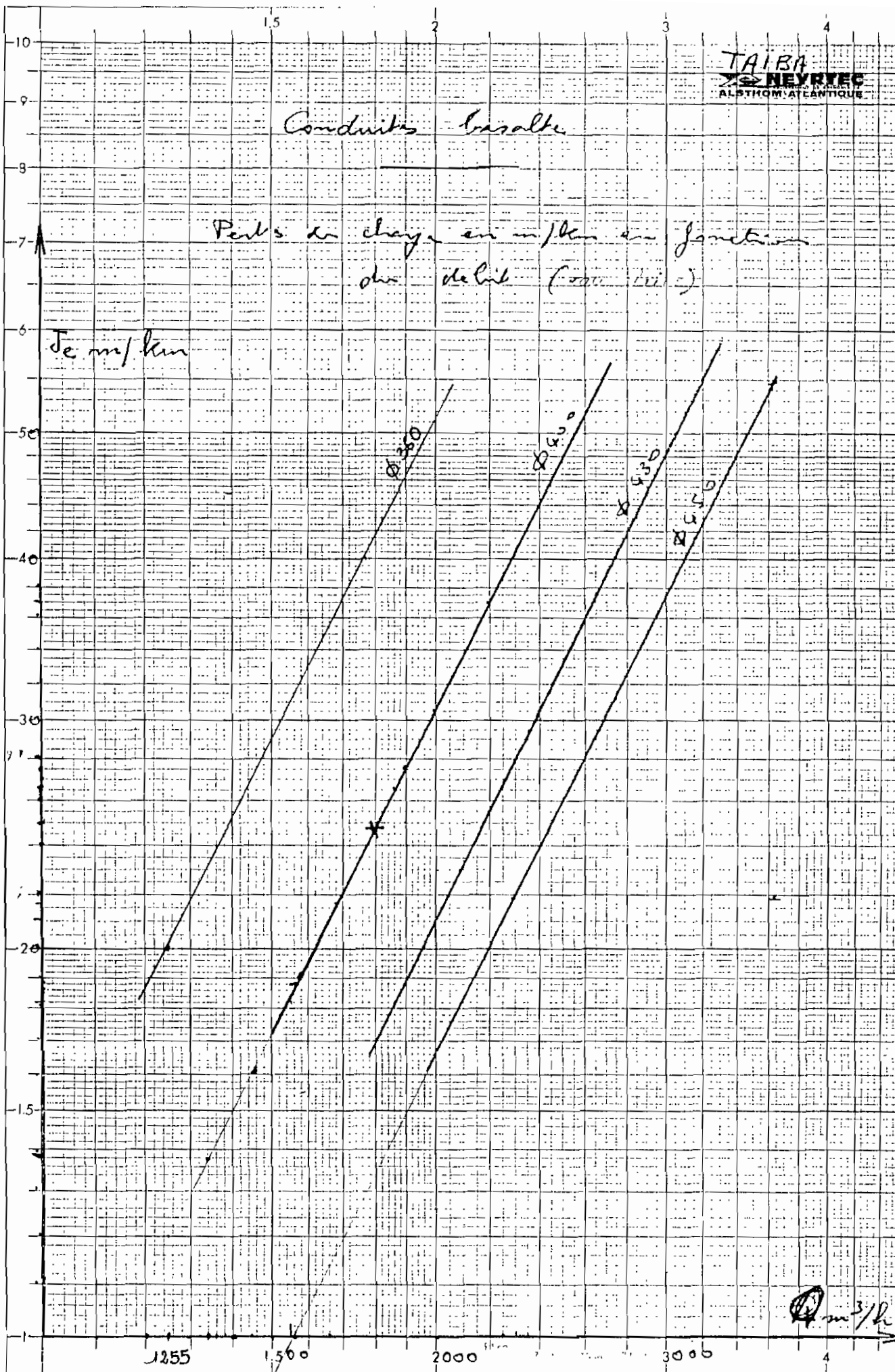
Fig 3



Conduits basalte

Pertes de charge en m/km en fonction
du débit (en l/s)

Je m/km



Q m³/h

2,5 m/m/1000

TAIBA

Concentration
g/l

Relation Concentration - densité
de sucre

550

500

450

400

350

300

1,18

1,2

1,22

1,24

1,26

1,28

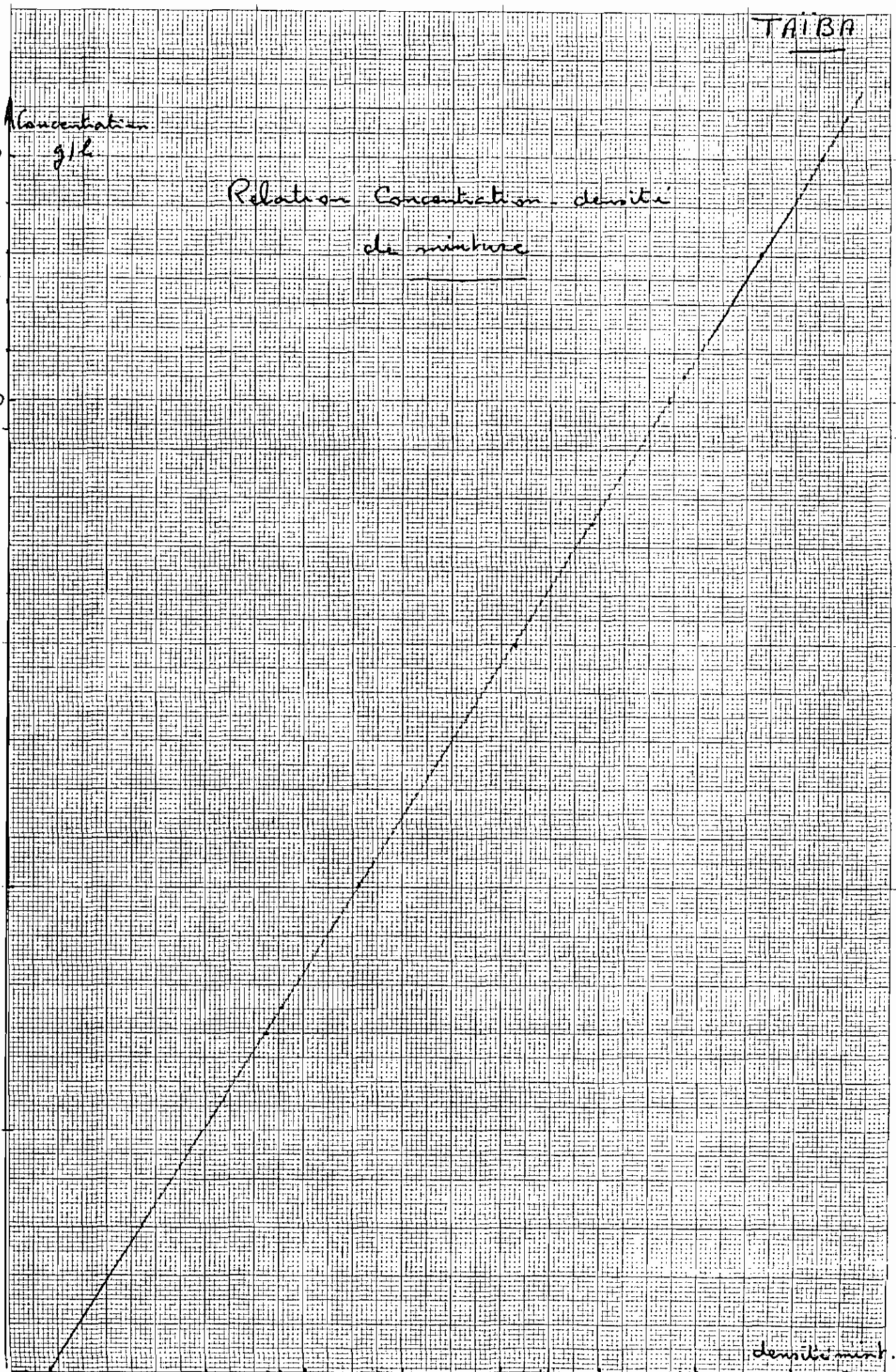
1,30

1,32

1,34

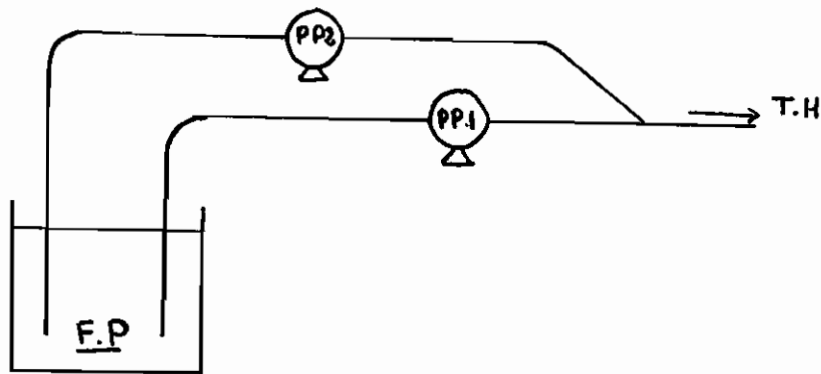
densité mesur.

Fig. 6



Annexe 4: Le phénomène de la cavitation

LE PHENOMENE DE LA CAVITATION.



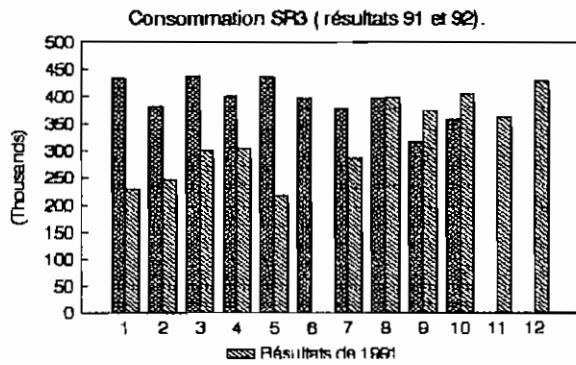
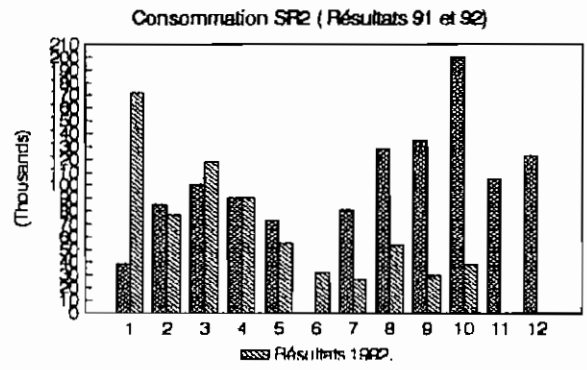
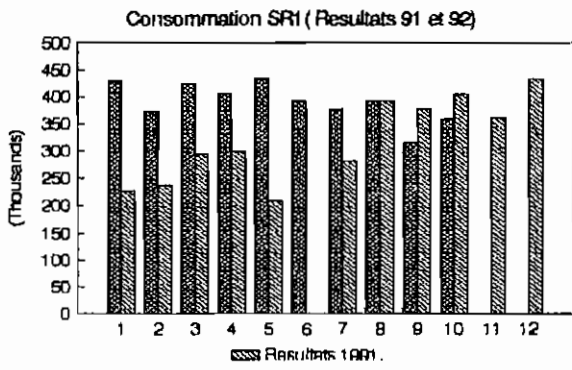
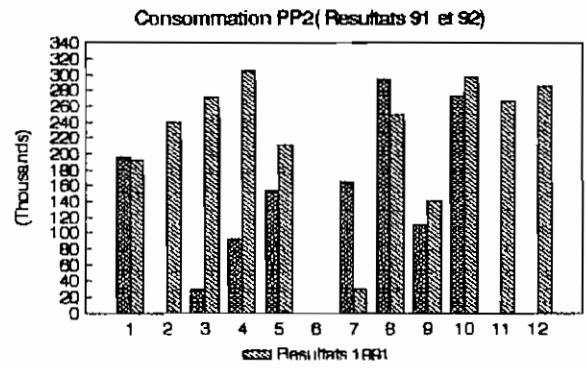
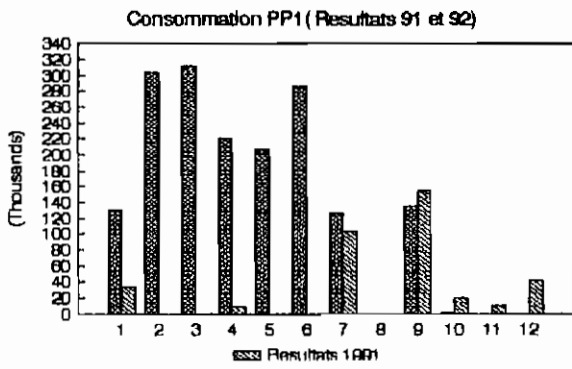
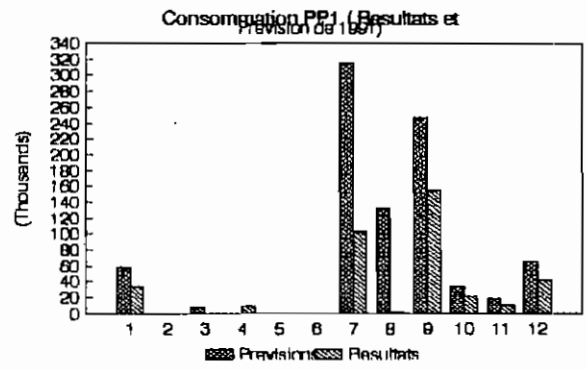
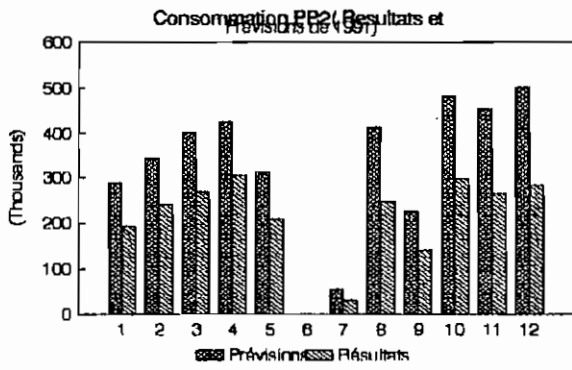
La cavitation est un phénomène provoqué dans la région d'écoulement d'un liquide par l'abaissement de la pression en dessous de la valeur critique, proche de la tension de vapeur; il consiste dans la formation de cavités remplies d'air ou de gaz dans la région à pression la plus basse, et dans leur écrasement dans la région à pression plus élevée. Dans le cas des pompes de tête du TH, la cavitation peut être causée par une chute locale de pression due à :

- une augmentation de vitesse du liquide occasionnée par l'augmentation de la vitesse de rotation de la pompe
- un décollement des veines fluides dû au phénomène de turbulence.

Notons que la cavitation peut être temporaire si l'installation est le siège du béliet hydraulique.

C'est pour toutes ces raisons que l'on évite que le niveau de la fosse ne soit trop bas.

Annexe 5: Histogrammes de la consommation
énergétique de chaque pompe du TH.



Annexe 6: Pointage des camions

POINTAGE DES CAMIONS

Tableau 1

Date : 02/03/93
Début du pointage : 10h00
Fin du pointage : 13h00

N° du camion	Nombre de passages
11	6
5	5
1	5
15	6
9	5
18	5
2	4
Total	36
Moyenne	12camions/h

Tableau 2

Date : 03/02/93
Début du pointage : 8h30mn
Fin du pointage : 13h

N° du camion	Nombre de passages
10	9
11	10
5	13
3	4
15	10
2	1
1	6
7	3
14	3
4	2
18	1
Total	53
Moyenne	12.3camions/h

*Annexe 7: Résultats de la première campagne
de mesures*

Mesures du 03/02/93

PP1

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (cmHg)	Pr (bar)	N (tpm)	Bouton
8h 30	1547	808.4	1.339		4.50	462	2
8h 32	1495	696.1	1.310		4.50	131	1
8h 34	1325	696.1	1.344		4	412	1
8h 36	1333	552.0	1.275		3.75	485	1
8h 38	1299	559.4	1.290		3.75	300	1
8h 40	720.1	342.5	1.318	-35	3.50	419	1
8h 42	1268	647.5	1.341	-32.5	4.40	412	1
8h 44	1487	789.5	1.356	-30	4.20	494	1
8h 46	1246	672.2	1.357	-32	3.75	484	1
8h 48	1264	642.4	1.333	-30	4.50	416	1
8h 50	1399	676.5	1.319	-30	4.20	20	1
8h 52	1242	569.1	1.302	-29	3.75	495	1
8h 54	1287	562.5	1.281	-31.5	4.25	416	1
8h 56	1357	304.5	1.144	-30	4.15	478	1
8h 58	1277	542.9	1.289	-32	4	474	1
9h 00	1269	566.9	1.294	-32	4.15	410	1
9h 02	1357	336.9	1.168	-31	4.20	489	1
9h 04	1623	749.7	1.304	-32	4.30	488	2
9h 06	1107	356.9	1.234	-32	4.30	304	1
9h 08	1304	305.7	1.169	-35	4.50	471	1
9h 10	1363	632.9	1.304	-30	4.25	462	1
9h 12	1511	559.5	1.248	-34	4	497	1
9h 14	1244	542.4	1.294	-34	3.75	243	1
9h 16	1264	579.2	1.301	-34	4.15	485	1
9h 18	1257	649.9	1.344	-31	4.15	478	1
9h 20	1379	547.3	1.246	-32	4	345	1
9h 22	1465	586.5	1.275	-30	4	472	1
9h 24	1349	715.6	1.352	-31	3.60	479	1
9h 26	1352	641.9	1.312	-30	4		1
9h 28	1384	609.1	1.289	-29	3.75		1
9h 30	817.3	344.6	1.282	-22	3.50		1
9h 32	1260	532.4	1.279	-25	4.15		1
9h 34	1420	525.3	1.249	-28	3.80	508	1
9h 36	1422	625.1	1.291	-29	3.75	0	1
9h 38	1408	444.9	1.207	-31	3.75	474	1
9h 40	1504	610.8	1.265	-30	3.75	473	1
9h 42	1583	551.9	1.227	-28	3.80	461	1
9h 44	1608	227.6	1.092	-31	4	474	1
9h 46	1372	182.5	1.094	-40	4	468	1
9h 48	1352	368.8	1.182	-32	3.50	470	1
9h 50	1321	395.6	1.202	-36	4.15	473	1
9h 52	1283	493.7	1.257	-36	4	475	1
9h 54	1265	520.3	1.272	-34	4.25	484	1
9h 56	1279	588.4	1.302	-39	3.75	477	1
9h 58	1297	590.3	1.298	-37	4	365	1
10h 00	1278	538.5	1.286	-35	4.15	474	1
10h 02	1264	662.0	1.347	-34	4.25	472	1
10h 04	1343	584.3	1.279	-34	4.25	471	1
10h 06	1288	605.5	1.313	-31	4.30	355	1
10h 08	1339	503.8	1.241	-34	4	497	1
10h 10	1279	510.3	1.269	-33	4	482	1
10h 12	1190	588.4	1.313	-35	3.75	2	1
10h 14	856.3	385.1	1.301	-32	3.75	505	1
10h 16	844.3	449.1	1.301	-37	4.50	500	1
10h 18	1330	598.4	1.294	-31	4.25	474	1
10h 20	1262	656.3	1.345	-29	4	478	1
10h 22	1360	545.1	1.254	-32	4.25	471	1
10h 24	1325	510.3	1.257	-29	4.40	476	1
10h 26	1347	474.3	1.233	-29	4.15	487	1
10h 28	1310	432.6	1.216	-29	4.15	478	1
10h 30	1328	308.1	1.178	-29	4.25	475	1
10h 32	1378	681.2	1.330	-29	4.25	474	1
10h 34	1430	522.9	1.244	-29	4	470	1
10h 36	1263	620.1	1.330	-30	4	478	1
10h 38	1296	647.1	1.330	-33	4.25	479	1
10h 40	836.5	405.2	1.322	-31	4.25	501	1
10h 42	1322	606.9	1.297	-30	4.15	477	1
10h 44	1428	578.8	1.273	-30	3.75	469	1
10h 46	1316	593.4	1.300	-29	4.50	480	1
10h 48	868.4	361.2	1.289	-27	4.25	501	1
10h 50	828.4	360.7	1.285	-28		521	1
10h 52	1343	532.7	1.259	-29	4.25	483	1
10h 54	1458	574.4	1.260	-29	4	436	1
10h 56	1470	393.2	1.180	-30	4	467	1

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (cmHg)	Pr (bar)	N (tpm)	Bouton
10h 58	1390	615.7	1.308	-33	3.75	486	1
11h 00	1411	676.4	1.316	-33	4	473	1
11h 02	1398	374.0	1.170	-34	3.75	1	1
11h 04	1393	159.4	1.073	-32	3.75	0	1
11h 06	1321	346.1	1.182	-32	4.15	488	1
11h 08	1314	496.6	1.255	-31	4.15	422	1
11h 10	1258	547.6	1.298	-29	4.25	494	1
11h 12	855.4	396.3	1.310	-38	3.75	500	1
11h 14	1322	537.8	1.268	-28	4.50	489	1
11h 16	1290	579.1	1.297	-27	3.75	482	1
11h 18	1298	574.9	1.295	-31	4	484	1
11h 20	1301	613.4	1.314	-33	3.75	479	1
11h 22	1325	635.7	1.321	-31	4.15	500	1
11h 24	1348	530.8	1.254	-31	4.25	478	1
11h 26	1348	528.4	1.174	-30	4	475	1
11h 28	1285	577.4	1.287	-30	4.25		1
11h 30	1342	348.0	1.176	-31	4.15	414	1
11h 32	1320	499.6	1.252	-29	4	478	1
11h 34	1380	511.4	1.248	-29	4	475	1
11h 36	1403	623.7	1.293	-29	4.15	481	1
11h 38	1421	614.9	1.288	-30	3.75	480	1
11h 40	1405	623.3	1.293	-31	4	472	1
11h 42	1417	589.4	1.271	-32	3.75	476	1
11h 44	1294	540.4	1.282	-33	3.75	476	1
11h 46	1297	599.3	1.307	-33	4.15	479	1
11h 48	1291	579.4	1.298	-33	4.30	478	1
11h 50	1284	585.4	1.301	-33	4	478	1
11h 52	1289	577.6	1.298	-29	4.25	480	1
11h 54	1269	587.7	1.303	-28	4.30	479	1
11h 56	1381	636.1	1.300	-30	4.50	477	1
11h 58	1393	611.6	1.286	-28	4.25	473	1
12h 00	1586	684.6	1.284	-30	4.15	469	1
12h 02	1588	699.5	1.288	-31	3.75	423	1
12h 04	1391	599.4	1.284	-35	3.50	477	1
12h 06	1367	572.2	1.272	-34	4.25	474	1
12h 08	1277	526.5	1.272	-36	3.75	477	1
12h 10	1281	560.3	1.290		4.25	480	1
12h 12	1262	558.1	1.298		4.30	481	1
12h 14	1257	591.8	1.309	-35	4.50	475	1
12h 16	1281	576.6	1.297	-34	4.25	480	1
12h 18	1248	594.9	1.310	-33	4.30	484	1
12h 20	1279	557.9	1.291	-33	4.25	479	1
12h 22	1281	550.7	1.287	-32	4.30	478	1
12h 24	1362	540.7	1.312	-31	4.30	309	1
12h 26	1358	623.4	1.299	-31	4.15	475	1
12h 28	1383	609.7	1.293	-30	4	370	1
12h 30	1368	652.0	1.315	-33	4.25	477	1
12h 32	1376	623.4	1.297	-34	4.25	477	1
12h 34	1273	584.8	1.314	-37	4.15	484	1
12h 36	1280	613.3	1.322		4.30	480	1
12h 38	1262	598.0	1.316		4.50	481	1
12h 40	1268	616.8	1.322		4.25	475	1
12h 42	1256	571.4	1.303		4.25	487	1
12h 44	1215	573.1	1.308		4	485	1
12h 46	1268	571.9	1.299		4.25		1
12h 48	1288	569.8	1.297		4.40	478	1
12h 50	1262	603.7	1.316		4.30		1
12h 52	1237	591.5	1.319		4.25	496	1
12h 54	1240	588.8	1.312		4.50	480	1
12h 56	1241	630.2	1.335		4.30		1
12h 58	1307	445.2	1.222		4.25	449	1
13h 00	1271	420.5	1.228		4.25	1921	1
14h 06							2
14h 08	1235	381.5	1.218				2
14h 10	1242	403.8	1.218				2
14h 12	1448	515.3	1.238			65	2
14h 14	1501	467.2	1.202			577	2
14h 16	1540	212.3	1.098		4.50	817	2
14h 18	1396	105.6	1.051		4.50	503	2
14h 20	1257	137.6	1.080		4.25	30	1
14h 22	1232	415.4	1.231		4	60	1
14h 24	1188	515.8	1.291		4.25	720	1
14h 26	1210	576.7	1.313		4.15		1
14h 28	1366	654.7	1.315		4.25	677	3
14h 30	1461	637.6	1.282		5.25	713	3

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (cmHg)	Pr (bar)	N (tpm)	Bouton
14h 32	1429	666.1	1.313		5.35	600	3
14h 34	1453	535.6	1.248		5.25	22	3
14h 36	765.2	332.6	1.295		5	344	1
14h 38	1234	542.5	1.284		4.50	331	1
14h 40	1258	480.9	1.256		4.25		1
14h 42	1315	547.5	1.273		4.30	741	2
14h 44	1271	561.7	1.297	-28	4.75	502	2
14h 46	1261	586.6	1.306	-30	4.50	240	2
14h 48	1179	542.6	1.301	-25	4.75	518	2
14h 50	1339	520.1	1.247	-29	4.75	772	2
14h 52	1454	309.5	1.149	-28	4.50	240	2
14h 54	1416	549.5	1.260	-29	4.35	661	2
14h 56	1246	530.2	1.283	-31	4.75	14	1
14h 58	1245	530.0	1.279	-28	4	240	1
15h 00	784.1	342.3	1.292	-30	3.75	180	1
15h 02	1113	508.9	1.290	-27	4.25	512	1
15h 04	1309	405.3	1.202	-28	4	869	1
15h 06	1248	527.5	1.283	-32	4.25	480	1
15h 08	1268	557.0	1.288	-33	4.25	510	2
15h 10	1396	622.8	1.195	-28	4.35	915	2
15h 12	1425	664.2	1.305	-25	4.75	878	2
15h 14	1514	359.1	1.152	-28	4.75	1059	2
15h 16	1498	179.9	1.079	-29	4.50	801	2
15h 18	1281	293.0	1.160	-32	4	1051	1
15h 20	1266	483.1	1.259	-33.5	4.25	60	1
15h 22	1267	581.5	1.303	-30	4.25	693	2
15h 24	1330	615.3	1.305	-29	4.75	878	2
15h 26	1407	622.9	1.296	-27	5	924	2
15h 28	1364	644.4	1.309	-28.5	4.75	504	1
15h 30	1281	559.3	1.288	-32	4.75	830	2
15h 32	1463	515.4	1.231	-28	4.50	845	2
15h 34	1410	615.1	1.288	-30	4.50	240	2
15h 36	1381	627.9	1.304	-30	4.75	718	2
15h 38	1372	742.8	1.360	-30	4.75	865	2
15h 40	1361	730.7	1.357	-29	4.50	593	2
15h 42	1408	554.6	1.269	-31	4.50	566	2
15h 44	1389	693.6	1.337	-30	4.75	461	2
15h 46	1388	624.2	1.295	-30	4.75	508	2
15h 48	1380	616.1	1.297	-32	4.50	420	2
15h 50	1387	571.8	1.277	-30	4.50	1126	2
15h 52	784.3	347.8	1.296	-31	4.25	930	1
15h 54	1308	586.8	1.275	-34	4.50	504	2
15h 56	1526	678.8	1.295	-26	4.75	539	2
15h 58	1547	679.4	1.314	-28	4.50	500	2
16h 00	1391	605.5	1.312	-30	4.50	608	1
16h 02	787.2	366.3	1.312	-28	4	684	1
16h 04	1319	567.0	1.284	-30	4.25	503	2
16h 06	1441	530.4	1.238	-30	4.75	499	2
16h 08	1403	496.3	1.246	-27	4.75	553	2
16h 10	1359	679.5	1.332	-27	4.75	425	2
16h 12	1397	610.6	1.291	-27	4.50	725	2
16h 14	1368	635.7	1.310	-26	4.90	557	2
16h 16	1438	418.1	1.183	-27	4.75	550	2
16h 18	1357	530.4	1.265	-26	4.50	503	2
16h 20	1367	533.8	1.309	-28	4.75	502	2
16h 22	1189	557.0	1.310	-25	5	489	1
16h 24	1193	540.3	1.295	-30	4	381	1
16h 26	1381	620.7	1.298	-28	4.75	1029	2
16h 28	1218	518.0	1.282	-26	4.50	519	1
16h 30	1235	547.5	1.294	-33	4	595	1
16h 32	1408	588.6	1.274	-27	4.25	603	2
16h 34	1388	633.3	1.298	-26	4.75	365	2
16h 36	1398	613.4	1.290	-25	4.75	502	2
16h 38	1517	501.2	1.227	-25	4.50	498	2
16h 40	1374	676.2	1.302	-28	4.50	313	2
16h 42	1409	608.1	1.279	-30	4.50	496	2
16h 44	1348	632.6	1.301	-30	4.75	522	2
16h 46	1511	263.4	1.334	-26	4.75	643	2
16h 48	1515	773.2	1.337	-27	4.50	990	2
16h 50	1302	644.9	1.322	-30	4.75	506	1
16h 52	1306	617.5	1.314	-29	4.75	424	2
16h 54	1281	589.6	1.306	-32	4.50	120	2
16h 56	1308	636.2	1.327	-28	4.75	505	1
16h 58	1212	612.5	1.340	-26	4.50	483	1
17h 00	1200	603.2	1.330	-28	4	465	1

Mesures du 03/02/93

SRI

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (bar)	Pr (bar)	N (rpm)	Coef Puis	Puissance	Bouton
8h 30	1547	808.4	1.339	2.125	8.375		1.9	340.51	3
8h 32	1495	696.1	1.31	2	8.375		3	537.64	3
8h 34	1325	696.1	1.344	2.05	7.4		0	0.00	1
8h 36	1333	552	1.275	2.05	6.375		0	0.00	1
8h 38	1299	559.4	1.29	2.225	6.375		2	358.43	1
8h 40	720.1	342.5	1.318	2.225	6.125		1.9	340.51	1
8h 42	1268	647.5	1.341	2.225	3.25		1.9	340.51	1
8h 44	1487	789.5	1.356	2.225	7.125		1.9	340.51	3
8h 46	1246	672.2	1.357	2.225	7.375		2	358.43	0
8h 48	1264	642.4	1.333	2.275	3.25		2.9	519.72	1
8h 50	1399	676.5	1.319	2.275	7.375		1.9	340.51	2
8h 52	1242	569.1	1.302	2.225	6.375		3.2	573.48	0
8h 54	1287	562.5	1.281	2.375	3.125		2	358.43	1
8h 56	1357	304.5	1.144	2.375	7		0	0.00	1
8h 58	1277	542.9	1.289	2.225	6.375		0	0.00	1
9h 00	1269	566.9	1.294	2.225	6.375		2.2	394.27	1
9h 02	1357	336.9	1.168	2.225	7		0	0.00	1
9h 04	1623	749.7	1.304	2.225	7		0	0.00	4
9h 06	1107	356.9	1.234	2.225	9		5.1	913.99	0
9h 08	1304	305.7	1.169	2.225	3.125		1.8	322.58	1
9h 10	1363	632.9	1.304	2.225	7		1.8	322.58	2
9h 12	1511	559.5	1.248	2.275	7.4		2.2	394.27	2
9h 14	1244	542.4	1.294	2.225	7.125		0	0.00	1
9h 16	1264	579.2	1.301	2.275	7.125		1.9	340.51	1
9h 18	1257	649.9	1.344	2.275	7		1.8	322.58	1
9h 20	1379	547.3	1.246	2.275	7		2.2	394.27	2
9h 22	1465	586.5	1.275	2.275	7.125		2	358.43	3
9h 24	1349	715.6	1.352	2.225	7.375		2.3	412.19	2
9h 26	1352	641.9	1.312	131.12	7.125		1.9	340.51	2
9h 28	1384	609.1	1.289	2.275	7.125		2.2	394.27	2
9h 30	817.3	344.6	1.282	2.275	6.125		2	358.43	0
9h 32	1260	532.4	1.279		3.125		2.2	394.27	1
9h 34	1420	525.3	1.249	2.5	6.25		4.7	842.31	2
9h 36	1422	625.1	1.291	2.275	7		2.5	448.03	2
9h 38	1408	444.9	1.207	2.275	6.375		2.3	412.19	2
9h 40	1504	610.8	1.265	2.225	7		0.1	17.92	3
9h 42	1583	551.9	1.227	2.275	7.25		1.8	322.58	3
9h 44	1608	227.6	1.092	2.225	7.375		0	0.00	3
9h 46	1372	182.5	1.094	1.975	6.125		0	0.00	1
9h 48	1352	368.8	1.182	2.225	6.4		0	0.00	1
9h 50	1321	395.6	1.202	2.225	6.4		0	0.00	1
9h 52	1283	493.7	1.257	2.225	6.4		0	0.00	1
9h 54	1265	520.3	1.272	2.225	7		0	0.00	1
9h 56	1279	588.4	1.302	2.225	6.375		0	0.00	1
9h 58	1297	590.3	1.298	2.225	6.375		0	0.00	1
10h 00	1278	538.5	1.286	2.275	6.4		0	0.00	1
10h 02	1264	662	1.347	2.275	7		0	0.00	1
10h 04	1343	584.3	1.279	2.525	7		0	0.00	1
10h 06	1288	605.5	1.313	2.5	7.125		0	0.00	1
10h 08	1339	503.8	1.241	2.275	6.4		0	0.00	1
10h 10	1279	510.3	1.269	2.275	6.4		1.7	304.66	1
10h 12	1190	588.4	1.313	2.275	3.125		2.1	376.35	1
10h 14	856.3	385.1	1.301	2.275	6.4		2	358.43	1
10h 16	844.3	449.1	1.301	3.25	3.125		2	358.43	1
10h 18	1330	598.4	1.294	3.25	6.4		3	537.64	1
10h 20	1262	656.3	1.345	2.275	7.125		1.8	322.58	1
10h 22	1360	545.1	1.254	2.525	6.4		2.1	376.35	1
10h 24	1325	510.3	1.257	2.525	7		2.2	394.27	1
10h 26	1347	474.3	1.233	2.525	7		2.1	376.35	1
10h 28	1310	432.6	1.216	2.525	7		2.3	412.19	1
10h 30	1328	308.1	1.178	2.525	6.375		2.3	412.19	1
10h 32	1378	681.2	1.33	2.525	7		2	358.43	1
10h 34	1430	522.9	1.244	2.275	7.125		2	358.43	1
10h 36	1263	620.1	1.33	2.275	7.125		3	537.64	1
10h 38	1296	647.1	1.33	2.275	7		2	358.43	1
10h 40	836.5	405.2	1.322	2.475	6.375		2	358.43	1
10h 42	1322	606.9	1.297	3.225	3.125		3	537.64	1
10h 44	1428	578.8	1.273	2.525	7		2	358.43	1
10h 46	1316	593.4	1.30	2.375	7.125		1.9	340.51	1
10h 48	868.4	361.2	1.289	2.375	6.375		2.4	430.11	1
10h 50	828.4	360.7	1.285	3.225	3.125		2	358.43	1
10h 52	1343	532.7	1.259	3.225	3.125		2.5	448.03	1
10h 54	1458	574.4	1.26	2.775	6.375		2.3	412.19	1
10h 56	1470	393.2	1.18	2.225	7		3.2	573.48	1

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d(g/cm3)	Pa (bar)	Pr (bar)	N (tpm)	Coef Puis	Puissance	Bouton
10h 58	1390	615.7	1.308	2.475	7		1.9	340.51	1
11h 00	1411	676.4	1.316	2.475	7.125		2.5	448.03	1
11h 02	1398	374	1.17	2.475	6.375		2.5	448.03	1
11h 04	1393	159.4	1.073	2.375	6.375		2.5	448.03	1
11h 06	1321	346.1	1.182	2.375	6.375		3.7	663.09	1
11h 08	1314	496.6	1.255	2.425	7		2.1	376.35	1
11h 10	1258	547.6	1.298	2.425	6.375		2	358.43	1
11h 12	855.4	396.3	1.31	2.425	3.125		2.7	483.88	1
11h 14	1322	537.8	1.268	3.225	6.375		1.9	340.51	1
11h 16	1290	579.1	1.297	2.275	6.375		2	358.43	1
11h 18	1298	574.9	1.295	2.275	6.375		2.2	394.27	1
11h 20	1301	613.4	1.314	2.325	6.375		2.3	412.19	1
11h 22	1325	635.7	1.321	2.325	6.375		2.3	412.19	1
11h 24	1348	530.8	1.254	2.425	7		1.8	322.58	1
11h 26	1348	528.4	1.174	2.425	6.375		1.9	340.51	1
11h 28	1285	577.4	1.267	2.45	7		2.3	412.19	1
11h 30	1342	348	1.176	2.425	6.375		1.8	322.58	1
11h 32	1320	499.6	1.252	2.425	6.375		2.7	483.88	1
11h 34	1380	511.4	1.248	2.45	6.375		2.5	448.03	1
11h 36	1403	623.7	1.293	2.5	7.125		2.4	430.11	1
11h 38	1421	614.9	1.288	2.5	7		2.5	448.03	1
11h 40	1405	623.3	1.293	2.5	7.125		2.5	448.03	1
11h 42	1417	589.4	1.271	2.5	7.125		1.8	322.58	1
11h 44	1294	540.4	1.282	2.5	7		2.7	483.88	1
11h 46	1297	599.3	1.307	2.5	6.375		2.6	465.96	1
11h 48	1291	579.4	1.298	2.5	6.375		2.2	394.27	1
11h 50	1284	585.4	1.301	2.5	6.375		2.8	501.80	1
11h 52	1289	577.6	1.298	2.5	6.375		2.3	412.19	1
11h 54	1269	587.7	1.303	2.5	6.375		2.3	412.19	1
11h 56	1381	636.1	1.30	2.5	6.375		2.2	394.27	1
11h 58	1393	611.6	1.286	2.675	7.125		2.6	465.96	1
12h 00	1586	684.6	1.284	2.675	7.125		2.1	376.35	1
12h 02	1588	699.5	1.288	2.125	8.25		2.7	483.88	1
12h 04	1391	599.4	1.284	2.075	7		2.2	394.27	1
12h 06	1387	572.2	1.272	2.5	7.125		2	358.43	1
12h 08	1277	526.5	1.272	2.525	7		2.7	483.88	1
12h 10	1281	560.3	1.25	2.5	6.375		2	358.43	1
12h 12	1262	558.1	1.298	2.5	6.375		1.8	322.58	1
12h 14	1257	591.8	1.309	2.5	7		2.5	448.03	1
12h 16	1281	576.6	1.297	2.5	7		2.2	394.27	1
12h 18	1248	594.9	1.31	2.5	6.375		1.9	340.51	1
12h 20	1279	557.9	1.291	2.5	6.375		5.2	931.91	1
12h 22	1281	550.7	1.287	2.5	7		1.9	340.51	1
12h 24	1362	540.7	1.312	2.8	7		2	358.43	1
12h 26	1358	623.4	1.299	2.8	7.375		1.8	322.58	1
12h 28	1383	609.7	1.293	2.8	7.125		1.8	322.58	1
12h 30	1368	652	1.315	2.525	7		0	0.00	1
12h 32	1376	623.4	1.297	2.525	7.125		2.4	430.11	1
12h 34	1273	584.8	1.314	2.525	6.375		5.2	931.91	1
12h 36	1280	613.3	1.322	2.5	7		2.2	394.27	1
12h 38	1262	598	1.316	2.775	7		2.1	376.35	1
12h 40	1268	616.8	1.322	2.775	7		1.7	304.66	1
12h 42	1256	571.4	1.303	2.775	7		2.9	519.72	1
12h 44	1215	573.1	1.308	2.775	6.375		2.9	519.72	1
12h 46	1268	571.9	1.299	2.5	6.375		1.9	340.51	1
12h 48	1288	569.8	1.297	2.5	7		1.7	304.66	1
12h 50	1262	603.7	1.316	2.5	7		1.7	304.66	1
12h 52	1237	591.5	1.319	2.875	7		1.7	304.66	1
12h 54	1240	588.8	1.312	2.875	7		2	358.43	1
12h 56	1241	630.2	1.335	2.9	7		2.5	448.03	1
12h 58	1307	445.2	1.222	2.8	7		1.6	286.74	1
13h 00	1271	420.5	1.228	2.8	6.375		1.6	286.74	1
14h 06								0.00	2
14h 08	1235	381.5	1.218					0.00	2
14h 10	1242	403.8	1.218					0.00	2
14h 12	1448	515.3	1.238					0.00	2
14h 14	1501	467.2	1.202					0.00	2
14h 16	1540	212.3	1.098					0.00	2
14h 18	1396	105.6	1.051					0.00	2
14h 20	1257	137.6	1.080		6.375			0.00	1
14h 22	1232	415.4	1.231		6.375			0.00	1
14h 24	1188	515.8	1.291		7			0.00	1
14h 26	1210	576.7	1.313	2.275	6.375		1.9	340.51	1
14h 28	1366	654.7	1.315	2.275	6.375		5.1	913.99	3
14h 30	1461	637.6	1.282	3.125	8.125		2	358.43	3

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d(g/cm3)	Pa (bar)	Pi (bar)	N (rpm)	Coef Puis	Puissance	Bouton
14h 32	1429	666.1	1.313	3.275	8.125		1.9	340.51	3
14h 34	1453	535.6	1.248	3.225	8.125		1.9	340.51	3
14h 36	765.2	332.6	1.295	3.225	8		4.8	860.23	1
14h 38	1234	542.5	1.284	3.1	6.375		1.9	340.51	1
14h 40	1258	480.9	1.256	2.275	6.375		1.9	340.51	1
14h 42	1315	547.5	1.273	2.225	6.375		1.9	340.51	2
14h 44	1271	561.7	1.297	3.225	7.125		1.9	340.51	2
14h 46	1261	586.6	1.306	2.95	7.125		2	358.43	2
14h 48	1179	542.6	1.301	2.525	7.125		2	358.43	2
14h 50	1339	520.1	1.247	2.275	7		1.9	340.51	2
14h 52	1454	309.5	1.149	2.95	7.375		1.9	340.51	2
14h 54	1416	549.5	1.26	2.9	7.375		2	358.43	2
14h 56	1246	530.2	1.283	2.9	7.375		2.4	430.11	1
14h 58	1245	530	1.279	2.275	6.375		2	358.43	1
15h 00	784.1	342.3	1.292	2.75	6.125		1.9	340.51	1
15h 02	1113	508.9	1.25	3.05	3		1.9	340.51	1
15h 04	1309	405.3	1.202	2.525	6.125		1.9	340.51	1
15h 06	1248	527.5	1.283	2.225	6		2	358.43	1
15h 08	1268	557	1.288	2.225	6.25		2	358.43	2
15h 10	1396	622.8	1.195	2.225	6.375		1.9	340.51	2
15h 12	1425	664.2	1.305	2.625	7.375		1.9	340.51	2
15h 14	1514	359.1	1.152	2.625	7.125		1.9	340.51	2
15h 16	1498	179.9	1.079	2.625	7.125		1.9	340.51	2
15h 18	1281	293	1.16	2.625	6.125		1.9	340.51	1
15h 20	1266	483.1	1.259	2.225	6.25		1.9	340.51	1
15h 22	1267	581.5	1.303	2.225	6.375		1.9	340.51	2
15h 24	1330	615.3	1.305	2.225	7.25		1.9	340.51	2
15h 26	1407	622.9	1.296	3.125	8		1.9	340.51	2
15h 28	1364	644.4	1.309	3.125	7.375		2	358.43	1
15h 30	1281	559.3	1.288	2.9	7.375		2	358.43	2
15h 32	1463	515.4	1.231	2.525	8		2.1	376.35	2
15h 34	1410	615.1	1.288	2.9	7.25		5	896.07	2
15h 36	1381	627.9	1.304	2.9	7.375		1.8	322.58	2
15h 38	1372	742.8	1.36	2.9	7.25		0.1	17.92	2
15h 40	1361	730.7	1.357	2.9	7.25		0	0.00	2
15h 42	1408	554.6	1.269	2.9	7.25		0	0.00	2
15h 44	1389	693.6	1.337	2.9	7.375		5.2	931.91	2
15h 46	1388	624.2	1.295	2.9	7.375		1.7	304.66	2
15h 48	1380	616.1	1.297	2.9	7.375		1.7	304.66	2
15h 50	1387	571.8	1.277	2.9	7.25		2.1	376.35	2
15h 52	784.3	347.8	1.296	2.9	7.125		1.7	304.66	1
15h 54	1308	586.8	1.275	3.05	3.125		1.7	304.66	2
15h 56	1526	678.8	1.295	3.225	8		2	358.43	2
15h 58	1547	679.4	1.314	2.525	8		4.9	878.15	2
16h 00	1391	605.5	1.312	2.625	8		1.8	322.58	1
16h 02	787.2	366.3	1.312	2.625	7		1.8	322.58	1
16h 04	1319	567	1.284	3.225	7.25		2	358.43	2
16h 06	1441	530.4	1.238	2.9	7		1.8	322.58	2
16h 08	1403	496.3	1.246	2.9	7.25		4.8	860.23	2
16h 10	1359	679.5	1.332	2.9	7.25		1.8	322.58	2
16h 12	1397	610.6	1.291	2.9	7.25		2	358.43	2
16h 14	1368	635.7	1.31	2.9	6.375		2	358.43	2
16h 16	1438	418.1	1.183	2.9	7.25		1.8	322.58	2
16h 18	1357	530.4	1.265	2.9	7.25		2	358.43	2
16h 20	1367	533.8	1.309	2.9	7.25		2	358.43	2
16h 22	1189	557	1.31	2.9	7.25		2	358.43	1
16h 24	1193	540.3	1.295	2.525	6.375		2	358.43	1
16h 26	1381	620.7	1.298	2.525	8		2	358.43	2
16h 28	1218	518	1.282	2.9	8		2	358.43	1
16h 30	1235	547.5	1.294	2.9	6.375		2.2	394.27	1
16h 32	1408	586.6	1.274	2.85	7		1.9	340.51	2
16h 34	1388	633.3	1.298	3.175	8		2	358.43	2
16h 36	1398	613.4	1.29	3.225	8		2	358.43	2
16h 38	1517	501.2	1.227	3.225	8.25		2	358.43	2
16h 40	1374	676.2	1.302	2.525	8.125		2.4	430.11	2
16h 42	1409	608.1	1.279	2.525	7.25		2	358.43	2
16h 44	1348	632.6	1.301	2.9	7		1.7	304.66	2
16h 46	1511	263.4	1.334	3.05	8.25		2	358.43	2
16h 48	1515	773.2	1.337	2.9	8.25		2	358.43	2
16h 50	1302	644.9	1.322	2.525	8.125		2.2	394.27	1
16h 52	1306	617.5	1.314	2.9	7.25		1.8	322.58	2
16h 54	1281	589.6	1.306	2.9	7		1.9	340.51	2
16h 56	1308	636.2	1.327	2.9	7.25		0	0.00	1
16h 58	1212	612.5	1.34	3.1	6.375		1.7	304.66	1
17h 00	1200	603.2	1.33	2.275	6.25		1.8	322.58	1

Mesures du 03/02/93

SR2

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (bar)	Pr (bar)	N (t/m)	Bouton
8h 30	1547	808.4	1.339	5.625	6		0
8h 32	1495	696.1	1.310	6	6.75		0
8h 34	1325	696.1	1.344	5.5	6.25		0
8h 36	1333	552.0	1.275	5.125	6.25		0
8h 38	1299	559.4	1.290	4.875	5.5		0
8h 40	720.1	342.5	1.318	4.875	5.5		0
8h 42	1268	647.5	1.341	2.5	5.25		0
8h 44	1487	789.5	1.356	5.25	5.75		0
8h 46	1246	672.2	1.357	5.5	6		0
8h 48	1264	642.4	1.333	2.25	3		0
8h 50	1399	676.5	1.319	5.125	6.25		0
8h 52	1242	569.1	1.302	5.25	5.75		0
8h 54	1287	562.5	1.281	4.75	3.25		0
8h 56	1357	304.5	1.144	5.125	5.875		0
8h 58	1277	542.9	1.289	4.875	5.75		0
9h 00	1269	566.9	1.294	5	5.875		0
9h 02	1357	336.9	1.168	5.25	7		0
9h 04	1623	749.7	1.304	5	5.75		0
9h 06	1107	356.9	1.234	6.75	5		0
9h 08	1304	305.7	1.169	2	6.125		0
9h 10	1363	632.9	1.304	5.25	5.875		0
9h 12	1511	559.5	1.248	5.25	6		0
9h 14	1244	542.4	1.294	5.125	6		0
9h 16	1264	579.2	1.301	5.25	6		0
9h 18	1257	649.9	1.344	5.25	5.75		0
9h 20	1379	547.3	1.246	5.25	6.25		0
9h 22	1465	586.5	1.275	5.25	6		0
9h 24	1349	715.6	1.352	5.5	6.125		0
9h 26	1352	641.9	1.312	5.25	6		0
9h 28	1384	609.1	1.289	5.25	2.75		0
9h 30	817.3	344.6	1.282	5.125	6.75		0
9h 32	1260	532.4	1.279	2.375	5.875		0
9h 34	1420	525.3	1.249	5.125	6		0
9h 36	1422	625.1	1.291	5.25	5.75		0
9h 38	1408	444.9	1.207	5.125	6		0
9h 40	1504	610.8	1.265	5	6		0
9h 42	1583	551.9	1.227	5.375	5.75		0
9h 44	1608	227.6	1.092	5.25	5.375		0
9h 46	1372	182.5	1.094	5	5.875		0
9h 48	1352	368.8	1.182	5	5.625		0
9h 50	1321	395.6	1.202	5	5.875		0
9h 52	1283	493.7	1.257	4.625	5.875		0
9h 54	1265	520.3	1.272	5.25	5.75		0
9h 56	1279	588.4	1.302	5	6		0
9h 58	1297	590.3	1.298	5.125	5.75		0
10h 00	1278	538.5	1.286	5.25	6.125		0
10h 02	1264	662.0	1.347	5.25	6.25		0
10h 04	1343	584.3	1.279	5.5	6.125		0
10h 06	1288	605.5	1.313	5.25	5.875		0
10h 08	1339	503.8	1.241	5.125	6		0
10h 10	1279	510.3	1.269	5.125	3		0
10h 12	1190	588.4	1.313	5.125	5.75		0
10h 14	856.3	385.1	1.301	5.25	3.125		0
10h 16	844.3	449.1	1.301	2.25	6.125		0
10h 18	1330	598.4	1.294	6.625	6		0
10h 20	1262	656.3	1.345	5.25	5.75		0
10h 22	1360	545.1	1.254	5	6		0
10h 24	1325	510.3	1.257	5	5.75		0
10h 26	1347	474.3	1.233	5.125	5.75		0
10h 28	1310	432.6	1.216	5.125	5.5		0
10h 30	1328	308.1	1.178	5	6.75		0
10h 32	1378	681.2	1.330	5.25	6		0
10h 34	1430	522.9	1.244	5.5	6.125		0
10h 36	1263	620.1	1.330	5.25	6		0
10h 38	1296	647.1	1.330	5.25	5.875		0
10h 40	836.5	405.2	1.322	5.25	6		0
10h 42	1322	606.9	1.297	2.25	6.25		0
10h 44	1428	578.8	1.273	5.25	6		0
10h 46	1316	593.4	1.300	5.25	5.625		0
10h 48	868.4	361.2	1.289	5.125	3		0
10h 50	828.4	360.7	1.285	2.25	6		0
10h 52	1343	532.7	1.259	2.25	6.25		0
10h 54	1458	574.4	1.260	5.25	5.75		0
10h 56	1470	393.2	1.180	5.25	6.25		0

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (bar)	Pr (bar)	N (tpm)	Bouton
10h 58	1390	615.7	1.308	5.25	6		0
11h 00	1411	676.4	1.316	5.5	5.75		0
11h 02	1398	374.0	1.170	5.25	5.5		0
11h 04	1393	159.4	1.073	4.875	5.75		0
11h 06	1321	346.1	1.182	4.875	6		0
11h 08	1314	496.6	1.255	5.25			0
11h 10	1258	547.6	1.298	5.125	5.75		0
11h 12	855.4	396.3	1.310	5	3		0
11h 14	1322	537.8	1.268	2.375	6		0
11h 16	1290	579.1	1.297	5	5.75		0
11h 18	1298	574.9	1.295	5	5.75		0
11h 20	1301	613.4	1.314	5	5.875		0
11h 22	1325	635.7	1.321	5	5.875		0
11h 24	1348	530.8	1.254	5.25	6		0
11h 26	1348	528.4	1.174	5	5.75		0
11h 28	1285	577.4	1.287	5.125	6		0
11h 30	1342	348.0	1.176	5.125	5.5		0
11h 32	1320	499.6	1.252	5	6		0
11h 34	1380	511.4	1.248	5.125	5.875		0
11h 36	1403	623.7	1.293	5.25	6.125		0
11h 38	1421	614.9	1.288	5.375	6.125		0
11h 40	1405	623.3	1.293	5.375	6.125		0
11h 42	1417	589.4	1.271	5.375	6.125		0
11h 44	1294	540.4	1.282	5.25	6		0
11h 46	1297	599.3	1.307	5.125	6		0
11h 48	1291	579.4	1.298	5.125	5.875		0
11h 50	1284	585.4	1.301	5.125	5.875		0
11h 52	1289	577.6	1.298	5.25	5.875		0
11h 54	1289	587.7	1.303	5.25	5.875		0
11h 56	1381	636.1	1.300	5.25	6		0
11h 58	1393	611.6	1.286	5.25	6		0
12h 00	1586	684.6	1.284	5.25	6.125		0
12h 02	1588	699.5	1.288	6.25	7		0
12h 04	1391	599.4	1.284	6	6.125		0
12h 06	1387	572.2	1.272	5.25	6		0
12h 08	1277	526.5	1.272	5.25	6		0
12h 10	1281	560.3	1.290	5.125	6		0
12h 12	1262	558.1	1.298	5.25	6		0
12h 14	1257	591.8	1.309	5.125	6		0
12h 16	1281	576.6	1.297	5.125	6		0
12h 18	1248	594.9	1.310	5.25	6		0
12h 20	1279	557.9	1.291	5.25	6		0
12h 22	1281	550.7	1.287	5.25	6.125		0
12h 24	1362	540.7	1.312	5.25	6.125		0
12h 26	1358	623.4	1.299	5.375	6.25		0
12h 28	1383	609.7	1.293	5.375	6.25		0
12h 30	1368	652.0	1.315	5.25	6.375		0
12h 32	1376	623.4	1.297	5.375	6.25		0
12h 34	1273	584.8	1.314	5.25	6		0
12h 36	1280	613.3	1.322	5.25	6.25		0
12h 38	1262	598.0	1.316	5.25	6.125		0
12h 40	1268	616.8	1.322	5.375	6.125		0
12h 42	1256	571.4	1.303	5.25	6.125		0
12h 44	1215	573.1	1.308	5.25	5.875		0
12h 46	1268	571.9	1.299	4.875	5.875		0
12h 48	1288	569.8	1.297	5	6		0
12h 50	1262	603.7	1.316	5.25	6		0
12h 52	1237	591.5	1.319	5.25	6.125		0
12h 54	1240	588.8	1.312	5.375	6.25		0
12h 56	1241	630.2	1.335	5.375	6.25		0
12h 58	1307	445.2	1.222	5.375	6		0
13h 00	1271	420.5	1.228	5.25	5.875		0
14h 06							0
14h 08	1235	381.5	1.218				0
14h 10	1242	403.8	1.218				0
14h 12	1448	515.3	1.238				0
14h 14	1501	487.2	1.202				0
14h 16	1540	212.3	1.098				0
14h 18	1396	105.6	1.051				0
14h 20	1257	137.6	1.080	5			0
14h 22	1232	415.4	1.231	5	5.75		0
14h 24	1188	515.8	1.291	5.5	6		0
14h 26	1210	576.7	1.313	5.25	6.125		0
14h 28	1366	654.7	1.315	6.25	6		0
14h 30	1461	637.6	1.282	6.25	6		0

Heure	Q (m3/h)	Q' (l/h)	d (g/cm3)	Pa (bar)	Pi (bar)	N (rpm)	Bouton
14h 32	1429	666.1	1.313	6.5	7		0
14h 34	1453	535.6	1.248	6.5	7		0
14h 36	765.2	332.6	1.295	6	7		0
14h 38	1234	542.5	1.284	2.5	6.5		0
14h 40	1258	480.9	1.256	5.25	5.875		0
14h 42	1315	547.5	1.273	5.25	6		0
14h 44	1271	561.7	1.297	5.5	6		0
14h 46	1261	586.6	1.306	5.625	6.25		0
14h 48	1179	542.6	1.301	5.625	6.5		0
14h 50	1339	520.1	1.247	6.5	6.375		0
14h 52	1454	309.5	1.149	5.375	6.25		0
14h 54	1416	549.5	1.260	5.625	6.5		0
14h 56	1246	530.2	1.283	5.625	6.5		0
14h 58	1245	530.0	1.279	5.375	6		0
15h 00	784.1	342.3	1.292	5	6		0
15h 02	1113	508.9	1.290	2.25	2.875		0
15h 04	1309	405.3	1.202	5.125	3.125		0
15h 06	1248	527.5	1.283	5	5.875		0
15h 08	1268	557.0	1.288	5.25	5.75		0
15h 10	1396	622.8	1.195	5.25	6		0
15h 12	1425	664.2	1.305	5.875	6.375		0
15h 14	1514	359.1	1.152	5.75	6.5		0
15h 16	1498	179.9	1.079	5.5	6.25		0
15h 18	1281	293.0	1.160	5.5	6		0
15h 20	1266	483.1	1.259	5	5.75		0
15h 22	1267	581.5	1.303	5.25	5.875		0
15h 24	1330	615.3	1.305	5.75	6		0
15h 26	1407	622.9	1.296	5.75	6.5		0
15h 28	1364	644.4	1.309	6	6.75		0
15h 30	1281	559.3	1.288	5.75	6.5		0
15h 32	1463	515.4	1.231	5.5	6.25		0
15h 34	1410	615.1	1.288	5.75	6.75		0
15h 36	1381	627.9	1.304	5.875	6.5		0
15h 38	1372	742.8	1.360	5.875	6.75		0
15h 40	1361	730.7	1.357	5.875	6.75		0
15h 42	1408	554.6	1.269	5.75	6.5		0
15h 44	1389	693.6	1.337	5.625	6.25		0
15h 46	1388	624.2	1.295	5.875	6.5		0
15h 48	1380	616.1	1.297	5.75	6.5		0
15h 50	1387	571.8	1.277	5.875	6.375		0
15h 52	784.3	347.8	1.296	5.25	6.5		0
15h 54	1308	586.8	1.275	2.25	6.25		0
15h 56	1526	678.8	1.295	6	3.25		0
15h 58	1547	679.4	1.314	6	7		0
16h 00	1391	605.5	1.312	6	6.625		0
16h 02	787.2	366.3	1.312	5.5	6.875		0
16h 04	1319	567.0	1.284	2.25	6.125		0
16h 06	1441	530.4	1.238	5.75	6.25		0
16h 08	1403	496.3	1.246	5.75	6.625		0
16h 10	1359	679.5	1.332	5.75	6.125		0
16h 12	1397	610.6	1.291	6	6.625		0
16h 14	1368	635.7	1.310	5.875	6.5		0
16h 16	1438	418.1	1.183	5.75	6.5		0
16h 18	1357	530.4	1.265	5.375	6.25		0
16h 20	1367	533.8	1.309	5.5	6.25		0
16h 22	1189	557.0	1.310	5.625	6.5		0
16h 24	1193	540.3	1.295	5.125	5.875		0
16h 26	1381	620.7	1.298	5.375	5.75		0
16h 28	1218	518.0	1.282	6.125	5.5		0
16h 30	1235	547.5	1.294	5.25	5.5		0
16h 32	1408	588.6	1.274	5.5	5.75		0
16h 34	1388	633.3	1.298	6.125	6.5		0
16h 36	1398	613.4	1.290	6.125	6.75		0
16h 38	1517	501.2	1.227	6.5	7		0
16h 40	1374	676.2	1.302	6.25	6.875		0
16h 42	1409	608.1	1.279	5.875	6.875		0
16h 44	1348	632.6	1.301	5.75	6.5		0
16h 46	1511	263.4	1.334	6.5	6.375		0
16h 48	1515	773.2	1.337	6.25	6.875		0
16h 50	1302	644.9	1.322	6	6.75		0
16h 52	1306	617.5	1.314	5.75	6.5		0
16h 54	1281	589.6	1.306	5.375	6.375		0
16h 56	1308	636.2	1.327	5.5	6.25		0
16h 58	1212	612.5	1.340	5.5	6.5		0
17h 00	1200	603.2	1.330	5	5.875		0

Mesures du 03/02/93

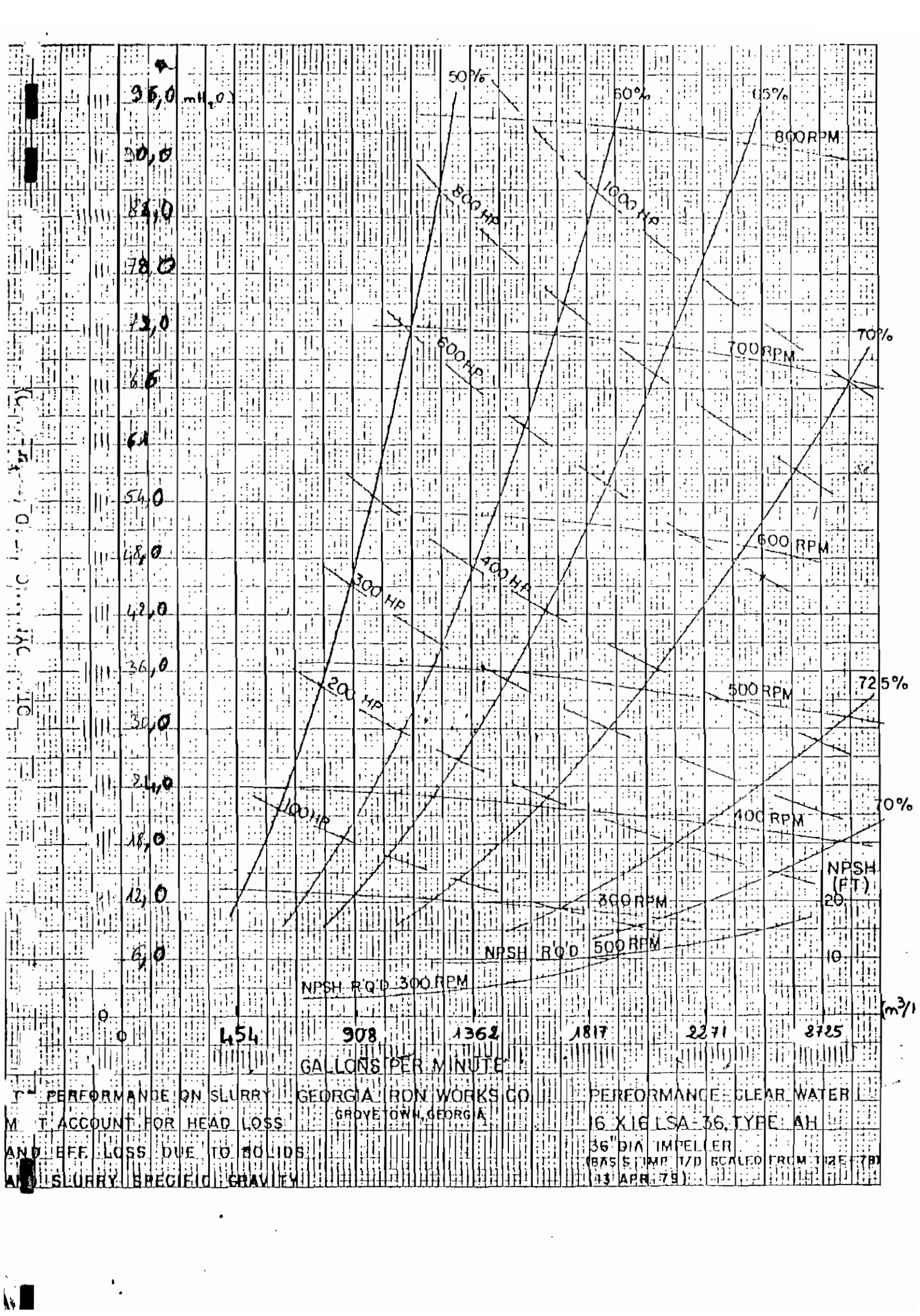
SR3

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (cm Hg)	Pr (bar)	N (rpm)	Coef Puis	Puissance	Bouton
8h 30	1547	808.4	1.339	2.8	7.2	523.3	0.25	293.25	3
8h 32	1495	696.1	1.310	2.35	7.8	520.2	0.29	340.17	3
8h 34	1325	696.1	1.344	2.3	7.6	520.4	0.22	258.06	2
8h 36	1333	552	1.275	2.05	6.9	488.5	0.4	469.2	2
8h 38	1299	559.4	1.290	2.75	6.9	485.6	0	0	1
8h 40	720.1	342.5	1.318	0.9	6.6	456.1	0.25	293.25	1
8h 42	1268	647.5	1.341	3	5.9	489.1	0.22	258.06	1
8h 44	1487	789.5	1.356	2.9	6.9	460.9	0.3	351.9	3
8h 46	1246	672.2	1.357	2.95	7.8	522.8	0.25	293.25	1
8h 48	1264	642.4	1.333	3.25	5.7	462.2	0.25	293.25	1
8h 50	1399	676.5	1.319	2.35	6.7	475.2	0.22	258.06	2
8h 52	1242	569.1	1.302	2.4	6.9	486.2	0.32	375.36	1
8h 54	1287	562.5	1.281	3.1	5.3	467.9	0.22	258.06	1
8h 56	1357	304.5	1.144	2.05	6.5	464.1	0.32	375.36	1
8h 58	1277	542.9	1.289	2.55	6.2	457.3	0.25	293.25	1
9h 00	1269	566.9	1.294	2.8	6.7	458.4	0.3	351.9	1
9h 02	1357	336.9	1.168	2.35	6.6	470.3	0.3	351.9	1
9h 04	1623	749.7	1.304	3.15	6.3	455.9	0.3	351.9	3
9h 06	1107	356.9	1.234	0.2	8.2	516.7	0.3	351.9	1
9h 08	1304	305.7	1.169	2.45	5.3	482	0.35	410.55	1
9h 10	1363	632.9	1.304	2.55	6.5	458.1	0.25	293.25	2
9h 12	1511	559.5	1.248	2	7.1	422.2	0.27	316.71	2
9h 14	1244	542.4	1.294	3.1	7.4	512.8	0.25	293.25	1
9h 16	1264	579.2	1.301	2.4	6.7	483.8	0.22	258.06	1
9h 18	1257	649.9	1.344	2.65	6.7	459.8	0	0	1
9h 20	1379	547.3	1.246	2.1	6.9	459.9	0	0	2
9h 22	1465	586.5	1.275	2.55	6.7	489.6	0	0	3
9h 24	1349	715.6	1.352	2.7	7.7	525.6	0	0	2
9h 26	1352	641.9	1.312	2.725	7.1	492.2	0	0	2
9h 28	1384	609.1	1.289	2.325	7.1	495.8	0	0	2
9h 30	817.3	344.6	1.282	0.65	6.8	489.1	0	0	1
9h 32	1260	532.4	1.279	2.75	6.6	493	0	0	1
9h 34	1420	525.3	1.249	2.45	6.5	470.3	0	0	2
9h 36	1422	625.1	1.291	2.65	7.1	490.1	0	0	2
9h 38	1408	444.9	1.207	2.675	7	494.2	0	0	2
9h 40	1504	610.8	1.265	3	6.5	505.9	0	0	3
9h 42	1583	551.9	1.227	2	6.9	533.4	0.5	586.5	3
9h 44	1608	227.6	1.092	1.625	6.9	256	0.28	328.44	3
9h 46	1372	182.5	1.094	2.3	5.7	524.4	0.27	316.71	1
9h 48	1352	368.8	1.182	2.45	6.1	461.5	0.25	293.25	1
9h 50	1321	395.6	1.202	2.3	6.3	460.2	0.25	293.25	1
9h 52	1283	493.7	1.257	2.8	6.3	457.7	0.25	293.25	1
9h 54	1265	520.3	1.272	2.3	6.5	472.7	0.3	351.9	1
9h 56	1279	588.4	1.302	2.6	6.5	457.7	0.35	410.55	1
9h 58	1297	590.3	1.298	2.75	6.7	457.2	0.28	328.44	1
10h 00	1278	538.5	1.286	2.85	6.5	464.4	0.32	375.36	1
10h 02	1264	662	1.347	2.95	6.85	457.9	0.33	387.09	1
10h 04	1343	584.3	1.279	2.55	6.9	464	0.28	328.44	1
10h 06	1288	605.5	1.313	2.725	6.5	458.1	0.28	328.44	1
10h 08	1339	503.8	1.241	2.325	6.7	463.7	0.28	328.44	1
10h 10	1279	510.3	1.269	2.65	6.5	459.5	0.3	351.9	1
10h 12	1190	588.4	1.313	3.25	6.7	463.9	0.3	351.9	1
10h 14	856.3	385.1	1.301	0.55	7	460.2	0.3	351.9	1
10h 16	844.3	449.1	1.301	3.625	5.75	485.5	0.3	351.9	1
10h 18	1330	598.4	1.294	2.75	6.75	482.9	0.27	316.71	1
10h 20	1262	656.3	1.345	2.85	6.7	463.7	0.32	375.36	1
10h 22	1360	545.1	1.254	2.8	6.7	470.6	0.27	316.71	1
10h 24	1325	510.3	1.257	2.4	6.2	471.3	0.32	375.36	1
10h 26	1347	474.3	1.233	2.325	6.4	459.6	0.4	469.2	1
10h 28	1310	432.6	1.216	2.25	6.3	454.3	0.3	351.9	1
10h 30	1328	308.1	1.178	2.35	6	465.4	0.4	469.2	1
10h 32	1378	681.2	1.330	2.75	6.7	455.9	0.4	469.2	1
10h 34	1430	522.9	1.244	2.35	7.2	488.9	0.45	527.85	2
10h 36	1263	620.1	1.330	2.95	7.1	487.8	0.4	469.2	1
10h 38	1296	647.1	1.330	2.8	6.8	461.9	0.32	375.36	1
10h 40	836.5	405.2	1.322	0.875	6.7	463	0.3	351.9	1
10h 42	1322	606.9	1.297	2.825	5.6	488.5	0.25	293.25	1
10h 44	1428	578.8	1.273	2.6	6.5	460.8	0.37	434.01	2
10h 46	1316	593.4	1.300	2.5	7	492	0.4	469.2	1
10h 48	868.4	361.2	1.289	0.55	6.5	466	0.32	375.36	1
10h 50	828.4	360.7	1.285	0.65	5.2	495.9	0.35	410.55	1
10h 52	1343	532.7	1.259	2.5	5.5	493.1	0.35	410.55	1
10h 54	1458	574.4	1.260	2.55	6.5	457.2	0.35	410.55	2
10h 56	1470	393.2	1.180	2.65	7.1	486.3	0.27	316.71	2

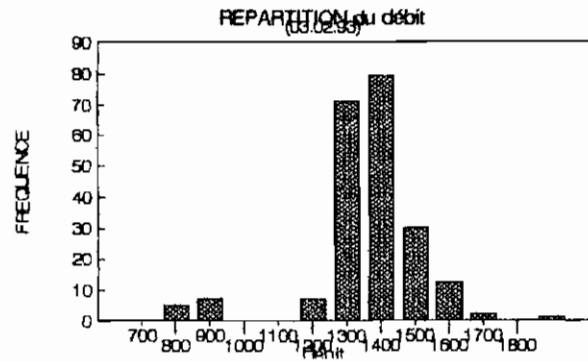
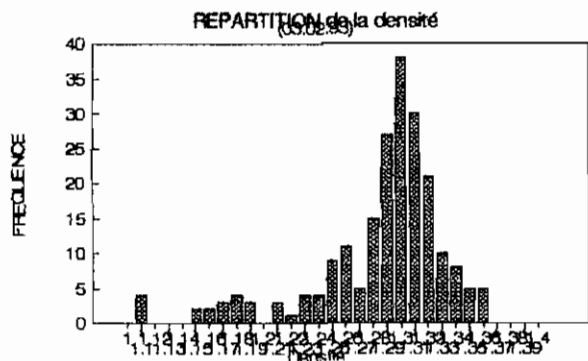
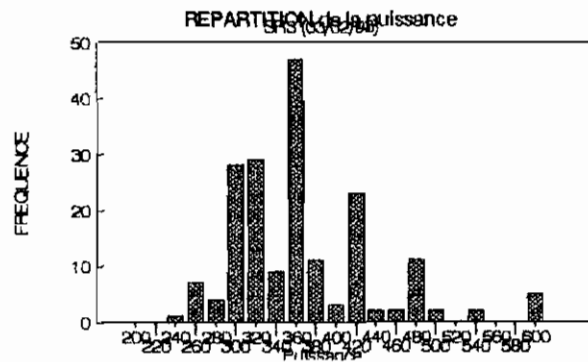
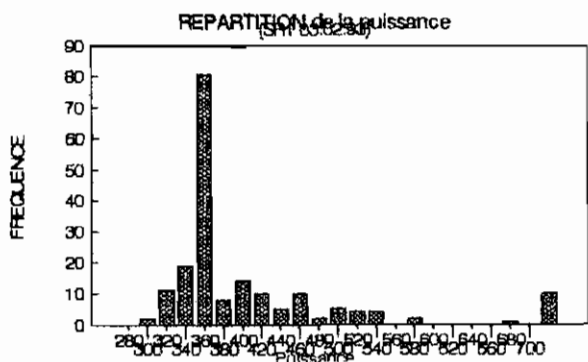
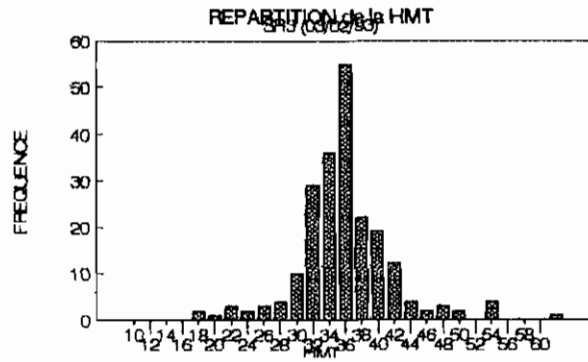
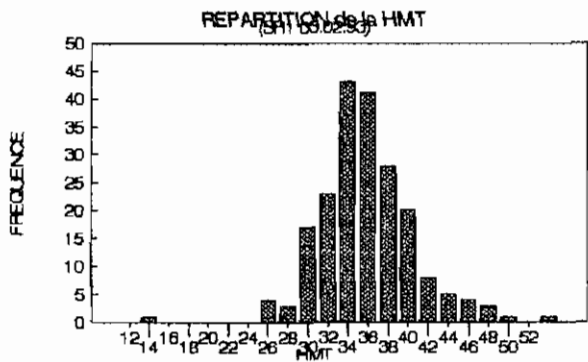
Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d (g/cm3)	Pa (cm Hg)	Pr (bar)	N (rpm)	Coef Puis	Puissance	Bouton
10h 58	1390	615.7	1.308	2.95	6.7	502.1	0.3	351.9	2
11h 00	1411	676.4	1.316	2.3	6.9	509.6	0.35	410.55	2
11h 02	1398	374	1.17	2.125	6.8	491.6	0.35	410.55	1
11h 04	1393	159.4	1.073	2.1	5.9	460.3	0.38	445.74	1
11h 06	1321	346.1	1.182	2.75	5.9	456.5	0.42	492.66	1
11h 08	1314	496.6	1.255	2.7	6.7	460.8	0.4	469.2	1
11h 10	1258	547.6	1.298	2.45	6.5	461	0.28	328.44	1
11h 12	855.4	396.3	1.31	0.625	6.65	464.1	0.35	410.55	1
11h 14	1322	537.8	1.268	2.5	6.75	544.1	0.3	351.9	1
11h 16	1290	579.1	1.297	2.6	6.65	457.3	0.36	422.28	1
11h 18	1298	574.9	1.295	2.75	6.7	459.8	0.35	410.55	1
11h 20	1301	613.4	1.314	2.75	6.65	471.8	0.35	410.55	1
11h 22	1325	635.7	1.321	2.8	7	458.2	0.3	351.9	1
11h 24	1348	530.8	1.254	2.45	7	467.8	0.38	445.74	1
11h 26	1348	528.4	1.174	2.55	6.3	468.4	0.35	410.55	1
11h 28	1285	577.4	1.287	2.45	6.9	464.5	0.35	410.55	1
11h 30	1342	348	1.176	2.3	6.8	462.2	0.4	469.2	1
11h 32	1320	499.6	1.252	2.6	6.8	459.8	0.3	351.9	1
11h 34	1380	511.4	1.248	2.5	7.1	462.8	0.5	586.5	2
11h 36	1403	623.7	1.293	2.6	7.2	491.7	0.35	410.55	2
11h 38	1421	614.9	1.288	2.5	7.3	547.1	0.35	410.55	2
11h 40	1405	623.3	1.293	2.5	7.3	489	0.5	586.5	2
11h 42	1417	589.4	1.271	2.325	7.2	489.2	0.3	351.9	2
11h 44	1294	540.4	1.282	2.6	7.3	489.2	0.3	351.9	1
11h 46	1297	599.3	1.307	2.75	7	464.1	0.35	410.55	1
11h 48	1291	579.4	1.298	2.75	7.1	460.7	0.3	351.9	1
11h 50	1284	585.4	1.301	2.55	7.05	461.7	0.3	351.9	1
11h 52	1289	577.6	1.298	2.55	7.1	463.5	0.27	316.71	1
11h 54	1289	587.7	1.303	2.75	7.25	462.1	0.38	445.74	1
11h 56	1381	636.1	1.300	2.5	7	462.4	0.3	351.9	2
11h 58	1393	611.6	1.286	2.5	7.2	491.5	0.4	469.2	2
12h 00	1586	684.6	1.284	2.75	9.5	491.1	0.25	293.25	3
12h 02	1588	699.5	1.288	2.6	7.7	526.8	0.35	410.55	3
12h 04	1391	599.4	1.284	2.5	7.5	522.8	0.35	410.55	3
12h 06	1387	572.2	1.272	2.3	7.2	524.5	0.27	316.71	3
12h 08	1277	526.5	1.272	2.6	7.2	490.5	0.32	375.36	1
12h 10	1281	560.3	1.290	2.65	7.15	462.3	0.3	351.9	1
12h 12	1262	558.1	1.298	2.7	7	465.6	0.35	410.55	1
12h 14	1257	591.8	1.309	2.6	7.3	465.6	0.5	586.5	1
12h 16	1281	576.6	1.297	2.6	7	465.7	0.25	293.25	1
12h 18	1248	594.9	1.310	2.7	7.1	465	0.23	269.79	1
12h 20	1279	557.9	1.291	2.65	7.15	464.6	0.27	316.71	1
12h 22	1281	550.7	1.287	2.65	7.2	466.2	0.35	410.55	1
12h 24	1362	540.7	1.312	2.55	7.8	463.8	0.35	410.55	2
12h 26	1358	623.4	1.299	2.5	7.1	492.6	0.3	351.9	2
12h 28	1383	609.7	1.293	2.5	9.5	493.8	0.3	351.9	2
12h 30	1368	652	1.315	2.6	7.4	487.5	0.25	293.25	2
12h 32	1376	623.4	1.297	2.5	7.1	491.7	0.21	246.33	1
12h 34	1273	584.8	1.314	2.9	7.05	494.1	0.23	269.79	1
12h 36	1280	613.3	1.322	2.8	7.3	465.3	0.27	316.71	1
12h 38	1262	598	1.316	2.85	7.35	464.6	0.25	293.25	1
12h 40	1268	616.8	1.322	2.85	7.35	462.9	0.25	293.25	1
12h 42	1256	571.4	1.303	2.7	7.35	464.1	0.28	328.44	1
12h 44	1215	573.1	1.308	2.5	7	462.5	0.25	293.25	1
12h 46	1268	571.9	1.299	2.6	7.05	463.8	0.35	410.55	1
12h 48	1288	569.8	1.297	2.7	7.2	464.6	0.25	293.25	1
12h 50	1262	603.7	1.316	2.75	7.1	459.7	0.4	469.2	1
12h 52	1237	591.5	1.319	2.95	7.35	461.9	0.25	293.25	1
12h 54	1240	588.8	1.312	2.6	7.25	477.7	0.3	351.9	1
12h 56	1241	630.2	1.335	2.6	7.15	462.6	0.42	492.66	1
12h 58	1307	445.2	1.222	2.3	7.35	463	0.45	527.85	1
13h 00	1271	420.5	1.228	2.6	7	460.7	0.28	328.44	1
14h 06									1
14h 08	1235	381.5	1.218						1
14h 10	1242	403.8	1.218						1
14h 12	1448	515.3	1.238						3
14h 14	1501	467.2	1.202						3
14h 16	1540	212.3	1.098						3
14h 18	1396	105.6	1.051						2
14h 20	1257	137.6	1.080						1
14h 22	1232	415.4	1.231						1
14h 24	1188	515.8	1.291						1
14h 26	1210	576.7	1.313	2.8	7.2	470.5	0.27	316.71	1
14h 28	1366	654.7	1.315	3.325	7.2	462.7	0.3	351.9	2
14h 30	1461	637.6	1.282	3	7.55	490.3	0.3	351.9	2

Heure	Q (m3/h)	Q' (t/h)	d(g/cm3)	Pa (cm Hg)	Pr (bar)	N (tprn)	Coef	Puis	Puissance	Bouton
14h 32	1429	666.1	1.313	3.4	7.6	485.2	0.27	316.71		2
14h 34	1453	535.6	1.248	2.8	7.7	494.6	0.27	316.71		2
14h 36	765.2	332.6	1.295	0.5	7.4	483.8	0.27	316.71		1
14h 38	1234	542.5	1.284	2.55	8.1	493.3	0.3	351.9		1
14h 40	1258	480.9	1.256	2.75	6.9	463.4	0.3	351.9		1
14h 42	1315	547.5	1.273	3.1	7.05	460.8	0.27	316.71		1
14h 44	1271	561.7	1.297	3.3	7.3	457.5	0.27	316.71		1
14h 46	1261	586.6	1.306	3.25	7.5	475.8	0.27	316.71		1
14h 48	1179	542.6	1.301	2	7.9	470.7	0.27	316.71		1
14h 50	1339	520.1	1.247	2.4	7.2	465.7	0.27	316.71		2
14h 52	1454	309.5	1.149	2.6	6.9	456.5	0.27	316.71		2
14h 54	1416	549.5	1.26	2.75	7.1	488	0.27	316.71		2
14h 56	1246	530.2	1.283	3	7.3	485.4	0.32	375.36		1
14h 58	1245	530	1.279	2.9	7.7	474.1	0.27	316.71		1
15h 00	784.1	342.3	1.292	0.5	7.4	461.8	0.27	316.71		1
15h 02	1113	508.9	1.25	2.75	5.9	488.1	0.3	351.9		1
15h 04	1309	405.3	1.202	2.25	7.5	473.9	0.35	410.55		1
15h 06	1248	527.5	1.283	2.8	7.35	456.2	0.25	293.25		1
15h 08	1268	557	1.288	3	7.6	462	0.27	316.71		1
15h 10	1396	622.8	1.195	3.3	7.7	476.8	0.2	234.6		2
15h 12	1425	664.2	1.305	3.2	7.2	504.8	0	0		2
15h 14	1514	359.1	1.152	2.2	6.8	495.2	0	0		2
15h 16	1498	179.9	1.079	2.1	6.8	482.7	0.5	586.5		2
15h 18	1281	293	1.16	2.3	6.7	484.5	0.25	293.25		1
15h 20	1266	483.1	1.259	2.6	7	462.1	0.28	328.44		1
15h 22	1267	581.5	1.303	2.75	7	461.4	0.33	387.09		1
15h 24	1330	615.3	1.305	3.1	7.05	461.2	0.27	316.71		2
15h 26	1407	622.9	1.296	3	7.45	461.4	0.25	293.25		2
15h 28	1364	644.4	1.309	2.8	7.4	497.8	0.3	351.9		1
15h 30	1281	559.3	1.288	2.7	7.3	489.2	0.25	293.25		2
15h 32	1463	515.4	1.231	2.375	7.05	462.3	0.27	316.71		2
15h 34	1410	615.1	1.288	2.8	7.1	480.7	0.25	293.25		2
15h 36	1381	627.9	1.304	2.75	7.2	484.1	0.3	351.9		2
15h 38	1372	742.8	1.36	3	7.4	486.2	0.25	293.25		2
15h 40	1361	730.7	1.357	3	7.6	484.9	0.22	258.06		2
15h 42	1408	554.6	1.269	2.75	6.8	490.2	0.25	293.25		2
15h 44	1389	693.6	1.337	2.9	7.4	486.7	0.27	316.71		2
15h 46	1388	624.2	1.295	2.6	7.4	491.5	0.3	351.9		2
15h 48	1380	616.1	1.297	2.6	7.3	486.6	0.27	316.71		2
15h 50	1387	571.8	1.277	2.325	7.25	489	0.3	351.9		2
15h 52	784.3	347.8	1.296	0.375	7.2	485.5	0.3	351.9		1
15h 54	1308	586.8	1.275	3.125	5.9	490.6	0.3	351.9		3
15h 56	1526	678.8	1.295	2.75	7.9	528	0.3	351.9		3
15h 58	1547	679.4	1.314	2.8	8	518.8	0.3	351.9		3
16h 00	1391	605.5	1.312	3	8	525	0.3	351.9		1
16h 02	787.2	366.3	1.312	0.375	7.3	484.4	0.35	410.55		1
16h 04	1319	567	1.284	2.9	6.2	485.6	0.25	293.25		1
16h 06	1441	530.4	1.238	3	7.3	455.4	0.3	351.9		2
16h 08	1403	496.3	1.246	3	7.3	489.6	0.3	351.9		2
16h 10	1359	679.5	1.332	3.2	7.7	490.2	0.27	316.71		2
16h 12	1397	610.6	1.291	2.6	7.4	502.5	0.3	351.9		2
16h 14	1368	635.7	1.31	2.7	7.5	489.2	0.33	387.09		2
16h 16	1438	418.1	1.183	2.25	7.2	487.8	0.3	351.9		2
16h 18	1357	530.4	1.265	2.6	7.1	484.8	0.3	351.9		2
16h 20	1367	533.8	1.309	2.75	7.4	490.8	0.3	351.9		2
16h 22	1189	557	1.31	2.6	7.5	490.7	0.3	351.9		1
16h 24	1193	540.3	1.295	2.6	6.9	469.5	0.32	375.36		1
16h 26	1381	620.7	1.298	2.8	7.2	468	0.27	316.71		2
16h 28	1218	518	1.282	2.45	7.4	494.3	0.23	269.79		1
16h 30	1235	547.5	1.294	2.85	7.1	467.5	0.23	269.79		1
16h 32	1408	588.6	1.274	2.9	7.3	469.5	0.25	293.25		2
16h 34	1388	633.3	1.298	2.9	7.4	494.4	0.4	469.2		2
16h 36	1398	613.4	1.25	3.1	7.5	489.6				3
16h 38	1517	501.2	1.227	3.1	7.2	502.3				3
16h 40	1374	676.2	1.302	2.9	8.1	519.6				2
16h 42	1409	608.1	1.279	2.2	7.4	487				2
16h 44	1348	632.6	1.301	3	7.6	485				3
16h 46	1511	263.4	1.334	2.75	8.2	488.2				3
16h 48	1515	773.2	1.337	2.75	8.2	521.2				3
16h 50	1302	644.9	1.322	3	7.3	520.4				1
16h 52	1306	617.5	1.314	2.85	6.9	459.8				1
16h 54	1281	589.6	1.306	3	7.4	457.3				1
16h 56	1308	636.2	1.327	3.1	7.3	457.5				1
16h 58	1212	612.5	1.34	2.7	6.9	459.2				1
17h 00	1200	603.2	1.33	2.7	6.9	465.5				1

*Annexe 8: Courbes caractéristiques des pompes
du TH.*



Annexe 9: Histogrammes des différentes variables du TH.

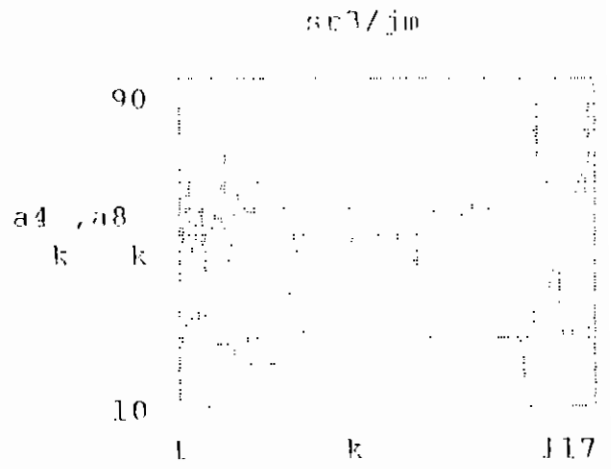
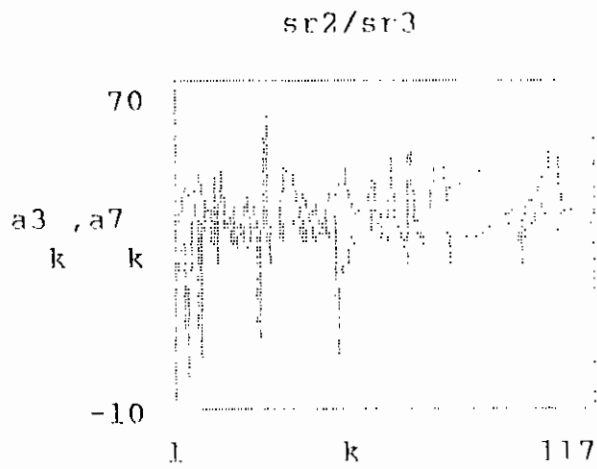
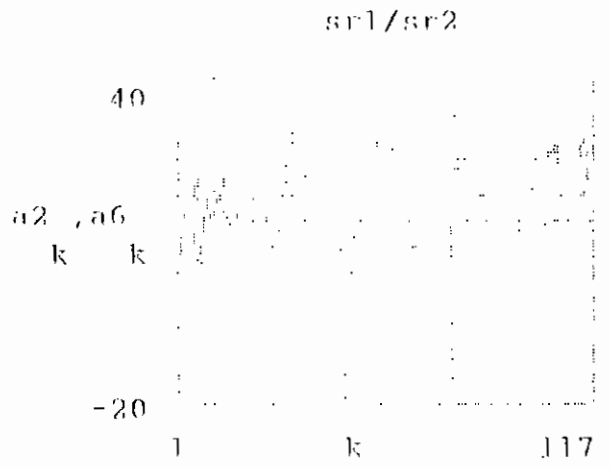
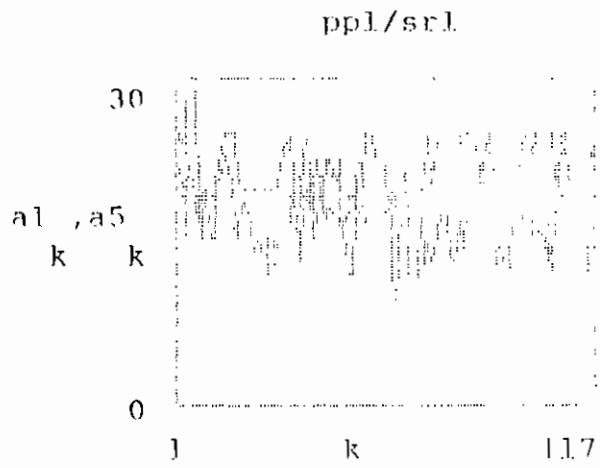


Annexe 10: La distribution Béta.



Annexe 11: Evolution des pertes de charge.

EVOLUTION DES PERTES DE CHARGES



CALCUL DES PERTES DE CHARGE SUR CHAQUE TRONCON DU TH - EVALUATION DE LA HMT DELIVREE PAR CHAQUE STATION DE POMPAGE

Heure	PP1						SR1						PP1/SR1 (217.4m)			SR2			SR1/SR2 (604.4m)			SR3			SR2/SR3 (900m)	SR3/JM (1250m)	HAUTEUR NETTE				
	Densité	Pa(cmHg)	Pr(bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Pa(bar)	Pr(bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)	Pa(bar)	Pr(bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)	Pa(bar)	Pr(bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)	Pa(bar)	Pr(bar)		Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)
8h 40	1.318	-35.00	3.50	-0.0036	26.64	26.64	2.23	6.13	16.93	46.81	29.68	9.70	4.88	5.50	37.10	41.86	4.82	9.51	0.90	6.80	6.85	50.23	42.16	35.01	39.90						103.1
8h 42	1.341	-32.50	4.40	-0.0032	32.91	32.91	2.23	3.25	16.64	24.31	7.67	16.27	2.50	5.25	18.70	39.27	20.33	5.61	3.00	5.90	22.44	44.13	21.43	16.83	33.80						82.34
8h 44	1.356	-30.00	4.20	-0.0030	31.07	31.07	2.23	7.13	16.46	52.70	36.24	14.61	5.25	5.75	38.83	42.53	3.76	13.87	2.90	6.90	21.45	51.04	30.1	21.08	40.71						101.17
8h 46	1.357	-32.00	3.75	-0.0032	27.72	27.72	2.23	7.38	16.45	54.51	38.07	11.27	5.50	6.00	40.65	44.35	3.8	13.86	2.95	7.80	21.80	57.85	36.88	22.54	47.32						106.47
8h 48	1.333	-30.00	4.50	-0.0030	33.86	33.86	2.28	3.25	17.12	24.45	7.34	16.74	2.25	3.00	16.93	22.57	5.78	7.52	3.25	5.70	24.45	42.89	18.87	-1.88	32.66						85.85
8h 50	1.319	-30.00	4.20	-0.0030	31.94	31.94	2.28	7.38	17.30	56.08	38.78	14.64	5.13	6.25	38.97	47.53	8.81	17.11	2.35	6.70	17.87	50.95	34.06	29.66	40.62						113.59
8h 52	1.302	-29.00	3.75	-0.0030	28.89	28.89	2.23	6.38	17.14	49.11	31.97	11.75	5.25	5.75	40.44	44.30	4.38	8.67	2.40	6.90	18.49	53.15	39.45	25.81	42.82						104.60
8h 54	1.281	-31.50	4.25	-0.0033	33.28	33.28	2.38	3.13	18.60	24.47	5.87	14.68	4.75	3.25	37.19	26.45	-11.67	-12.72	3.10	5.90	24.27	41.90	17.12	1.17	31.17						44.6
8h 56	1.144	-30.00	4.15	-0.0035	35.99	35.99	2.38	7.00	20.82	61.37	40.55	15.58	5.13	5.88	44.93	51.51	5.81	16.44	2.05	6.90	17.97	56.98	34.49	33.54	46.66						117.24
8h 58	1.289	-32.00	4.00	-0.0033	31.13	31.13	2.23	6.38	17.31	49.61	32.29	13.81	4.88	5.75	37.93	44.74	7.51	11.67	2.55	6.20	19.84	48.24	31.34	24.90	37.91						102.27
9h 00	1.294	-32.00	4.15	-0.0033	32.17	32.17	2.23	5.38	17.25	49.41	32.17	14.92	5.00	5.88	38.78	45.54	6.73	10.65	2.80	6.70	21.70	51.93	30	23.84	41.60						101.07
9h 02	1.188	-31.00	4.20	-0.0035	36.07	36.07	2.23	7.00	19.11	60.11	41	16.96	5.25	7.00	45.08	60.11	14.22	15.03	2.35	6.90	20.18	58.68	34.54	39.93	46.35						125.83
9h 04	1.304	-32.00	4.30	-0.0033	33.07	33.07	2.23	7.00	17.11	53.84	36.73	15.96	5.00	5.75	38.46	44.23	6.44	15.38	3.15	6.30	24.23	48.46	27.03	20.00	38.13						103.27
9h 06	1.234	-32.00	4.30	-0.0035	34.95	34.95	2.23	9.00	18.09	73.15	55.07	16.97	6.75	5.00	54.86	40.64	-13.46	18.29	0.20	8.20	1.63	68.65	61.53	39.01	56.32						138.09
9h 08	1.169	-35.00	4.50	-0.0040	38.61	38.61	2.23	3.13	19.09	26.81	7.72	19.52	2.00	6.13	17.16	52.55	33.15	9.65	2.45	5.30	21.02	45.47	22.91	31.53	35.14						102.39
9h 10	1.304	-30.00	4.25	-0.0031	32.69	32.69	2.23	7.00	17.11	53.84	36.73	15.58	5.25	5.88	40.38	45.19	4.84	13.46	2.55	6.90	19.61	50.00	30.62	25.58	39.67						104.88
9h 12	1.248	-34.00	4.00	-0.0036	32.15	32.15	2.28	7.40	18.28	59.47	41.19	13.86	5.25	6.00	42.19	48.22	5.78	17.28	2.00	7.10	16.07	57.06	39.32	32.15	46.73						118.44
9h 14	1.294	-34.00	3.75	-0.0035	29.07	29.07	2.23	7.13	17.25	55.23	37.88	11.82	5.13	6.00	39.73	46.51	6.53	15.50	3.10	7.40	24.03	57.36	32.09	22.48	47.03						105.67
9h 16	1.301	-34.00	4.15	-0.0035	31.99	31.99	2.28	7.13	17.54	54.83	37.39	14.48	5.25	6.00	40.47	48.26	6.04	14.46	2.40	6.70	18.50	51.65	34.81	27.75	41.32						110.03
9h 18	1.344	-31.00	4.15	-0.0031	30.97	30.97	2.28	7.00	16.98	52.24	35.26	13.99	5.25	5.75	39.18	42.91	3.93	13.05	2.65	6.70	19.78	50.00	31.80	23.13	39.67						102.02
9h 20	1.246	-32.00	4.00	-0.0034	32.20	32.2	2.28	7.00	18.31	56.35	38.04	13.89	5.25	6.25	42.26	50.31	7.42	14.09	2.10	6.90	16.90	55.54	35.61	33.41	45.21						113.27
9h 22	1.275	-30.00	4.00	-0.0031	31.47	31.47	2.28	7.13	17.60	56.05	38.15	13.57	5.25	6.00	41.90	47.20	5.73	14.75	2.55	6.70	20.06	52.71	31.73	27.14	42.38						107.08
9h 24	1.352	-31.00	3.60	-0.0031	26.71	26.71	2.23	7.38	16.51	54.71	38.21	10.20	5.50	6.13	40.80	45.44	4.86	13.91	2.70	7.70	20.03	57.12	38.91	25.41	46.79						108.69
9h 26	1.312	-30.00	4.00	-0.0031	30.58	30.58	2.43	7.13	18.54	54.47	35.93	12.04	5.25	6.00	40.14	45.87	5.87	14.33	2.73	7.10	20.83	54.28	34.23	25.04	43.65						106.61
9h 28	1.289	-29.00	3.75	-0.0030	29.18	29.18	2.28	7.13	17.70	55.44	37.74	11.48	5.25	2.75	40.85	21.40	-19.61	14.59	2.33	7.10	18.09	55.25	37.45	3.31	44.92						84.75
9h 30	1.282	-22.00	3.50	-0.0023	27.38	27.38	2.28	6.13	17.80	47.82	30.12	9.58	5.13	6.75	40.10	52.81	13.05	7.82	0.85	6.80	5.09	50.20	49.39	47.73	42.87						119.94
9h 32	1.279	-25.00	4.15	-0.0026	32.54	32.54	2.30	3.13	18.04	24.51	5.47	14.51	2.38	5.88	18.63	45.07	27.19	5.88	2.75	6.60	21.57	51.76	29.91	24.51	41.43						96.11
9h 34	1.249	-28.00	3.80	-0.0030	30.62	30.62	2.50	6.25	20.08	50.19	30.11	10.44	5.13	6.00	41.16	48.18	7.27	9.03	2.45	6.50	19.67	52.20	33.66	28.51	41.87						101.53
9h 36	1.291	-29.00	3.75	-0.0030	29.13	29.13	2.28	7.00	17.68	54.39	36.71	11.46	5.25	5.75	40.79	44.67	3.96	13.60	2.65	7.10	20.59	55.16	35.28	24.08	44.83						105.08
9h 38	1.207	-31.00	3.75	-0.0034	31.16	31.16	2.28	6.38	18.91	52.98	34.07	12.26	5.13	6.00	42.59	49.86	7.15	10.39	2.68	7.00	22.23	58.17	35.35	27.63	47.84						107.73
9h 40	1.255	-30.00	3.75	-0.0032	29.73	29.73	2.23	7.00	17.64	55.50	37.86	12.09	5.00	6.00	39.64	47.57	9.19	15.86	3.00	6.90	23.79	51.54	32.15	23.79	41.21						109.93
9h 42	1.227	-28.00	3.80	-0.0031	31.06	31.06	2.28	7.25	18.60	59.26	40.67	12.47	5.38	5.75	43.94	47.00	3.44	15.33	2.00	6.90	16.35	56.40	44.92	30.65	46.07						120.09
9h 44	1.092	-31.00	4.00	-0.0038	36.74	36.74	2.23	7.38	20.44	67.74	47.3	16.30	5.25	5.38	48.22	49.37	1.06	19.52	1.63	6.90	14.93	63.38	44.76	34.44	53.05						129.86
9h 46	1.094	-40.00	4.00	-0.0049	36.67	36.67	1.98	6.13	18.11	56.16	38.05	18.57	5.00	5.88	45.84	53.66	7.3	10.31	2.30	5.70	21.09	52.26	28.37	32.78	41.93						110.39
9h 48	1.182	-32.00	3.50	-0.0038	29.70	29.7	2.23	6.40	18.88	54.31	35.43	10.82	5.00	5.63	42.43	47.73	4.99	11.88	2.45	6.10	20.79	51.76	25.12	25.94	41.43						89.24
9h 50	1.202	-36.00	4.15	-0.0040	34.63	34.63	2.23	6.40	18.57	53.40	34.84	16.06	5.00	5.88	41.72	48.02	6.9	11.68	2.30	6.30	19.18	52.57	31.54	29.83	42.24						107.91
9h 52	1.257	-36.00	4.00	-0.0038	31.92	31.92	2.23	6.40	17.75	51.07	33.31	14.16	4.83	5.88	36.90	46.89	9.63	14.16	2.80	6.30	22.34	50.27	26.96	24.54	39.94						101.62
9h 54	1.272	-34.00	4.25	-0.0036	33.51	33.51	2.23	7.00	17.54	55.20	37.65	15.97	5.25	5.75	41.40	45.34	3.86	13.80	2.30	6.90	18.14	51.25	32.45	27.20	40.92						107.47
9h 56	1.302	-39.00	3.75	-0.0040	28.89	28.89	2.23	6.38	17.14	49.11	31.97	11.75	5.00	6.00	38.52	45.22	7.8	10.59	2.60	6.90	20.03	50.07	30.42	25.19	39.74						99.08
9h 58	1.268	-37.00	4.00	-0.0038	30.91	30.91	2.23	6.38	17.19	49.26	32.07	13.72	5.13	5.75	39.60	44.43	4.65	9.66	2.75	6.70	21.25	51.77	29.41	23.18	41.44						97.04

Heure	Densité	FP1					SR1					PP1/SR1 SR2 (217.4m)					SR1/SR2/SR3 (604.4m)					SR2/SR3 (900m)	SR3/JM (1250g)	HAUTEUR NETTE		
		Pa (cmHg)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf(mCE)	Hf(mCE)	Hf(mCE)
10h 00	1.268	-35.00	4.15	-0.0033	32.37	32.37	2.28	6.40	17.74	49.92	32.17	14.62	5.25	6.13	40.95	47.77	8.96	8.97	2.65	6.60	22.23	60.70	28.92	25.64	40.37	100.02
10h 02	1.347	-34.00	4.25	-0.0034	31.65	31.65	2.28	7.00	18.94	52.12	35.18	14.71	5.25	6.25	39.09	46.54	7.64	13.03	2.65	6.65	21.97	51.01	29.79	24.57	40.88	104.26
10h 04	1.279	-34.00	4.25	-0.0036	33.33	33.33	2.53	7.00	19.60	54.99	36.09	13.63	5.50	6.13	43.13	46.03	5.05	11.75	2.55	6.90	20.00	54.11	35.16	26.04	43.78	108.93
10h 06	1.313	-31.00	4.30	-0.0032	32.85	32.85	2.50	7.13	19.10	54.43	35.33	13.75	5.25	6.88	40.11	44.88	4.94	14.32	2.73	6.60	20.82	49.65	29.84	24.06	39.32	102.96
10h 08	1.241	-34.00	4.00	-0.0037	32.33	32.33	2.28	6.40	19.39	51.73	33.34	13.94	5.13	6.00	41.42	48.49	6.69	10.30	2.33	6.70	18.79	64.15	33.42	26.70	43.82	105.77
10h 10	1.289	-33.00	4.00	-0.0035	31.82	31.82	2.28	6.40	17.98	50.59	32.6	13.63	5.13	5.00	40.51	23.71	-16.39	10.08	2.65	6.60	20.95	51.30	29.68	2.77	41.05	77.52
10h 12	1.313	-35.00	3.75	-0.0036	28.65	28.65	2.28	3.13	17.39	23.87	6.49	11.27	5.13	5.75	39.16	43.92	4.62	-15.28	3.25	6.70	24.83	51.18	23.8	19.10	40.85	65.56
10h 14	1.301	-32.00	3.75	-0.0033	29.91	29.91	2.28	6.40	17.54	49.34	31.8	11.37	5.25	3.13	40.47	24.09	-16.47	8.97	0.65	7.00	4.24	53.97	50	19.85	43.84	64.24
10h 16	1.301	-37.00	4.50	-0.0038	34.69	34.69	3.25	3.13	25.00	24.09	-0.96	9.64	2.25	6.13	17.36	47.22	26.9	6.75	3.63	5.75	27.95	44.33	15.85	19.27	34.00	78.48
10h 18	1.294	-31.00	4.25	-0.0032	32.94	32.94	3.25	6.40	25.19	49.61	24.42	7.75	6.00	6.00	51.35	46.51	-5	-1.74	2.75	6.75	21.32	52.32	31.99	25.19	41.69	84.35
10h 20	1.345	-29.00	4.00	-0.0029	29.83	29.83	2.28	7.13	18.97	53.13	36.17	12.66	5.25	5.75	39.15	42.88	3.99	13.98	2.65	6.70	21.25	49.96	30.72	21.63	39.63	100.71
10h 22	1.254	-32.00	4.25	-0.0034	33.99	33.99	2.63	6.40	20.20	51.19	30.99	13.60	5.00	6.00	39.99	47.98	8.13	11.20	2.80	6.70	22.40	53.58	31.73	25.60	43.28	104.84
10h 24	1.257	-29.00	4.40	-0.0031	35.11	35.11	2.53	7.00	20.15	55.85	35.71	14.66	5.00	5.75	39.80	46.88	8.19	15.96	2.40	6.20	19.15	49.47	31.34	26.73	39.14	108.36
10h 26	1.233	-29.00	4.15	-0.0031	33.78	33.78	2.53	7.00	20.54	56.94	36.4	13.22	5.13	5.75	41.89	46.77	5.32	15.25	2.93	6.40	19.61	52.06	34.7	27.86	41.73	110.18
10h 28	1.216	-29.00	4.15	-0.0032	34.23	34.23	2.53	7.00	20.83	57.74	36.91	13.40	5.13	5.50	42.27	46.37	2.83	15.47	2.25	6.30	19.66	61.97	30.54	26.61	41.64	104.51
10h 30	1.178	-29.00	4.00	-0.0033	36.19	36.19	2.53	6.38	21.50	54.28	32.78	14.69	5.00	6.75	42.57	57.47	14.11	11.71	2.35	6.00	20.01	51.09	29.43	37.46	40.75	112.91
10h 32	1.33	-29.00	4.25	-0.0029	32.05	32.05	2.63	7.00	19.04	52.79	33.75	13.01	5.25	6.00	39.69	45.26	5.83	13.20	2.75	6.70	20.74	50.53	29.79	24.51	40.20	101.25
10h 34	1.244	-29.00	4.00	-0.0031	32.25	32.25	2.28	7.13	18.34	67.45	39.1	13.61	5.50	6.13	44.35	49.38	4.71	13.10	2.35	7.20	18.65	68.05	36.58	30.44	47.72	112.84
10h 36	1.33	-30.00	4.00	-0.0030	30.17	30.17	2.28	7.13	17.18	53.73	36.59	13.01	5.25	6.00	39.59	45.26	5.69	14.14	2.65	7.10	22.25	53.54	31.49	23.00	43.21	103.93
10h 38	1.33	-33.00	4.25	-0.0033	32.06	32.06	2.28	7.00	17.16	62.79	35.53	14.89	5.25	5.88	39.59	44.31	4.83	13.20	2.80	6.60	21.12	51.28	30.93	23.19	40.95	103.44
10h 40	1.322	-31.00	4.25	-0.0031	32.24	32.25	2.48	6.38	18.78	48.37	29.59	13.47	5.25	6.00	39.83	45.52	5.91	8.54	0.88	6.70	6.64	50.83	45.9	36.88	40.06	113.85
10h 42	1.297	-30.00	4.15	-0.0031	32.09	32.09	3.23	3.13	24.94	24.17	-0.77	7.15	2.25	6.25	17.40	48.33	30.83	5.77	2.83	6.60	21.85	43.31	21.41	26.49	32.68	83.59
10h 44	1.273	-30.00	3.75	-0.0032	29.55	29.55	2.63	7.00	19.89	55.15	35.26	9.65	5.25	6.00	41.37	47.27	5.84	13.79	2.60	6.50	20.49	61.21	30.35	26.79	40.88	101
10h 46	1.3	-29.00	4.50	-0.0030	34.72	34.72	2.38	7.13	18.32	54.97	38.65	13.40	5.25	5.63	40.61	43.40	2.93	14.47	2.50	7.00	19.29	64.01	35.12	24.11	43.88	109.42
10h 48	1.289	-27.00	4.25	-0.0028	33.07	33.07	2.38	6.38	18.48	49.81	31.13	14.59	5.13	3.00	39.88	23.34	-18.93	9.73	0.55	6.60	4.28	50.58	47.4	19.03	40.25	94.87
10h 50	1.295	-28.00	4.25	-0.0029	33.17	33.17	3.23	3.13	25.17	24.39	-0.78	8.00	2.25	6.00	17.66	48.82	29.85	6.83	0.65	5.20	5.07	40.59	36.22	41.78	30.26	98.46
10h 52	1.259	-29.00	4.25	-0.0031	33.86	33.86	3.23	3.13	25.69	24.90	-0.8	9.17	2.25	6.25	17.93	49.78	34	5.97	2.60	5.50	19.92	43.82	25.5	26.88	33.48	92.56
10h 54	1.26	-29.00	4.00	-0.0031	31.84	31.84	2.78	6.38	22.09	50.75	28.66	9.75	5.25	5.75	41.79	46.77	3.83	8.66	2.65	6.60	20.30	51.74	30.28	25.47	41.41	84.82
10h 56	1.18	-30.00	4.00	-0.0034	34.00	34	2.23	7.00	18.91	59.50	40.69	15.08	5.25	6.25	44.83	53.13	7.62	14.89	2.85	7.10	22.53	60.35	33.92	30.60	50.02	116.13
10h 58	1.308	-33.00	3.75	-0.0034	28.76	28.75	2.48	7.00	18.99	53.88	34.7	9.78	5.25	6.00	40.26	48.01	6.43	13.42	2.65	6.70	22.62	51.39	32.15	23.39	41.05	102.04
11h 00	1.316	-33.00	4.00	-0.0034	30.49	30.49	2.48	7.13	18.83	54.30	35.44	11.82	5.50	5.75	41.92	43.82	2.34	12.38	2.30	6.90	17.53	52.59	43	26.29	42.26	111.27
11h 02	1.17	-34.00	3.75	-0.0039	32.15	32.15	2.48	6.38	21.22	54.85	33.43	10.93	6.25	5.50	45.01	47.15	2.12	9.64	2.13	6.60	19.22	59.29	39.87	28.93	47.86	107.37
11h 04	1.073	-32.00	3.75	-0.0040	35.05	35.05	2.38	6.38	22.20	69.56	37.39	12.65	4.88	5.75	45.57	53.75	8.99	14.02	2.10	5.90	19.63	55.15	30.37	34.12	44.82	109.8
11h 06	1.182	-32.00	4.15	-0.0036	35.22	35.22	2.38	6.38	20.15	54.10	33.94	15.06	4.88	6.00	41.37	50.91	8.89	12.73	2.75	5.90	23.34	50.07	24.34	27.58	39.74	102.19
11h 08	1.255	-31.00	4.15	-0.0033	33.17	33.17	2.43	7.00	19.38	55.94	36.56	13.79	5.25	6.00	41.88	47.95	5.74	13.99	2.70	6.70	21.58	53.55	30.83	26.37	43.22	106.1
11h 10	1.298	-29.00	4.25	-0.0030	32.84	32.84	2.43	6.38	18.74	49.26	30.52	14.10	5.13	5.75	39.60	44.43	4.94	9.66	2.45	6.50	18.93	50.23	32.04	25.50	39.90	100.34
11h 12	1.31	-38.00	3.75	-0.0039	29.71	29.71	2.43	3.13	18.57	23.93	5.36	10.14	5.00	3.00	38.28	22.97	-15.47	-14.36	0.63	6.65	4.79	50.92	48.59	18.19	40.69	85.19
11h 14	1.288	-28.00	4.55	-0.0030	35.98	35.8	3.23	6.38	25.51	50.43	24.92	10.48	2.38	6.00	18.79	47.48	28.09	31.64	2.60	6.75	19.78	53.39	32.92	27.69	43.06	121.52
11h 16	1.297	-27.00	3.75	-0.0028	29.00	29	2.28	6.38	17.59	45.30	31.71	11.41	5.00	5.75	38.87	44.47	5.72	10.63	2.60	6.65	20.11	51.43	30.91	24.33	41.10	97.34
11h 18	1.295	-31.00	4.00	-0.0032	30.98	30.98	2.28	6.38	17.82	48.38	31.78	13.38	5.00	5.75	38.73	44.54	5.69	10.65	2.78	6.70	21.30	51.89	29.99	23.24	41.66	98.42
11h 20	1.314	-33.00	3.75	-0.0034	29.82	29.82	2.33	6.38	17.75	48.66	30.91	10.89	5.00	5.88	38.17	44.86	7	10.50	2.75	6.65	20.99	50.76	31.19	23.85	40.43	97.72
11h 22	1.321	-31.00	4.15	-0.0031	31.51	31.51	2.32	6.38	17.55	48.40	30.75	13.66	5.00	5.88	37.96	44.81	7.48	10.44	2.60	7.00	21.26	53.15	35.88	23.35	42.82	105.52
11h 24	1.254	-31.00	4.25	-0.0033	33.98	33.98	2.43	7.00	19.40	55.99	36.59	14.60	5.25	6.00	41.99	47.99	5.85	14.00	2.45	7.00	19.60	55.00	35.46	28.39	45.85	111.89
11h 26	1.174	-30.00	4.00	-0.0034	34.17	34.17	2.43	6.38	20.72	54.46	33.75	13.46	5.30	5.75	42.72	49.13	6.4	11.75	2.65	6.30	21.79	53.82	31.98	27.34	43.49	103.3
11h 28	1.297	-30.00	4.25	-0.0031	33.12	33.12	2.45	7.00	19.09	54.55	35.48	14.03	5.13	6.00	3											

Heure	Densité	PP1			SR1			PP1/SR1 (217.4m)			SR2			SR1/SR2			SR3			SR1/SR3 (604.4m)			SR2/SR3 (900m)	SR3/IM (1250m)	HAUTEUR NETTE	
		Pa (cmHg)	Pr (bar)	Hs(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Hs(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf (mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Hs(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf (mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Hs(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf (mCE)	Hf (mCE)	Hf (mCE)
11h 38	1.288	-30.00	3.75	-0.0031	29.20	29.2	2.50	7.00	19.47	54.51	35.04	9.73	5.38	6.13	41.88	47.70	5.92	12.65	2.50	7.30	19.47	56.85	37.88	28.23	46.82	108.04
11h 40	1.293	-31.00	4.00	-0.0032	31.03	31.03	2.50	7.13	19.39	55.27	35.88	11.64	5.38	6.13	41.70	47.51	5.87	13.58	2.50	7.30	19.39	56.83	37.55	28.12	46.30	110.33
11h 42	1.271	-32.00	3.75	-0.0034	29.59	29.59	2.50	7.13	19.73	56.23	36.5	9.86	5.38	6.13	42.42	48.34	5.76	13.81	2.33	7.20	18.36	56.82	37.41	25.99	46.48	109.26
11h 44	1.282	-33.00	3.75	-0.0034	29.34	29.34	2.50	7.00	19.58	54.77	35.21	9.78	5.25	6.00	41.07	46.94	5.9	13.69	2.60	7.30	20.34	57.11	36.32	26.50	46.78	106.61
11h 46	1.307	-33.00	4.15	-0.0034	31.85	31.85	2.60	6.38	19.19	48.92	29.74	12.66	5.13	6.00	39.33	46.04	6.75	9.59	2.75	7.00	21.10	63.72	32.77	24.64	43.99	101.11
11h 48	1.298	-33.00	4.30	-0.0034	33.23	33.23	2.50	6.38	19.32	49.23	29.94	13.91	5.13	5.88	39.80	45.40	5.8	9.88	2.75	7.10	21.25	64.86	33.81	24.15	44.53	102.58
11h 50	1.301	-32.00	4.00	-0.0034	30.84	30.84	2.50	6.38	19.27	49.15	29.87	11.56	5.13	5.88	39.61	46.29	5.77	9.64	2.55	7.05	19.66	64.35	34.84	25.53	44.02	101.12
11h 52	1.289	-29.00	4.25	-0.0030	32.84	32.84	2.50	6.38	19.32	49.26	29.84	13.52	5.25	5.88	40.57	46.42	4.82	8.66	2.55	7.10	19.70	64.86	35.11	25.59	44.53	102.71
11h 54	1.309	-28.00	4.30	-0.0029	33.10	33.1	2.50	6.38	19.24	49.07	29.83	13.85	5.25	5.88	40.41	46.22	4.87	8.66	2.75	7.25	21.17	65.91	35.1	24.08	45.48	102.9
11h 56	1.3	-30.00	4.50	-0.0031	34.72	34.72	2.60	6.38	19.29	49.19	29.9	15.43	5.25	6.00	40.51	46.29	5.85	8.66	2.50	7.00	19.29	64.01	35.15	25.07	43.68	105.83
11h 58	1.286	-28.00	4.25	-0.0029	33.15	33.15	2.89	7.13	20.86	55.57	34.71	12.28	5.25	6.00	40.85	46.90	5.84	14.62	2.50	7.20	19.60	66.19	36.6	27.30	45.83	110.3
12h 00	1.284	-30.00	4.15	-0.0031	32.42	32.42	2.68	7.13	20.90	55.86	34.78	11.62	5.25	6.13	41.01	47.85	6.84	14.65	2.75	9.50	21.48	74.21	52.73	26.38	63.88	126.75
12h 02	1.288	-31.00	3.75	-0.0022	29.20	29.2	2.13	8.25	18.55	64.25	47.7	12.85	6.25	7.00	49.67	54.51	5.91	15.57	2.60	7.70	20.25	59.96	40.21	34.28	49.63	123.02
12h 04	1.284	-35.00	3.50	-0.0036	27.34	27.34	2.08	7.00	18.21	54.69	36.47	11.13	6.00	6.13	46.87	47.85	6.99	7.91	2.50	7.50	19.53	58.59	38.43	28.32	48.26	106.23
12h 06	1.272	-34.00	4.25	-0.0035	33.51	33.51	2.50	7.13	19.71	55.18	36.47	13.63	5.25	6.00	41.40	47.31	5.83	14.78	2.30	7.20	18.14	56.77	38.1	29.18	46.44	113.91
12h 08	1.272	-36.00	3.75	-0.0038	29.57	29.57	2.53	7.00	19.91	55.20	35.29	9.66	5.25	6.00	41.40	47.31	5.8	13.80	2.60	7.20	20.60	58.77	35.55	28.81	46.44	108.21
12h 10	1.29	-35.00	4.25	-0.0036	33.04	33.04	2.50	6.38	19.44	49.57	30.13	13.61	5.13	6.00	39.85	46.35	6.7	9.72	2.65	7.15	20.60	55.59	34.48	26.05	45.26	104.35
12h 12	1.298	-35.00	4.30	-0.0036	33.23	33.23	2.50	6.38	19.32	49.26	29.94	13.91	5.25	6.00	40.57	46.38	5.9	8.69	2.70	7.00	20.86	64.09	33.25	25.50	43.76	102.22
12h 14	1.309	-35.00	4.50	-0.0036	34.48	34.48	2.50	7.00	19.16	53.84	34.48	15.32	5.13	6.00	39.27	45.37	6.7	14.37	2.80	7.30	19.92	55.94	35.96	28.05	45.81	111.86
12h 16	1.287	-34.00	4.25	-0.0035	32.87	32.87	2.50	7.00	19.33	54.13	34.8	13.53	5.13	6.00	39.63	46.40	6.8	14.50	2.60	7.00	20.11	64.13	34.18	28.29	43.80	108.86
12h 18	1.31	-33.00	4.30	-0.0034	32.92	32.92	2.50	6.38	19.14	49.81	29.67	13.78	5.25	6.00	40.20	45.94	5.85	8.61	2.70	7.10	20.67	64.36	34.29	25.27	44.03	102.73
12h 20	1.291	-33.00	4.25	-0.0034	33.02	33.02	2.50	6.38	19.42	49.63	30.11	13.63	5.25	6.00	40.79	46.62	5.73	8.74	2.65	7.15	20.50	65.65	34.4	28.03	45.22	103.26
12h 22	1.297	-32.00	4.30	-0.0033	33.51	33.51	2.50	7.00	19.48	54.55	35.07	14.03	5.25	6.13	40.92	47.73	6.78	13.64	2.85	7.20	20.65	66.11	35.13	27.08	45.78	110.47
12h 24	1.312	-31.00	4.30	-0.0032	32.87	32.87	2.80	7.00	21.41	63.51	32.11	11.47	5.25	6.13	40.14	46.82	6.79	13.98	2.55	7.80	19.49	68.83	40.73	27.33	48.30	112.5
12h 26	1.299	-31.00	4.15	-0.0032	32.04	32.04	2.80	7.38	21.82	66.96	35.33	10.42	5.38	6.25	41.50	46.26	6.67	15.44	2.50	7.10	19.30	64.82	35.09	28.56	44.49	109.13
12h 28	1.293	-30.00	4.00	-0.0031	31.03	31.03	2.80	7.13	21.72	65.27	33.55	9.31	5.38	6.25	41.70	46.48	6.77	13.58	2.50	9.50	19.39	73.69	54.13	28.09	63.96	125.48
12h 30	1.315	-32.00	4.25	-0.0034	32.42	32.42	2.53	7.00	19.26	53.99	34.13	13.16	5.25	6.38	40.04	46.82	6.59	13.35	2.50	7.40	19.83	64.44	35.84	28.79	45.11	111.78
12h 32	1.297	-34.00	4.25	-0.0035	32.87	32.87	2.63	7.13	19.53	55.10	35.57	13.34	5.38	6.25	41.57	48.33	6.77	13.53	2.50	7.10	19.33	64.91	35.57	28.00	44.58	110.78
12h 34	1.314	-37.00	4.15	-0.0038	31.68	31.68	2.53	6.38	19.27	48.66	29.39	12.40	5.25	6.00	40.07	46.80	5.76	8.69	2.80	7.05	22.14	63.81	31.87	23.66	43.48	88.7
14h 44	1.297	-28.00	4.75	-0.0029	36.73	36.73	3.23	7.13	24.94	55.10	38.16	11.79	5.50	6.00	42.63	46.40	3.85	12.57	3.30	7.30	25.52	65.46	38.84	20.88	46.12	101.98
14h 46	1.306	-30.00	4.50	-0.0031	34.56	34.56	2.95	7.13	22.66	54.72	32.06	11.90	5.83	6.25	43.20	46.00	5.03	11.62	3.25	7.50	24.95	57.80	34.18	23.04	47.27	105.83
14h 48	1.301	-25.00	4.75	-0.0026	38.82	38.82	2.53	7.13	19.47	54.93	35.46	17.15	5.83	6.50	43.37	50.11	7.64	11.66	2.00	7.90	15.42	80.91	51.5	34.89	50.59	131.22
14h 50	1.247	-29.00	4.75	-0.0031	38.21	38.21	2.28	7.00	18.30	55.30	38	19.91	6.50	6.38	52.28	51.28	-1	4.02	2.40	7.20	19.30	67.91	38.21	31.97	47.58	113.42
14h 52	1.149	-28.00	4.50	-0.0033	39.28	39.28	2.86	7.38	25.75	64.36	38.63	13.63	5.38	6.25	46.92	54.66	6.84	17.48	2.60	6.90	22.70	60.23	33.82	31.86	49.80	110.37
14h 54	1.28	-29.00	4.35	-0.0031	34.83	34.83	2.90	7.38	23.09	58.71	36.62	11.64	5.83	6.50	44.78	51.74	6.88	13.93	2.75	7.10	21.89	66.52	34.11	29.85	46.18	111.22
14h 56	1.283	-31.00	4.75	-0.0032	37.13	37.13	2.90	7.38	22.67	57.62	34.88	14.46	5.83	6.50	43.97	50.61	6.79	13.68	3.00	7.30	23.45	57.07	33.39	27.36	46.74	112.20
14h 58	1.279	-26.00	4.00	-0.0029	31.37	31.37	2.28	6.38	17.84	49.99	32.15	13.53	5.38	6.00	42.15	47.06	4.85	7.84	2.90	7.70	22.74	60.38	37.26	24.31	60.05	105.83
15h 00	1.292	-30.00	3.75	-0.0031	29.11	29.11	2.75	6.13	21.35	47.55	25.2	7.76	5.00	6.00	38.82	48.58	8.34	8.73	0.50	7.40	3.88	67.45	57.58	42.70	47.12	121.23
15h 02	1.292	-27.00	4.25	-0.0028	32.99	32.99	3.05	3.00	23.68	23.29	-0.39	9.22	2.25	2.88	17.47	22.32	4.89	6.82	2.75	5.90	21.35	45.80	24.83	0.97	35.47	82.12
15h 04	1.202	-28.00	4.00	-0.0031	33.38	33.38	2.53	6.13	21.07	51.11	30.04	12.31	5.13	3.13	42.77	26.08	-15.57	8.34	2.25	7.50	19.78	62.59	40.88	7.30	62.25	86.73
15h 06	1.293	-32.00	4.25	-0.0033	33.23	33.23	2.23	6.00	17.39	46.91	29.51	15.83	5.00	5.88	39.09	45.92	6.78	7.92	2.80	7.35	21.89	57.46	35.24	24.04	47.13	104.76
15h 08	1.288	-33.00	4.25	-0.0034	33.10	33.1	2.23	6.25	17.33	46.87	31.34	15.77	5.25	5.75	40.88	44.78	3.94	7.79	3.00	7.60	23.36	58.18	35.36	21.42	48.85	103.64
15h 10	1.285	-28.00	4.35	-0.0029	33.86	33.86	2.23	6.38	17.23	49.39	32.14	16.46	5.25	6.00	40.86	46.47	6.53	6.71	3.30	7.70	25.56	59.94	36.31	20.91	49.31	110.57
15h 12	1.305	-25.00	4.75	-0.0026	36.51	36.51	2.63	7.38	20.18	55.88	36.51	16.33	5.88	6.38	45.15	48.00	4.65	11.53	3.20	7.20	24.69	55.34	37.18	24.40	45.01	114.85
15h 14	1.152	-28.00	4.75	-0.0032	41.36	41.36	2.63	7.13	22.96																	

Heure	Densité	PP1				SR1				PP1/SR1 SR2 (217.4m)				SR1/SR2/SR3 (604.1m)				SR2/SR3 (900m)	SR3/JM (1250m)	HAUTEUR NETTE	TOTAL E					
		Pa (cmHg)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf (mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf (mCE)	Pa (bar)	Pr (bar)		Ha(mCE)	Hr(mCE)	Hn(mCE)	Hf (mCE)	
16h 20	1.259	-30.50	4.25	-0.0036	33.86	33.99	2.23	6.25	17.73	49.79	32.07	18.13	5.00	5.75	39.83	45.81	5.78	9.98	20.71	55.77	33.82	25.10	45.44	105.51		
16h 22	1.303	-30.00	4.25	-0.0031	32.72	32.72	2.23	6.38	17.13	49.07	31.95	15.59	5.25	5.88	40.41	45.22	4.84	8.88	21.17	53.88	32.89	24.08	43.55	102.4		
16h 24	1.305	-26.00	4.75	-0.0030	36.51	36.51	2.23	7.25	17.10	56.72	36.62	19.41	5.75	6.00	44.19	46.12	1.92	11.53	3.10	7.05	23.83	54.19	30.27	22.28	49.86	107.32
16h 26	1.298	-27.00	5.00	-0.0029	39.70	39.7	3.13	8.00	24.19	61.91	37.73	14.51	5.75	6.50	44.50	50.31	5.84	17.41	3.00	7.45	23.22	57.66	34.65	27.09	47.33	116.92
16h 28	1.309	-28.50	4.75	-0.0029	36.40	36.4	3.13	7.38	23.95	56.51	32.57	12.45	6.00	6.75	45.87	51.72	6.11	10.54	2.80	7.40	21.45	56.70	37.48	30.27	46.37	112.56
16h 30	1.288	-32.00	4.75	-0.0033	36.99	36.99	2.90	7.38	22.58	57.43	34.86	14.41	5.75	6.50	44.78	50.62	5.84	12.65	2.70	7.30	21.03	56.85	35.82	29.59	46.52	113.5
16h 32	1.231	-26.00	4.50	-0.0030	36.57	36.57	2.53	8.00	20.57	65.18	44.61	18.09	6.50	6.25	44.81	50.92	5.77	20.37	2.38	7.05	19.35	57.44	35.95	31.57	47.11	123.01
16h 34	1.298	-30.00	4.50	-0.0031	35.04	35.04	2.90	7.25	22.58	56.46	33.87	12.45	5.75	6.75	44.78	52.56	7.39	11.68	2.90	7.10	21.83	55.29	31.71	30.78	44.88	103
16h 36	1.304	-30.00	4.75	-0.0031	36.54	36.54	2.90	7.38	22.31	56.73	34.42	14.23	5.89	6.50	45.19	50.00	4.62	11.64	2.75	7.20	21.15	55.38	32.89	28.84	45.05	109.47
16h 38	1.26	-30.00	4.75	-0.0029	35.03	35.03	2.90	7.25	21.39	53.47	32.08	13.64	5.88	6.75	43.33	49.78	6.92	10.14	3.00	7.40	22.13	54.58	34.78	27.68	44.25	109.81
16h 40	1.367	-26.00	4.50	-0.0029	33.26	33.26	2.90	7.25	21.43	53.59	32.15	11.63	5.88	6.75	43.42	49.88	6.56	10.16	3.00	7.60	22.17	56.17	34.51	27.72	45.84	108.48
16h 42	1.289	-31.00	4.50	-0.0033	35.57	35.57	2.90	7.25	22.62	67.30	34.38	12.65	5.75	6.50	45.45	51.38	5.81	11.85	2.75	6.80	21.74	60.75	31.37	29.64	43.42	107.13
16h 44	1.337	-30.00	4.75	-0.0030	35.83	35.83	2.90	7.38	21.76	55.33	33.87	13.88	5.83	6.25	42.20	46.88	4.83	13.13	2.90	7.40	21.76	55.51	34.8	25.13	45.18	108.83
16h 46	1.285	-30.00	4.75	-0.0031	36.79	36.79	2.90	7.38	22.45	57.12	34.66	14.33	5.88	6.50	45.50	50.34	4.91	11.62	2.60	7.40	20.14	57.31	37.7	30.21	46.88	114.06
16h 48	1.297	-32.00	4.50	-0.0033	34.80	34.8	2.90	7.38	22.43	57.03	34.61	12.37	5.75	6.50	44.47	50.27	5.9	12.57	2.60	7.30	20.11	56.45	35.37	30.18	46.12	111.58
16h 50	1.277	-30.00	4.50	-0.0031	35.34	35.34	2.80	7.25	22.78	58.94	34.17	12.57	5.88	6.38	45.14	50.07	3.93	10.80	2.30	7.25	19.26	56.94	39.74	31.81	46.61	112.18
16h 52	1.266	-31.00	4.25	-0.0032	32.88	32.88	2.80	7.13	22.44	56.14	32.7	10.45	5.25	6.50	40.83	60.31	9.69	14.51	0.38	7.20	2.80	55.72	52.86	47.40	45.29	129.13
16h 54	1.275	-34.00	4.50	-0.0036	35.40	35.4	3.06	3.13	23.99	24.58	0.59	11.41	2.25	6.25	17.70	49.17	30.53	6.89	3.13	5.80	24.68	48.41	21.18	24.58	36.08	87.7
16h 56	1.295	-26.00	4.75	-0.0027	36.79	36.79	3.23	8.00	24.98	61.98	36.98	11.81	6.00	3.25	48.47	25.17	21.02	15.49	2.75	7.80	21.30	61.19	39.37	3.87	60.86	92.12
16h 58	1.314	-28.00	4.50	-0.0028	34.35	34.35	2.53	8.00	19.27	61.07	41.79	15.08	6.00	7.00	45.80	53.43	7.64	15.27	2.80	8.00	21.37	61.07	39.75	32.08	50.74	123.50
16h 00	1.312	-30.00	4.50	-0.0031	34.40	34.4	2.89	8.00	20.07	61.16	41.09	14.30	6.00	5.63	45.87	50.86	4.88	15.29	3.00	8.00	22.93	61.16	39.06	27.71	50.83	119.43
16h 02	1.312	-28.00	4.00	-0.0029	30.58	30.58	2.83	7.00	20.07	53.51	33.45	10.61	6.50	6.88	42.05	52.58	11.14	11.47	0.39	7.30	2.87	56.81	56.11	49.59	45.48	131.28
16h 04	1.284	-30.00	4.25	-0.0031	33.20	33.2	3.23	7.25	25.19	56.83	31.44	9.01	2.25	8.13	17.58	47.86	21.19	39.06	3.90	6.20	22.65	49.43	26.56	25.19	39.10	122.89
16h 06	1.238	-30.00	4.75	-0.0032	38.48	38.48	2.90	7.00	23.50	56.71	33.22	14.99	5.75	5.25	46.59	50.64	3.77	10.13	3.00	7.30	24.31	59.14	32.38	26.23	48.81	107.85
16h 08	1.246	-27.00	4.75	-0.0029	38.24	38.24	2.90	7.25	23.34	58.35	35.02	14.89	5.75	6.53	46.29	53.33	6.8	12.07	3.00	7.30	24.15	58.76	33.41	26.18	48.43	113.47
16h 10	1.332	-27.00	4.75	-0.0027	35.77	35.77	2.90	7.25	21.84	54.59	32.78	13.89	5.75	6.13	43.30	45.12	2.87	11.30	3.20	7.70	24.10	57.98	34.45	22.03	47.65	105.85
16h 12	1.291	-27.00	4.50	-0.0028	34.96	34.96	2.90	7.25	22.53	56.33	33.8	12.43	6.00	6.83	45.62	51.47	5.3	9.71	2.60	7.40	20.20	57.48	38.7	31.27	47.15	114.76
16h 14	1.31	-26.00	4.90	-0.0027	37.52	37.52	2.80	6.38	22.20	48.81	28.61	15.31	5.88	6.50	44.98	49.77	4.96	8.83	2.70	7.50	20.87	57.42	40.09	29.09	47.09	107.15
16h 16	1.183	-27.00	4.75	-0.0031	40.27	40.27	2.90	7.25	24.59	61.47	38.88	15.69	5.75	6.50	49.75	55.11	5.75	12.72	2.25	7.20	19.08	61.05	37.90	36.03	50.72	120.83
16h 18	1.265	-26.00	4.50	-0.0027	35.88	35.88	2.90	7.25	22.99	57.48	34.49	12.69	5.38	6.25	42.62	49.56	6.7	14.87	2.60	7.10	20.62	56.30	34.45	28.94	45.67	111.32
16h 20	1.309	-28.00	4.75	-0.0029	36.40	36.4	2.90	7.25	22.22	55.55	33.33	14.18	5.50	8.25	42.14	47.86	5.81	12.41	2.75	7.40	21.07	56.70	35.02	26.82	46.37	111.56
16h 22	1.31	-25.00	5.00	-0.0026	38.28	38.28	2.80	7.25	22.20	55.51	33.31	15.08	5.83	6.50	43.07	49.77	8.78	12.44	2.60	7.60	19.81	57.42	37.88	29.88	47.08	116.21
16h 24	1.285	-30.00	4.00	-0.0031	30.98	30.98	2.53	6.38	19.56	49.38	29.82	11.42	5.13	5.88	39.89	45.50	5.87	9.88	2.80	6.80	20.14	53.44	33.84	26.37	43.11	100.31
16h 26	1.298	-28.00	4.75	-0.0029	36.70	36.7	2.53	8.00	19.51	61.82	42.31	17.19	5.38	5.75	41.53	44.43	2.91	20.28	2.60	7.20	21.64	55.84	34.11	22.80	45.31	118.00
16h 28	1.282	-26.00	4.50	-0.0027	35.21	35.21	2.90	8.00	22.88	62.59	39.9	12.62	6.13	5.50	47.92	43.03	4.92	14.67	2.45	7.40	19.17	57.90	38.97	23.86	47.57	109.16
16h 30	1.294	-33.00	4.00	-0.0034	31.00	31	2.90	6.38	22.49	48.41	38.94	8.53	5.25	5.50	40.89	42.93	1.93	8.72	2.85	7.10	22.09	55.03	32.94	20.54	44.70	92.71
16h 32	1.274	-27.00	4.25	-0.0028	33.46	33.46	2.85	7.00	22.44	55.11	32.67	11.02	6.50	5.75	43.30	45.27	1.94	11.81	2.60	7.30	22.83	57.47	34.21	22.44	47.14	102.28
16h 34	1.298	-26.00	4.75	-0.0027	36.70	36.7	3.18	8.00	24.59	61.82	37.28	12.17	8.13	6.50	47.33	50.23	3.07	14.48	2.90	7.40	22.41	57.18	36.79	27.82	46.85	113.94
16h 36	1.29	-25.00	4.75	-0.0025	36.93	36.93	3.23	8.00	25.09	62.20	37.13	11.68	8.13	6.75	47.62	52.48	4.81	14.68	3.10	7.60	24.10	58.31	33.9	26.38	47.98	112.77
16h 38	1.227	-25.00	4.50	-0.0027	36.79	36.79	3.23	8.25	26.36	67.44	41.08	10.42	8.50	7.00	53.13	57.22	3.92	14.31	3.10	7.20	25.34	58.86	32.15	31.88	48.53	113.94
16h 40	1.302	-26.00	4.50	-0.0029	34.57	34.57	2.53	8.13	19.45	62.59	43.14	15.21	6.25	8.99	48.15	52.96	4.82	14.44	2.90	8.10	22.34	62.40	40.09	30.62	52.07	122.72
16h 42	1.279	-30.00	4.50	-0.0031	35.29	35.29	2.53	7.25	19.80	56.88	37.05	15.45	6.88	6.88	46.07	53.91	7.52	10.78	2.20	7.40	17.25	58.00	39.1	36.68	47.70	118.06
16h 44	1.301	-30.00	4.75	-0.0031	36.82	36.82	2.90	7.00	22.33	53.97	31.61	14.25	5.75	6.50	44.33	50.11	5.63	9.84	3.00	7.60	23.13	58.58	34.51	26.98	48.26	108.37
16h 46	1.334	-26.00	4.75	-0.0028	35.71	35.71	3.05	8.25	22.90	62.03	39.1	12.76	6.50	6.38	48.87	47.92	0.95	13.18	2.75	8.20	20.88	61.85	41.35	27.25	51.32	115.21
16h 48	1.337	-27.00	4.50	-0.0027	33.76	33.76	2.80	8.25	21.78	61.89	40.14	12.00	6.25	6.88	46.89											

EVALUATION DES PERTES DE CHARGE SUR CHAQUE TRONCON DU TH.

Mesures du 11/06/93

Heure	Asp	PP1	Ref	PP1	Ha (mCE)	Hr (mCE)	Asp	SR1	Ref	SR1	Ha (mCE)	Hr (mCE)	PP1/SR1 (217.4m)	Asp	SR2	Ref	SR2	Ha (mCE)	Hr (mCE)	SR1/SR2 (604.4m)	Asp	SR3	Ref	SR3	Ha (mCE)	Hr (mCE)	SR2/SR3 (900m)	SR3/JM (1250m)
12h34	-35.5	4.25	-0.36	42.5	2	7	20	70	22.5	5.5	6.85	55	68.5	15	2.5	6.8	25	68	43.5	33.17								
35	-46.5	4.5	-0.47	45	2	8	20	80	25	6	6.55	60	65.5	20	3	8.3	30	83	35.5	25.17								
36	-25.5	4.5	-0.25	45	2	8	20	80	25	6	6.45	60	64.5	20	2.5	7.5	25	75	39.5	29.17								
37	-30	4.25	-0.31	42.5	2	8	20	80	22.5	6	6.65	60	66.5	20	2	7.8	20	78	46.5	36.17								
38	-25	4.5	-0.25	45	1.5	7.5	15	75	30	6	6.15	60	61.5	15	2	7.5	20	75	41.5	31.17								
39	-27	4.5	-0.27	45	1.5	6.5	15	65	30	6	5.85	60	58.5	5	2	8	20	80	38.5	28.17								
40	-34.5	4.5	-0.35	45	2.5	6	25	60	20	5.5	5.75	55	57.5	5	1	7	10	70	47.5	37.17								
41	-27.5	4	-0.28	40	2.5	5.5	25	65	15	5	5.85	50	58.5	15	1.5	6.3	15	63	43.5	33.17								
42	-35	4.5	-0.36	45	2.5	7	25	70	20	5	5.85	50	58.5	20	2	6.5	20	65	38.5	28.17								
43	-35.5	4.5	-0.36	45	2.75	7	27.5	70	17.5	5	5.85	50	58.5	20	2	6.7	20	67	38.5	28.17								
44	-33.5	4.25	-0.34	42.5	2.75	7	27.5	70	15	5	6.1	50	61	20	2.25	6.7	22.5	67	38.5	28.17								
45	-40	4.25	-0.41	42.5	2.75	7	27.5	70	15	5.5	6.1	55	61	15	2.5	7	25	70	36	25.67								
46	-42.5	5	-0.43	50	2.75	7	27.5	70	22.5	5.5	6.1	55	61	15	2.75	7	27.5	70	33.5	23.17								
47	-35	5	-0.36	50	2.75	8	27.5	80	22.5	5.5	6.7	55	67	25	3	7	30	70	37	25.67								
48	-26.5	5	-0.27	50	2.5	7	25	70	25	6	6.45	60	64.5	10	3	7.5	30	75	34.5	24.17								
49	-32.5	5	-0.33	50	2.5	7	25	70	25	6	6.1	60	61	10	3	7	30	70	31	20.67								
50	-35	5	-0.36	50	2.5	7	25	70	25	5.5	6.35	55	63.5	15	2.5	7	25	70	38.5	28.17								
51	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.55	55	65.5	15	2.5	7	25	70	40.5	30.17								
52	-30	4.5	-0.31	45	2.5	8	25	80	20	6	6.55	60	65.5	20	2.5	7.3	25	73	41.5	31.17								
53	-27.5	4.5	-0.28	45	2.5	7.5	25	75	20	6	6.45	60	64.5	15	2.5	7.3	25	73	39.5	29.17								
54	-25.25	4.5	-0.26	45	2.5	7	25	70	20	6	5.4	60	54	10	2.5	7	25	70	29	18.67								
55	-35	4.5	-0.36	45	2.5	6.5	25	65	20	5.5	5.55	55	55.5	10	2.5	7	25	70	30.5	20.17								
56	-32.5	4.5	-0.33	45	2.5	7	25	70	20	5	5.95	50	59.5	20	2	6.5	20	65	39.5	29.17								
57	-37.5	4.75	-0.38	47.5	2.75	7	27.5	70	20	5.5	6	55	60	15	2.5	6.3	25	63	35	24.67								
58	-32.5	4.75	-0.33	47.5	2.75	7	27.5	70	20	5.5	5.85	55	58.5	15	2.5	6.5	25	65	33.5	23.17								
59	-33.5	4.75	-0.34	47.5	2.75	6.5	27.5	65	20	5	5.65	50	56.5	15	2.5	6.5	25	65	31.5	21.17								
60	-33.5	4.75	-0.34	47.5	2.75	6.5	27.5	65	20	5	5	50	50	15	2.5	6.5	25	65	25	14.67								
13h00	-35	4.75	-0.36	47.5	2.75	6.5	27.5	65	20	5	6	50	60	15	2.3	6.8	23	68	37	26.67								
1	-32.5	4.75	-0.33	47.5	2.75	6.5	27.5	65	20	5.5	6	55	60	10	2.5	6.5	25	65	35	24.67								
2	-30	5	-0.32	50	2.75	7	27.5	70	22.5	5.5	5.9	55	59	15	2.5	6.3	25	63	34	23.67								
3	-40	6	-0.41	50	2.75	7	27.5	70	22.5	5.5	6.9	55	69	15	2	6.3	20	63	49	36.67								
4	-22.5	5	-0.23	50	2.5	9	25	90	25	6	6.7	60	67	30	2	8.5	20	85	47	36.67								
5	-30	5	-0.31	50	2.5	9	25	90	25	6	6.9	60	69	30	2	8.5	20	85	49	38.67								
6	-32.5	4.5	-0.33	45	2.5	9	25	90	20	6.5	7.2	65	72	25	2.5	8.3	25	83	47	36.67								
7	-25	4.25	-0.25	42.5	2.5	9	25	90	17.5	6.5	6.2	65	62	25	2.5	8.3	25	83	37	26.67								
8	-25	4.25	-0.25	42.5	2	8	20	80	22.5	5.5	6.2	55	62	25	2	7.8	20	78	42	31.67								
9	-25.5	5	-0.26	50	2.5	7	25	70	25	5.5	6.1	55	61	15	2	7.8	20	78	41	30.67								
10	-25	4.5	0.25	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.1	55	61	15	2.5	7.8	25	78	36	25.67								
11	-40	4.25	-0.41	42.5	2.5	7	25	70	17.5	5.5	6	55	60	15	2.3	7.3	23	73	37	26.67								
12	-30	4.75	-0.31	47.5	2.5	7	25	70	22.5	5.5	6	55	60	15	2	7.3	20	73	40	29.67								
15h10	-32.5	5	-0.33	50	3	8	30	80	20	6	6.4	60	64	20	3	7.5	30	75	34	23.67								
11	-22.5	4.75	-0.23	47.5	3	8	30	80	17.5	6	6.5	60	65	20	3	8	30	80	35	24.67								
12	-30	5	-0.31	50	2.75	8	27.5	80	22.5	6	6.5	60	65	20	3	8	30	80	35	24.67								
13	-32.5	5	-0.33	50	2.75	8	27.5	80	22.5	6	6.7	60	67	20	2.5	7.8	25	78	42	31.67								
14	-30	5	-0.31	50	3	8	30	80	20	6.5	7.1	65	71	15	3	7.8	30	78	41	30.67								
15	-22.5	5	-0.23	50	2.75	8	27.5	80	22.5	6.5	6.9	65	69	15	2.5	7.8	25	78	44	33.67								
16	-20	4.25	-0.20	42.5	2.75	8	27.5	80	15	6.5	6.9	65	69	15	2.3	7.8	23	78	46	35.67								
17	-27.5	4.5	-0.28	45	2.75	8	27.5	80	17.5	6	6.9	60	69	20	2	8	20	80	49	38.67								
18	-27.5	4.5	-0.28	45	2.75	7	27.5	70	17.5	6	6.4	60	64	10	2.5	7	25	70	39	28.67								
19	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6	55	60	15	2	7	20	70	40	29.67								
20	-30	4.25	-0.31	42.5	2.5	7	25	70	17.5	5.5	6.1	55	61	15	2.5	7.3	25	73	36	25.67								
21	-27.5	4.75	-0.28	47.5	2.5	7	25	70	22.5	5.5	6.3	55	63	15	2.5	7.5	25	75	38	27.67								
22	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.25	55	62.5	15	2.5	7.5	25	75	37.5	27.17								
23	-32.5	5	-0.33	50	2.5	7	25	70	25	5.5	6.1	55	61	15	2.5	7.3	25	73	36	25.67								
24	-30	5	-0.31	50	2.5	9.5	25	95	25	5.5	7.1	55	71	40	2.5	8.6	25	86	46	35.67								
25	-35	5	-0.36	50	2.75	9.5	27.5	95	22.5	7	7.6	70	76	25	3.2	8.5	32	85	44	33.67								
26	-32.5	5	-0.33	50	2.75	9.5	27.5	95	22.5	7	7.6	70	76	25	3.2	8.5	32	85	44	33.67								
27	-30	5	-0.31	50	2.75	9.5	27.5	95	22.5	7	7.5	70	75	25	3	8.5	30	85	45	34.67								
28	-32.5	5	-0.33	50	2.75	9.5	27.5	95	22.5	7	7.7	70	77	25	3	8.5	30	85	47	36.67								
Moy	-31.76	4.75	-0.32	47.50	2.59	7.66	25.91	76.55	21.59	5.87	6.47	58.71	64.74	17.84	2.48	7.52	24.79	75.16	39.95	29.44								

Heure	Asp. PP1	Ref. PP1	Ha(mCE)	Hr(mCE)	Asp. SR1	Ref. SR1	Ha(mCE)	Hr(mCE)	PP1/SR1 (217.4m)	Asp. SR2	Ref. SR2	Ha(mCE)	Hr(mCE)	SR1/SR2 (604.4m)	Asp. SR3	Ref. SR3	Ha(mCE)	Hr(mCE)	SR2/SR3 (900m)	SR3/JM (1250m)
29	-30	4.5	-0.31	45	2.75	9.5	27.5	95	17.5	7	7.7	70	77	25	3	8.3	30	83	47	36.67
30	-32.5	4.5	-0.33	45	2.5	9.5	25	95	20	7	7.5	70	75	25	3	8	30	80	45	34.67
31	-35	4.5	-0.36	45	2.75	9.5	27.5	95	17.5	6.5	7.25	65	72.5	30	3	8	30	80	42.5	32.17
32	-32.5	4.5	-0.33	45	2.5	7	25	70	20	8.5	6.5	95	65	5	2.7	7.3	27	73	38	27.67
33	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.3	55	53	15	2.3	7.3	23	73	40	29.67
34	-32.5	4.5	-0.33	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.1	55	51	15	2.5	7.3	25	73	36	25.67
35	-35	4.5	-0.36	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6	55	50	15	2.5	7.3	25	73	35	24.67
36	-27.5	4.5	-0.28	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6	55	50	15	2.5	7.5	25	75	35	24.67
37	-35	4.5	-0.36	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.1	55	51	15	2.5	7.5	25	75	36	25.67
38	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.1	55	51	15	2.5	7.5	25	75	36	25.67
39	-32.5	4.5	-0.33	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.1	55	51	15	2.8	7.3	28	73	33	22.67
40	-32.5	5	-0.33	50	2.5	7	25	70	25	5.5	5.9	55	59	15	2.5	7.3	25	73	34	23.67
41	-32.5	5	-0.33	50	3	8	30	80	20	6	6.5	60	55	20	2.5	8	25	80	40	29.67
42	-27.5	5	-0.28	50	2.75	9	27.5	90	22.5	6.5	7.2	65	72	25	2.3	8.5	23	85	49	38.67
43	-37.5	5	-0.38	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7.1	65	71	25	2.3	8.5	23	85	48	37.67
44	-32.5	5	-0.33	50	2.5	9	25	90	25	6.5	6.9	65	69	25	2	8.3	20	83	49	38.67
45	-27.5	4.5	-0.28	45	2	8	20	80	25	6	6	60	60	20	2	7.5	20	75	40	29.67
46	-30	4.5	-0.31	45	2	7.75	20	77.5	25	6	6.5	60	65	17.5	2	7.5	20	75	45	34.67
47	-32.5	4.5	-0.33	45	2	7.75	20	77.5	25	6	6.4	60	64	17.5	2	7.5	20	75	44	33.67
48	-32.5	4.5	-0.33	45	2	8	20	80	25	5.5	6.4	55	64	25	2	7.5	20	75	44	33.67
49	-32.5	4.5	-0.33	45	2	8	20	80	25	5.5	6.3	55	63	25	2	7.5	20	75	43	32.67
50	-32.5	5	-0.33	50	2.75	9	27.5	90	22.5	6.5	7.1	65	71	25	2.3	8.8	23	88	48	37.67
51	-35	5	-0.36	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7	65	70	25	2.3	8.8	23	88	47	36.67
52	-27.5	5	-0.28	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7.1	65	71	25	2.3	8.8	23	88	48	37.67
53	-22.5	5	-0.23	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7.2	65	72	25	2.5	8.8	25	88	47	36.67
54	-30	4.5	-0.31	45	2.5	9	25	90	20	6.5	7.3	65	73	25	2.5	8.8	25	88	48	37.67
55	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7.75	25	77.5	20	6.5	6.4	65	64	12.5	2	8	20	80	44	33.67
56	-35	4.5	-0.36	45	2	8	20	80	25	6	6.5	60	65	20	2.3	8	23	80	42	31.67
57	-30	4.5	-0.31	45	2	8	20	80	25	6	6.5	60	65	20	2.3	8	23	80	42	31.67
58	-25	4.5	-0.25	45	2.5	7.25	25	72.5	20	5.5	6.3	55	63	17.5	2.3	7.5	23	75	40	29.67
59	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.1	55	61	15	2.5	7.3	25	73	36	25.67
16h	-35	4.5	-0.35	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.2	55	62	15	2.5	7	25	70	37	26.67
1	-27.5	4.5	-0.28	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.2	55	62	15	2.5	7	25	70	37	26.67
2	-35	4.5	-0.36	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.3	55	63	15	2.5	7	25	70	38	27.67
3	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7	25	70	20	5.5	6.2	55	62	15	2.5	7	25	70	37	26.67
4	-27.5	4.5	-0.28	45	2.75	6.5	27.5	65	17.5	5.5	6.5	55	65	10	2.5	7	25	70	40	29.67
5	-27.5	4.5	-0.28	45	2.75	6.5	27.5	65	17.5	5	5.8	50	58	15	2.5	7	25	70	33	22.67
8	-32.5	5	-0.33	50	2.5	7.5	25	75	25	6	5.2	60	52	15	2.7	7.5	27	75	25	14.67
9	-27.5	5	-0.28	50	2.5	8	25	80	25	6	6.25	60	62.5	20	2.3	7.5	23	75	39.5	29.17
10	-22.5	5	-0.23	50	2.75	8	27.5	80	22.5	6	6.6	60	66	20	2.3	7.5	23	75	43	32.67
11	-32.5	5	-0.33	50	2.75	8.25	27.5	82.5	22.5	6.5	6.6	65	66	17.5	2.8	7.5	28	75	38	27.67
12	-27.5	5	-0.28	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7.4	65	74	25	3	8	30	80	44	33.67
13	-32.5	5	-0.33	50	2.5	9	25	90	25	6.5	6.9	65	69	25	2.5	8	25	80	44	33.67
14	-32.5	5	-0.33	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7.1	65	71	25	2.3	8	23	80	48	37.67
15	-30	5	-0.31	50	2.5	9	25	90	25	6.5	7.1	65	71	25	2.3	8	23	80	48	37.67
16	-25	5	-0.25	50	2.5	8.75	25	87.5	25	6	6.9	60	69	27.5	1.5	8	15	80	54	43.67
17	-25	4.5	-0.25	45	2.5	8.5	25	85	20	6	6.7	60	67	25	1.3	8	13	80	54	43.67
18	-25	4.5	-0.25	45	2.5	8.5	25	85	20	5.5	6.6	55	66	30	1.3	7.8	13	78	53	42.67
19	-22.5	4.5	-0.23	45	2	7	20	70	25	5.5	5.5	55	55	15	1.8	6.3	18	63	37	26.67
20	-25	4.5	-0.25	45	2	7.25	20	72.5	25	5.5	5.8	55	58	17.5	2	6.3	20	63	38	27.67
21	-25	4.5	-0.25	45	2.5	7.25	25	72.5	20	8	6.1	60	61	12.5	2.5	6.3	25	63	36	25.67
22	-30	4.5	-0.31	45	2.5	7.5	25	75	20	6	6.2	60	62	15	2.5	6.3	25	63	37	26.67
23	-32.5	5	-0.33	50	3	8	30	80	20	6	6.5	60	65	20	2.5	6.3	25	63	40	29.67
24	-22.5	5	-0.23	50	3	8.5	30	85	20	6	6.9	60	69	25	2.8	6.3	28	63	41	30.67
25	-32.5	5	-0.33	50	3	8	30	80	20	5	6.9	50	69	30	2.8	6.5	28	65	41	30.67
26	-35	5	-0.36	50	2.75	8	27.5	80	22.5	5.5	6.8	55	68	25	2.8	6.5	28	65	40	29.67
27	-27.5	5	-0.28	50	2.75	7	27.5	70	22.5	5.5	5.75	55	57.5	15	2.5	6.5	25	65	32.5	22.17
28	-25	5	-0.25	50	2.5	7	25	70	25	6.5	6.2	65	62	5	2.3	6.3	23	63	39	28.67
Moy	30.82	-29.99	4.26	-0.24	47.89	3.38	8.11	25.58	80.98	23.88	6.48	6.74	60.73	67.30	21.09	2.79	7.69	24.35	76.85	43.37

Annexe 12: Profil en long du TH.

*Annexe 13: Démarreurs rotorique des moteurs
du TH.*

*Annexe 14: Spécifications techniques des
moteurs du TH.*

LA DISTRIBUTION BETA

On a souvent besoin de distribution de probabilité qui rende compte des caractéristiques spéciales d'une variable aléatoire. Par exemple, pour un domaine limité par a et b , il arrive que nous ayons un modèle différent d'une distribution uniforme. Les figures 3.a et 3.b ci-dessous exposent certains cas des distribution Béta pouvant expliquer l'allure des histogrammes de l'annexe 9.

DISTRIBUTIONS EMPIRIQUES

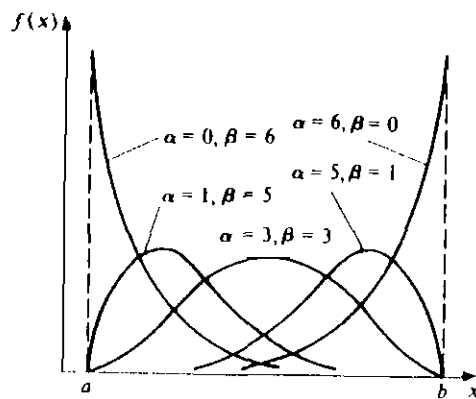


fig 3.a

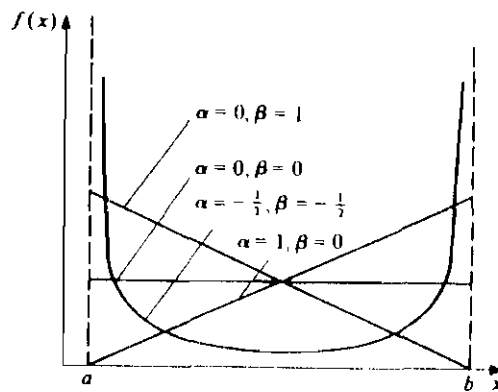


fig 3.b

Les paramètres α et β ont une certaine influence sur la forme que prend la distribution Béta.

Pour différentes valeurs de α et β , nous avons les distributions des fig.1 et 2 ci-dessus.

Les histogrammes que nous avons obtenus à l'annexe 9 se rapprochent beaucoup plus de la dissymétrie gauche, avec la répartition de la puissance qui suit une distribution à droite, les répartitions du débit, de la densité et de la hauteur nette de la SR1 une distribution à gauche; le rendement qui est une fonction de tous ces paramètres, et la hauteur nette de la SR3 suivent une distribution symétrique.

L'espérance mathématique et la variance de la distribution

Béta sur [a,b] sont:

$$E(x) = a + (\alpha + 1)(b - a) / (\alpha + \beta + 2)$$

$$V(x) = (b - a)^2(\alpha + 1)(\alpha + 1) / (\alpha + \beta + 2)^2(\alpha + \beta + 3)$$

Les espérances mathématiques et variances calculées pour les différent paramètres, pour les saturations de relais n°1 et n°3 sont mentionnées dans les deux tableaux ci-dessous:

SR1 (03/02/93)						
	a	b			E(x)	V(x)
Puissance (KW)	200	650	1	5	312,5	4218,75
Débit (m ³ /h)	700	1800	5	1	1525	25208,33
Densité (g/cm ³)	1,1	1,4	5	1	1,325	0,00188
Hauteur						
nette (mCE)	33	66	5	1	55,75	22,7

SR3 (03/02/93)						
	a	b			E(x)	V(x)
Puissance (KW)	200	600	1	5	300	3333,33
Débit (m ³ /h)	700	1800	5	1	1525	25208,33
Densité (g/cm ³)	1,1	1,4	5	1	1,325	0,00188
Hauteur						
nette (mCE)	15	65	3	3	40	69,44

*Annexe 15: Calculs pratiques et théoriques
sur la SR3.*

CUSTOMER CLIENT TAI BA

ORDER N° 282 91.083
COMMANDE

Electrical specification FICHE DE CONSTRUCTION Sans

Induction motor generator
~~GENERATRICE~~ - MOTEUR ASYNCHRONE

Induction motor of security
MOTEUR ASYNCHRONE «DE SURETE»

Type **TNB 630 L4**

N° **501582** kW **7.85** Phases **3**

Enclosure Protection IP **W 55** Frequency **50** cycles-P.F. **0.90**

Duty Service **S 1** Voltage Tension V **3800**

Ci. 0 **FM** Current Intensité A **141**

Temperature rise **75** °C speed **1485** R.P.M.

Ambient **45** °C Run away speed **1800** R.P.M.

Insulation class **F** Squirrel rotor **slipping**

Weight **4550** kg U_R **760** V - U₁₁ **620** V

Standards **UTE** NF C 51 100

Insulation's resistance ISOLEMENT EN MΩ

Insulation test	Insulation test
froid/cold	chaud/hot
5000	8600
10	2520
3000	25
25	

Stator/rotor grounded 5000 8600

Rotor/stator grounded 10 2520

Permissible overspeed 1806 R.P.M. overvoltage 5700

Transformation ratio Rapport de transformation U_{stat} / U_{rotor} = **4.90**

stator volts 3800 rotor volts 776 776 776

Cold resistance measurement MESURE DES RESISTANCES A FROID - ambient 12 °C

	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phases 1 + 3
U ₁₂ V	59	58.5	57.5	
I ₁₀₀	5.4	53.5	52.5	
R average R	0.327	0.328	0.328	
U ₁₂ V	60.5	59.5	42	
I ₁₀₀	5.9	58.5	41	
R average R	0.00512	0.00508	0.00512	

Short-circuit characteristic COURT-CIRCUIT - Starting current I_D and starting torque C_D measuring

U stator - Δ - A	Current I stator	I moy. Amp.	Wattmeter readings	P W	P.F.	Sous U _N	C _N = mN	Starting torque
div	1 ₁ div	1 ₂ div	α ₁ α ₂	k	cos φ	I _D A	Weight Masse kg	long m

Decreasing voltage curve COURBE A TENSION DECHROISSANTE - Frequency 50 cycles

U stator - Δ - A	I ₁	I ₂	Ist Amp.	Wattmeter readings	Wattm const.	P W	P.F.	stator losses	Core + mech losses			
div	div	div	C = 0.5	α ₁ α ₂ α ₁ +α ₂	k	k(α ₁ +α ₂)	cos φ	3 R ₁ I ₁ ²	Portes sur + mécaniques			
76	50	3800	75.5	75.3	37.75	35.5	-22.5	13	2500	32500	470	32030
70	11	3500	60.5	60.3	30.25	27	-15	12	11	3000		
120	25	3000	46.5	46.5	23.25	37.5	-17.5	20	1250	25000		
88	11	2200	33	33	16.25	22	-5.5	16.5	11	20625		
60	11	1500	25	25	12.5	13.5	+0.5	14	11	17500		
40	11	1000	23	23	11.5	8.5	+3.5	13	11	16250		

Core losses Pertes pour UN: A 3800V: w-16830 Mechanical losses Pertes mécaniques: 15200 w-

Remarks OBSERVATIONS: Sondes à thermistance dans le stator. Bonnes. Remarque de rechargement mono 220V - R = 60 Ω

Checked by Test recorded by Skupnicki

CUSTOMER CLIENT **TAIBA**

ORDER N° COMMANDE **282 91 083**

Electrical specification FICHE DE CONSTRUCTION **Sans**

Induction motor **GENERAL PURPOSE - MOTEUR ASYNCHRONE**

Induction motor of security **MOTEUR ASYNCHRONE (DE SURETE)**

Type **TNB 630 L4**
 No **504585** kw **785** Phases **3**
 Enclosure Protection IP **W 55** Frequency **50** cycles P.F. **0,90**
 Duty Service S **1** Voltage Tension V **3800**
 Cl. D **FM** Current Intensité A **141** A
 Temperature rise Echauffement Δθ **75** °C speed Vitesse **1485** R.P.M.
 Ambient Ambiante **45** °C Run away speed Vitesse d'arrêt **1800** R.P.M.
 Insulation class Classe d'isolement **F** Squirrel cage rotor **slipping**
 Weight Masse **4550** kg U_R **760** V - I_R **620** A
 Standards Normes **UTE** NF C 51 100

Groups **-**
 Insulation's resistance ISOLEMENT EN MΩ
 from cold from chaud-hot
 Stator/rotor grounded Stator/rotor et masse **4000** **8600** v
 Rotor/stator grounded Rotor/stator et masse **60** **2520** v
 Reheating Sondes **3000** v
 Reheating **-13** v
 Overspeed Survitesse **1800** R.P.M. overvoltage Surtension **5700** v
 Transformation ratio Rapport de transformation U stat. = **1,85**
 U rotor = **784 - 784 - 784** v

Cold resistance measurement MESURE DES RESISTANCES A FROID - θ ambiant: **1** °C

U	STATOR			ROTOR		
	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 1	Phase 2	Phase 3
12,120	75	75	75,1	80	79	76
5,100	68	67,7	68	78,5	77	75
21,5 n						
average R R moyenne	0,331	0,332	0,331	0,00509	0,00513	0,507

Short-circuit characteristic CARACTERISTIQUE EN COURT-CIRCUIT - Starting current I_D and starting torque CD measuring Mesure de l'intensité de démarrage I_D et du couple de démarrage CD

Voltage U stator Δ A	Current I stator		Wattmeter readings P W	P.F. Cos φ	Sous U _N		Starting torque CD mN
	I ₁ div.	I ₂ div.			Starting current I _D A	Weight Masse kg	
3800	43,6	74	36,9 35,3 - 22	13,3	2500	33250	450
3500	60	60,8	30,2 27,7 - 152	12,5	31250		
3000	45,8	46	22,95 38 - 163	21,7	1250	27125	
2200	32,2	32,4	16,1 22,2 - 4,6	17,6	22000		
1500	24,7	24,9	12,4 13,8 + 1,2	15	18750		
1000	24	24,2	10,05 9,8 + 3,8	13,6	17000		

Decreasing voltage curve COURBE A TENSION DECREISSANTE - Frequency Fréquence **50** cycles Hz

U stator Δ - A	I ₁ I ₂		I _{st} Amp	Wattmeter readings			P.W	P.F.	stator losses I _R 12	Core + mechan losses Pertes fer + mécaniques
	div.	div.		div.	α ₁	α ₂				
3800	43,6	74	36,9	35,3	- 22	13,3	2500	33250	450	32800
3500	60	60,8	30,2	27,7	- 152	12,5	"	31250		
3000	45,8	46	22,95	38	- 163	21,7	1250	27125		
2200	32,2	32,4	16,1	22,2	- 4,6	17,6	"	22000		
1500	24,7	24,9	12,4	13,8	+ 1,2	15	"	18750		
1000	24	24,2	10,05	9,8	+ 3,8	13,6	"	17000		

Core losses Pertes fer pour U_N: **Δ 3800V w - 17300** Mechanical losses Pertes mécaniques: **15500 w -**

Remarks OBSERVATIONS: Sondes à thermistances dans le stator. bonnes
 Rechauffage de rechauffage - 220V mono. R = 60 Ω

Checked by: **Jegou** Test recorded by: **Jegou** Champagne, le **12-01-81**

CUSTOMER CLIENT: **TAIBA**

ORDER N° COMMANDE: **282-91-083** Electrical specification FICHE DE CONSTRUCTION: **Sels**

Induction motor - asynchronous
MOTEUR ASYNCHRONE

Induction motor of security
MOTEUR ASYNCHRONE DE SURETE

Type: **TN B 630 L 4**

TE: seconds - Temperature °C - I_D =

No: **501586**
 Enclosure Protection IP: **W 55**
 Duty Service: **1**
 Cl. D: **FM**
 Temperature rise Echouffement Δθ: **75** °C
 Ambient Ambiance: **45** °C
 Insulation class Classe d'isolement: **F**
 Weight Masse: **4550** kg
 Standards Normes: **UTE NF C 51 100**

kw: **785** Phase: **3**
 Frequency Fréquence: **50** cycles P.F. **0,90**
 Voltage Tension V: **3800**
 Current Intensité A: **111**
 speed Vitesse: **1485** R.P.M. **1800**
 Run away, speed Vitesse d'emball: **1800** R.P.M.
 Squirrel cage Rotor à cage

Insulation's resistance ISOLEMENT EN MΩ
 froid cold chaud hot
 Stator/rotor grounded Stator/rotor et masse: **4000** **8600**
 Rotor/stator grounded Rotor/stator et masse: **300** **2520**
 Sondes **3000**
 Rechauffage: **30**
 Overspeed Survitesse: **1800** R.P.M. **5700**
 Transformation ratio Rapport de transformation: $\frac{U_{stator}}{U_{rotor}} = 4,85$
 U stator: **3800** - U rotor: **784** - **784** - **784**

Cold resistance measurement MESURE DES RESISTANCES A FROID - θ ambiante: **17** °C

STATOR	Phase 1			Phase 2			Phase 3			Phases 1 + 3		
	U	R	α	U	R	α	U	R	α	U	R	α
12,120	77,1			76,9			76,7					
5,100	69,9			69,9			69,7					
x 1,5 Ω												
Average R R moyenne	0,331			0,330			0,330					
ROTOR												
ROTOR	Phase 1			Phase 2			Phase 3			Phases 1 + 3		
	U	R	α	U	R	α	U	R	α	U	R	α
12,120	80,2			77			77,2					
20,100	78,1			75			69,8					
Average R R moyenne	0,00513			0,0513			0,0510					

Short-circuit characteristic CARACTERISTIQUE EN COURT-CIRCUIT - Starting current I_D and starting torque C_D measuring Mesure de l'intensité de démarrage I_D et du couple de démarrage C_D

Voltage U stator Δ · A	Current I stator		I moy. Amp.	Wattmeter readings		P W	P.F. Cos φ	Sous U _N		C _N = mN	Sous U _N	
	Volts	I ₁ div.		I ₂ div.	α ₁			α ₂	Starting current I _D A		Weight Masse kg	length long m

Decreasing voltage curve COURBE A TENSION DECROISSANTE - Frequency Fréquence: **50** cycles Hz

U stator Δ · A	I ₁ div.	I ₂ div.	Int. Amp. c = 0,5	Wattmeter readings			Wattm. const. k	P W	P.F. Cos φ	stator losses P _{1, 2}	Core + mechan losses Pertes fer + mécaniques
				α ₁	α ₂	α ₁ + α ₂					
76 50 3800	73,2	73,8	36,75	35	-21,9	13,1	2500	32750		4,45	32305
70 11 3500	60	60,6	30,15	27,1	-14,8	12,3	"	30750			
120 25 3000	45,4	46	22,85	37,9	-16,5	21,4	1250	26750			
88 11 2200	32,4	32,7	16,27	22,2	-5,5	17,7	"	22150			
60 11 1500	24,5	24,3	12,35	13,4	+0,8	14,2	"	17750			
40 11 1000	23,7	23,7	11,7	9,4	+3,6	13	"	16000			

Core losses Pertes fer pour U_N: **3800V** W-**46655** Mechanical losses Pertes mécaniques: **15650** W-

Remarks OBSERVATIONS: Sondes à thermistances dans le stator - bonnes
 Rechauffage de rechauffage 220V - mono - R = 60 Ω

Checked by: **Sparos** Test recorded by: **Sparos** Date: **Champagne, le 12.04.81**

*Annexe 16: Résultats de la deuxième campagne
de mesures.*

Heure	N(rpm)	Q(m3/h)	densite	Hr(bar)	Ha(bar)	Hn(mCE)	coef	Puissance(kW)	Rendement moteur	rendement pompe	Rendement motopompe	
11h	52	462.1	1269	1.303	7.25	2.75	34.63960	0.32	375.36	0.69	0.611089	0.423865
	54	462.4	1381	1.3	7	2.5	34.71954	0.3	351.9	0.67	0.729240	0.492027
	56	491.5	1393	1.286	7.2	2.5	36.65740	0.4	469.2	0.74	0.522349	0.388770
12h'00		491.1	1586	1.284	7.3	2.75	35.54276	0.26	293.25	0.70	0.977813	0.685612
	2	526.8	1588	1.288	7.7	2.6	39.71541	0.35	410.55	0.79	0.695438	0.549612
	4	522.8	1391	1.284	7.5	2.5	39.05798	0.35	410.55	0.78	0.602068	0.471990
	6	524.5	1387	1.272	7.2	2.3	38.63792	0.27	316.71	0.76	0.784598	0.597878
	8	490.5	1277	1.272	7.2	2.6	36.27233	0.32	375.36	0.72	0.601411	0.436016
	10	462.3	1281	1.29	7.15	2.6	35.37745	0.3	351.9	0.67	0.684111	0.461470
	12	465.6	1262	1.298	7	2.7	33.22757	0.35	410.55	0.69	0.531442	0.368268
	14	465.6	1257	1.309	7.4	2.6	36.77955	0.5	586.5	0.72	0.399915	0.286622
	16	465.7	1281	1.297	7	2.6	34.02652	0.25	293.25	0.66	0.809595	0.535508
	18	465	1248	1.31	7.1	2.7	33.68885	0.23	269.79	0.65	0.871457	0.567079
	20	464.6	1279	1.291	7.15	2.65	34.96158	0.27	316.71	0.67	0.758036	0.506318
	22	466.2	1281	1.287	7.2	2.65	35.45991	0.35	410.55	0.69	0.570021	0.395545
	24	463.8	1362	1.312	7.8	2.55	40.13565	0.35	410.55	0.69	0.703174	0.485257
	26	492.8	1358	1.299	7.1	2.5	35.51841	0.3	351.9	0.72	0.684330	0.494584
	28	493.8	1383	1.293	7.25	2.5	36.64681	0.3	351.9	0.72	0.718085	0.520114
	30	487.5	1368	1.315	7.4	2.6	36.61173	0.25	293.25	0.70	0.896952	0.623866
	32	494.1	1273	1.314	7.05	2.9	31.67798	0.23	269.79	0.70	0.783882	0.545573
	34	465.3	1280	1.322	7.3	2.8	34.14175	0.27	316.71	0.67	0.757382	0.506714
	36	464.6	1262	1.316	7.35	2.85	34.29742	0.25	293.25	0.66	0.817840	0.539555
	38	462.9	1268	1.322	7.35	2.85	34.14175	0.25	293.25	0.66	0.825053	0.542120
	40	464.1	1256	1.303	7.35	2.7	35.79425	0.28	328.44	0.67	0.738567	0.495437
	42	462.5	1215	1.308	7	2.5	34.50719	0.25	293.25	0.66	0.791321	0.519461
	44	463.8	1268	1.299	7.05	2.6	34.36020	0.35	410.55	0.69	0.554888	0.382926
	46	464.6	1288	1.297	7.2	2.7	34.79985	0.25	293.25	0.66	0.834690	0.550671
	48	459.7	1262	1.316	7.2	2.75	33.91633	0.4	469.2	0.69	0.480914	0.333475
	50	461.9	1237	1.319	7.35	2.95	33.45898	0.25	293.25	0.66	0.788873	0.517114
	52	477.7	1240	1.312	7.25	2.6	35.54871	0.3	351.9	0.70	0.653215	0.456517
	54	462.6	1241	1.335	7.15	2.6	34.18495	0.42	492.66	0.70	0.455307	0.319328
	56	463	1307	1.222	7.35	2.3	41.45004	0.45	527.85	0.71	0.493199	0.348384
13h00		480.7	1271	1.228	7	2.6	35.93843	0.28	328.44	0.67	0.712892	0.474399
14h26		470.5	1210	1.313	7.2	2.8	33.61187	0.27	316.71	0.68	0.691609	0.468358
	28	462.7	1366	1.315	7.2	3.325	29.55634	0.3	351.9	0.68	0.620700	0.419088
	30	490.3	1461	1.282	7.6	3	35.98940	0.3	351.9	0.72	0.740279	0.532097
	32	485.2	1429	1.313	7.65	3.4	32.46601	0.27	316.71	0.70	0.762928	0.534271
	34	494.6	1453	1.248	7.7	2.8	39.38096	0.27	316.71	0.72	0.875917	0.626328
	36	483.8	765.2	1.295	7.4	0.5	53.44217	0.27	316.71	0.70	0.665353	0.464477
	38	493.3	1234	1.284	8.1	2.55	43.35436	0.3	351.9	0.72	0.749449	0.542239
	40	463.4	1258	1.256	6.9	2.75	33.14082	0.3	351.9	0.68	0.611192	0.413344
	42	460.8	1315	1.273	7.05	3.1	31.12243	0.27	316.71	0.66	0.690284	0.456944
	44	457.5	1271	1.297	7.3	3.3	30.93320	0.27	316.71	0.66	0.680964	0.447245
	48	475.8	1261	1.306	7.8	3.25	34.94403	0.27	316.71	0.69	0.736280	0.504739

Heure	N(rpm)	Q(m3/h)	densite	Hr(bar)	Ha(bar)	Hn(mCE)	coef	Puissance(kW)	Rendement moteur	rendement pompe	Rendement motopompe
14h											
48	470.7	1179	1.301	7.9	2	45.48618	0.27	316.71	0.68	0.903207	0.611936
50	465.7	1339	1.247	7.2	2.4	38.80820	0.27	316.71	0.67	0.844319	0.565408
52	456.5	1454	1.149	6.9	2.6	37.53645	0.27	316.71	0.66	0.839444	0.550013
54	488	1416	1.26	7.1	2.75	34.62769	0.27	316.71	0.70	0.768946	0.541867
56	485.4	1246	1.283	7.3	3	33.81604	0.32	379.36	0.72	0.554723	0.397686
58	474.1	1245	1.279	7.7	2.9	37.64224	0.27	316.71	0.68	0.769678	0.525715
15h'00	461.8	784.1	1.292	7.4	0.5	53.56627	0.27	316.71	0.66	0.717292	0.475949
2	489.1	1113	1.292	5.6	2.75	23.67784	0.3	351.9	0.72	0.375740	0.268768
4	473.9	1309	1.202	7.5	2.25	43.80863	0.35	410.55	0.71	0.860435	0.466374
8	456.2	1248	1.283	7.35	2.8	35.57048	0.25	293.25	0.65	0.834366	0.539498
8	462	1268	1.288	7.6	3	35.82175	0.27	316.71	0.66	0.772943	0.513118
16	482.7	1498	1.079	6.8	2.1	43.88992	0.5	586.5	0.74	0.449388	0.334459
18	484.5	1281	1.16	6.7	2.3	38.04518	0.25	293.25	0.69	0.775145	0.535508
20	462.1	1266	1.259	7	2.6	35.05353	0.28	328.44	0.67	0.707744	0.472533
22	461.4	1267	1.303	7	2.75	32.71518	0.33	387.09	0.68	0.568710	0.387575
24	461.2	1330	1.305	7.05	3.1	30.35927	0.27	316.71	0.68	0.697496	0.462156
26	461.4	1407	1.296	7.45	3	34.43973	0.25	293.25	0.65	0.908568	0.594865
28	497.8	1364	1.309	7.4	2.8	35.24707	0.3	351.9	0.73	0.679924	0.496769
30	489.2	1281	1.288	7.3	2.7	35.82175	0.25	293.25	0.70	0.801848	0.559849
32	462.3	1463	1.231	7.05	2.375	38.09152	0.27	316.71	0.66	0.905708	0.601681
34	480.7	1410	1.288	7.1	2.8	33.48554	0.25	293.25	0.68	0.841047	0.576039
36	484.1	1381	1.304	7.2	2.75	34.22845	0.3	351.9	0.71	0.686276	0.486560
38	486.2	1372	1.36	7.4	3	32.45029	0.25	293.25	0.69	0.827027	0.573549
40	484.9	1361	1.357	7.6	3	34.00030	0.22	258.06	0.68	0.999719	0.675923
42	490.2	1408	1.269	6.8	2.75	32.01092	0.25	293.25	0.70	0.774233	0.541778
44	486.7	1389	1.337	7.4	2.9	33.75871	0.27	316.71	0.70	0.782561	0.549864
46	491.5	1388	1.295	7.4	2.6	37.17716	0.3	351.9	0.72	0.731938	0.527489
48	486.6	1380	1.297	7.3	2.6	36.34651	0.27	316.71	0.70	0.812227	0.570581
50	489	1387	1.277	7.25	2.325	38.68300	0.3	351.9	0.72	0.754593	0.540836
52	485.5	784.3	1.296	7.2	0.325	53.20748	0.3	351.9	0.71	0.600271	0.426911
54	490.6	1308	1.275	5.9	3.125	21.83019	0.3	351.9	0.72	0.399551	0.287378
56	528	1526	1.295	7.9	2.75	39.88800	0.3	351.9	0.78	0.799437	0.622221
58	518.8	1547	1.314	8	2.8	39.69289	0.3	351.9	0.76	0.833875	0.636908
16h'00	525	1391	1.312	8	3	38.22442	0.3	351.9	0.77	0.711822	0.550655
2	484.4	787.2	1.312	7.3	0.375	52.94083	0.35	410.55	0.72	0.511780	0.369948
4	485.6	1319	1.284	6.2	2.9	25.77826	0.25	293.25	0.69	0.597117	0.413545
6	455.4	1441	1.238	7.3	3	34.83795	0.3	351.9	0.66	0.739218	0.490586
8	489.6	1403	1.246	7.3	3	34.81427	0.3	351.9	0.72	0.665552	0.477649
10	490.2	1359	1.332	7.9	3.2	35.39145	0.27	316.71	0.71	0.793480	0.561898
12	502.5	1397	1.291	7.4	2.6	37.29235	0.3	351.9	0.74	0.719343	0.530909
14	489.5	1368	1.31	7.5	2.7	36.75147	0.33	387.09	0.73	0.651353	0.472826
16	487.8	1438	1.183	7.2	2.25	41.96867	0.3	351.9	0.71	0.788395	0.563569
18	484.8	1357	1.265	7.1	2.6	35.68016	0.3	351.9	0.71	0.680864	0.483476
20	490.8	1367	1.309	7.4	2.75	35.63019	0.3	351.9	0.72	0.699410	0.503274
22	490.7	1189	1.31	7.5	2.6	37.51713	0.3	351.9	0.72	0.641186	0.461276
24	469.5	1193	1.295	6.9	2.6	33.30454	0.32	379.36	0.69	0.550471	0.380770
26	468	1381	1.298	7.2	2.8	34.00030	0.27	316.71	0.67	0.793953	0.534548
28	494.3	1218	1.262	7.4	2.45	38.72772	0.23	269.79	0.70	0.894195	0.622628
30	467.5	1235	1.294	7.1	2.65	32.94272	0.23	269.79	0.65	0.828032	0.542041
32	469.5	1408	1.274	7.3	2.9	34.64081	0.25	293.25	0.67	0.881936	0.588599
34	494.4	1388	1.298	7.4	2.9	34.77304	0.4	469.2	0.75	0.495240	0.370891
Moyennes	480.15	1309.18	1.29	7.01	2.55	34.93		361.07	0.70	0.66	0.46

CALCUL DU RENDEMENT DU GROUPE MOTOPOMPE DE LA SR3

SR3(03/02/93)

Heure	N(rpm)	Q(m3/h)	densite	Hr(bar)	Ha(bar)	Hn(mCE)	coef	Puissance(kW)	Rendement moteur	rendement pompe	Rendement motopompe	
8h'00	30	523.3	1547	1.339	7.2	2.8	32.95922	0.25	293.25	0.75	0.860531	0.646706
	32	520.2	1495	1.31	7.8	2.35	41.72823	0.29	340.17	0.76	0.874997	0.667335
	36	488.5	1333	1.275	6.9	2.05	38.15367	0.4	468.2	0.74	0.519149	0.383898
	40	456.7	720.1	1.318	6.6	0.8	43.37747	0.25	293.25	0.65	0.603258	0.389970
	42	489.1	1268	1.341	5.9	3	21.69072	0.22	258.06	0.68	0.581588	0.397007
	44	460.9	1487	1.356	6.9	2.9	29.58728	0.3	351.9	0.67	0.700427	0.470927
	46	522.8	1246	1.357	7.8	2.95	35.84814	0.25	293.25	0.75	0.764778	0.574148
	48	462.2	1264	1.333	5.7	3.25	18.43489	0.25	293.25	0.66	0.448525	0.294223
	50	475.2	1399	1.319	8.7	2.35	33.07876	0.22	258.06	0.66	0.993895	0.657035
	52	486.2	1242	1.302	6.9	2.4	34.66621	0.32	375.36	0.72	0.577639	0.414847
	54	467.9	1287	1.281	5.3	3.1	17.22576	0.22	258.06	0.65	0.470475	0.305691
	56	464.1	1357	1.144	6.5	2.05	39.01564	0.32	375.36	0.68	0.656100	0.448223
	58	457.3	1277	1.289	6.2	2.55	28.40172	0.25	293.25	0.65	0.683062	0.442841
9h'00		458.4	1269	1.294	6.7	2.8	30.22979	0.3	351.9	0.67	0.586241	0.391840
	2	470.3	1357	1.168	6.6	2.35	36.49647	0.3	351.9	0.69	0.664469	0.456616
	4	455.9	1623	1.304	6.3	3.15	24.22912	0.3	351.9	0.86	0.609189	0.404773
	6	516.7	1107	1.234	8.2	0.2	65.02489	0.3	351.9	0.76	0.922008	0.701165
	8	482	1304	1.169	5.3	2.45	24.45317	0.35	410.55	0.72	0.350752	0.252207
	10	458.1	1363	1.304	8.5	2.55	30.38255	0.25	293.25	0.65	0.787467	0.511513
	12	512.8	1244	1.294	7.4	3.1	33.33028	0.25	293.25	0.74	0.691363	0.508221
	14	483.8	1264	1.301	6.7	2.4	33.15095	0.22	258.06	0.67	0.870111	0.586809
	42	533.4	1583	1.227	6.9	2	40.05496	0.5	586.5	0.83	0.446134	0.368477
	46	524.4	1372	1.094	5.7	2.3	31.17212	0.27	316.71	0.76	0.538638	0.410368
	48	461.5	1352	1.182	6.1	2.45	30.97278	0.25	293.25	0.65	0.715927	0.468849
	50	460.2	1321	1.202	6.3	2.3	33.37800	0.25	293.25	0.65	0.768975	0.502027
	52	457.7	1283	1.257	6.3	2.8	27.92785	0.25	293.25	0.65	0.657434	0.426637
	54	472.7	1265	1.272	6.5	2.3	33.11822	0.3	351.9	0.69	0.608775	0.420651
	56	457.7	1279	1.302	6.5	2.6	30.04404	0.35	410.55	0.68	0.497521	0.338509
	58	457.2	1297	1.298	6.7	2.75	30.52300	0.28	328.44	0.66	0.658525	0.434593
10h'00		464.4	1278	1.286	6.5	2.85	28.46798	0.32	375.36	0.68	0.506468	0.346240
	2	457.9	1264	1.347	6.85	2.95	29.04035	0.33	387.09	0.68	0.524917	0.354815
	4	464	1343	1.279	6.9	2.55	34.11328	0.28	328.44	0.67	0.738949	0.495577
	6	458.1	1288	1.313	6.5	2.725	28.83746	0.28	328.44	0.66	0.623644	0.412457
	8	463.7	1339	1.241	6.7	2.325	35.35990	0.28	328.44	0.67	0.741504	0.496941
	10	459.5	1279	1.269	6.5	2.65	30.43013	0.3	351.9	0.67	0.581773	0.389865
	12	463.9	1190	1.313	6.7	3.25	26.35476	0.3	351.9	0.68	0.480074	0.325049
	14	460.2	856.3	1.301	7	0.55	49.72642	0.3	351.9	0.67	0.651467	0.437289
	16	485.5	844.6	1.301	5.75	3.625	16.38273	0.3	351.9	0.71	0.199803	0.142099
	18	482.9	1330	1.294	6.75	2.75	31.00491	0.27	316.71	0.70	0.671769	0.468006

Heure	N(rpm)	Q(m3/h)	densite	Hr(bar)	Ha(bar)	Hn(mCE)	coef	Puissance(kW)	Rendement moteur	rendement pompe	Rendement motopompe
10h											
20	463.7	1262	1.345	6.7	2.85	28.71066	0.32	375.36	0.68	0.528389	0.360640
22	470.6	1360	1.254	6.7	2.8	31.19406	0.27	316.71	0.68	0.688851	0.466599
24	471.3	1325	1.267	6.2	2.4	30.32167	0.32	375.36	0.69	0.538069	0.373726
28	459.6	1347	1.233	6.4	2.325	33.14891	0.4	469.2	0.69	0.470157	0.325941
28	454.3	1310	1.216	8.3	2.25	33.40613	0.3	351.9	0.66	0.634607	0.420058
30	465.4	1328	1.178	6	2.4	30.65222	0.4	469.2	0.70	0.404089	0.283886
32	455.9	1378	1.33	6.7	2.75	29.78861	0.4	469.2	0.69	0.470237	0.323214
34	488.9	1430	1.244	7.2	2.35	39.10445	0.45	527.85	0.75	0.489427	0.366074
36	487.8	1263	1.33	7.1	2.95	31.29689	0.4	469.2	0.74	0.421531	0.311240
38	461.9	1296	1.33	6.8	2.8	30.16568	0.32	375.36	0.68	0.566131	0.384786
40	463	836.5	1.322	6.7	0.875	44.19461	0.3	351.9	0.68	0.570974	0.385784
42	488.5	1322	1.297	5.6	2.825	21.45990	0.25	293.25	0.70	0.499990	0.348544
44	460.8	1428	1.273	6.5	2.6	30.72847	0.37	434.01	0.69	0.518450	0.357515
46	492	1316	1.3	7	2.5	34.71954	0.4	469.2	0.75	0.471969	0.351651
48	466	868.4	1.289	6.5	0.55	46.29670	0.32	375.36	0.69	0.558930	0.383522
50	495.9	828.4	1.285	5.2	0.65	35.51510	0.35	410.55	0.74	0.345125	0.255792
52	493.1	1343	1.269	5.5	2.5	23.90013	0.35	410.55	0.74	0.371142	0.273422
54	457.2	1458	1.26	6.5	2.55	31.44353	0.35	410.55	0.66	0.575094	0.390832
56	486.3	1470	1.18	7.1	2.65	37.82534	0.27	316.71	0.70	0.819727	0.575463
58	502.1	1390	1.308	6.7	2.95	28.75599	0.3	351.9	0.74	0.559649	0.412694
11h'00	509.6	1411	1.316	6.9	2.3	35.05958	0.35	410.55	0.76	0.577330	0.440474
2	491.6	1398	1.17	8.8	2.125	40.07749	0.35	410.55	0.73	0.604005	0.443532
4	460.3	1393	1.073	5.9	2.1	35.52128	0.38	445.74	0.69	0.478998	0.330868
6	456.5	1321	1.182	5.9	2.75	26.72993	0.42	492.66	0.69	0.340274	0.235325
8	460.8	1314	1.255	6.7	2.7	31.96841	0.4	469.2	0.70	0.448955	0.312104
10	461	1258	1.298	6.5	2.45	31.29573	0.28	328.44	0.67	0.649012	0.432197
12	464.1	855.4	1.31	6.65	0.625	46.13075	0.35	410.55	0.89	0.506468	0.349753
14	544.1	1322	1.268	6.75	2.5	33.61820	0.3	351.9	0.80	0.553452	0.444839
16	457.3	1290	1.297	6.65	2.55	31.70653	0.36	422.28	0.68	0.511716	0.348959
18	459.8	1298	1.295	6.7	2.75	30.59371	0.35	410.55	0.68	0.508886	0.347942
20	471.8	1301	1.314	6.85	2.75	29.76967	0.35	410.55	0.70	0.489928	0.344332
22	458.2	1325	1.321	7	2.8	31.88976	0.3	351.9	0.67	0.659509	0.440603
24	467.8	1348	1.254	7	2.45	36.39307	0.38	445.74	0.70	0.545556	0.383373
26	468.4	1348	1.174	6.3	2.55	32.03819	0.35	410.55	0.70	0.491888	0.343050
28	464.5	1285	1.287	8.9	2.45	34.68057	0.35	410.55	0.69	0.561422	0.388060
30	462.2	1342	1.176	6.8	2.3	38.38044	0.4	469.2	0.70	0.514181	0.358599
32	459.8	1320	1.252	6.8	2.6	33.64726	0.3	351.9	0.67	0.654544	0.438941
34	462.8	1380	1.248	7.1	2.5	36.96988	0.5	586.5	0.71	0.423419	0.301558
36	491.7	1403	1.293	7.2	2.6	35.68322	0.35	410.55	0.73	0.596311	0.437977
38	547.1	1421	1.288	7.3	2.5	37.37921	0.35	410.55	0.62	0.562705	0.462883
40	489.2	1417	1.271	7.2	2.325	38.47103	0.3	351.9	0.72	0.762751	0.546924
42	489.2	1294	1.282	7.3	2.6	36.77178	0.3	351.9	0.72	0.671538	0.481520
44	484.1	1297	1.307	7	2.75	32.61506	0.35	410.55	0.69	0.541695	0.374080
46	460.7	1291	1.298	7.2	2.75	34.38667	0.3	351.9	0.67	0.676834	0.454851
48	461.7	1284	1.301	7.05	2.55	34.69285	0.3	351.9	0.67	0.679132	0.457467
50	463.5	1289	1.298	7.2	2.55	35.93214	0.27	316.71	0.67	0.791475	0.527286

Heure	Npompe (rpm)	Coef Puis	Puissance (kW)	Bouton	Is (A)	Nmoteur (rpm)	sx	Ps (kW)	Pr (kW)	Pf (kW)	Rx	Pmc (kW)	rendement	Tx (N.m)
46	524.4	0.27	316.71	1	83.34	1311	0.13	1.58	298.47	37.61	17.51176	241.29	0.76	1895.06
48	461.5	0.25	293.25	1	77.17	1153.75	0.23	1.47	275.13	63.51	34.80364	192.04	0.65	1746.85
50	460.2	0.25	293.25	1	77.17	1150.6	0.23	1.47	275.13	64.10	35.13032	191.45	0.65	1746.85
52	457.7	0.25	293.25	1	77.17	1144.25	0.24	1.47	275.13	65.25	35.75854	190.30	0.65	1746.85
54	472.7	0.3	351.9	1	92.61	1181.75	0.21	1.76	333.49	70.75	26.39139	243.16	0.69	2117.37
56	457.7	0.35	410.55	1	108.04	1144.25	0.24	2.05	391.84	92.93	25.10756	279.34	0.68	2487.89
58	457.2	0.28	328.44	1	86.43	1143	0.24	1.64	310.14	73.81	31.83299	216.75	0.66	1969.16
1000	464.4	0.32	375.36	1	98.78	1161	0.23	1.88	356.83	80.64	26.27310	256.61	0.68	2265.58
1002	457.9	0.33	387.09	1	101.87	1144.75	0.24	1.84	368.50	87.27	26.66048	261.65	0.68	2339.68
4	464	0.28	328.44	1	86.43	1160	0.23	1.64	310.14	70.30	30.31713	220.27	0.67	1969.16
6	458.1	0.28	328.44	1	86.43	1145.25	0.24	1.64	310.14	73.35	31.63236	217.22	0.66	1969.16
8	463.7	0.28	328.44	1	86.43	1159.25	0.23	1.64	310.14	70.45	30.38401	220.11	0.67	1969.16
10	459.5	0.3	351.9	1	92.61	1148.75	0.23	1.76	333.49	78.09	29.12797	236.82	0.67	2117.37
12	463.9	0.3	351.9	1	92.61	1159.75	0.23	1.76	333.49	75.65	28.21578	238.26	0.68	2117.37
14	460.2	0.3	351.9	1	92.61	1150.5	0.23	1.76	333.49	77.70	28.88285	236.21	0.67	2117.37
16	485.5	0.3	351.9	1	92.61	1213.75	0.19	1.76	333.49	63.64	23.73774	250.27	0.71	2117.37
18	482.9	0.27	316.71	1	83.34	1207.25	0.20	1.58	298.47	58.25	27.12470	220.64	0.70	1895.06
20	463.7	0.32	375.36	1	98.78	1159.25	0.23	1.88	356.83	81.06	26.40873	256.19	0.68	2265.58
22	470.6	0.27	316.71	1	83.34	1176.5	0.22	1.58	298.47	64.37	29.97384	214.53	0.68	1895.06
24	471.3	0.32	375.36	1	98.78	1178.25	0.21	1.88	356.83	76.64	24.83620	260.71	0.69	2265.58
26	459.6	0.4	469.2	1	123.47	1149	0.23	2.35	450.20	106.35	21.56122	325.28	0.69	2858.41
28	454.3	0.3	351.9	1	92.61	1135.75	0.24	1.76	333.49	80.98	30.20602	232.93	0.66	2117.37
30	468.4	0.4	469.2	1	123.47	1163.6	0.22	2.35	450.20	100.89	20.67052	329.63	0.70	2858.41
32	455.9	0.4	469.2	1	123.47	1139.75	0.24	2.35	450.20	108.12	22.12943	322.50	0.69	2858.41
34	488.9	0.45	527.85	2	138.91	1222.25	0.19	2.64	508.56	94.17	15.10380	394.81	0.75	3228.93
36	467.8	0.4	469.2	1	123.47	1219.5	0.19	2.35	450.20	84.19	17.23055	346.44	0.74	2858.41
38	461.9	0.32	375.36	1	98.78	1154.75	0.23	1.68	356.83	82.13	26.75748	255.12	0.68	2265.58
40	463	0.3	351.9	1	92.61	1157.5	0.23	1.76	333.49	76.15	29.40238	237.76	0.68	2117.37
42	488.5	0.25	293.25	1	77.17	1221.25	0.19	1.47	275.13	51.13	28.01881	204.43	0.70	1746.85
44	460.8	0.37	434.01	2	114.21	1152	0.23	2.17	415.18	96.32	23.17974	299.29	0.69	2636.09
46	492	0.4	469.2	1	123.47	1230	0.18	2.35	450.20	81.04	16.58556	349.59	0.75	2858.41
48	466	0.32	375.36	1	98.78	1185	0.22	1.88	356.83	79.69	25.96310	257.56	0.69	2265.58
50	498.9	0.35	410.55	1	108.04	1239.75	0.17	2.05	391.84	67.98	18.36751	304.28	0.74	2487.89
52	493.1	0.35	410.55	1	108.04	1232.75	0.18	2.05	391.84	69.81	18.86155	302.45	0.74	2487.89
54	457.2	0.35	410.55	2	108.04	1143	0.24	2.05	391.84	93.26	25.19578	279.01	0.68	2487.89
56	486.3	0.27	316.71	2	83.34	1215.75	0.19	1.58	298.47	56.56	26.33714	222.34	0.70	1895.06
58	502.1	0.3	351.9	2	92.61	1255.25	0.16	1.76	333.49	54.41	20.29629	259.50	0.74	2117.37
1100	509.6	0.35	410.55	2	108.04	1274	0.15	2.05	391.84	59.04	15.95027	313.23	0.76	2487.89
2	491.6	0.35	410.55	1	108.04	1229	0.18	2.05	391.84	70.79	19.12621	301.47	0.73	2487.89
4	460.3	0.38	445.74	1	117.30	1150.75	0.23	2.23	428.86	99.39	22.62693	307.89	0.69	2710.20
6	456.5	0.42	492.68	1	129.65	1141.25	0.24	2.46	473.54	113.26	20.95099	340.71	0.69	3006.61
8	460.8	0.4	469.2	1	123.47	1152	0.23	2.35	450.20	104.45	21.37694	326.18	0.70	2858.41
10	461	0.28	328.44	1	86.43	1152.5	0.23	1.64	310.14	71.85	30.88589	218.72	0.67	1969.16
12	464.1	0.35	410.55	1	108.04	1160.25	0.23	2.05	391.84	88.75	23.97834	283.51	0.69	2487.89
14	544.1	0.3	351.9	1	92.61	1360.25	0.09	1.76	333.49	31.07	11.58899	282.84	0.80	2117.37
16	457.3	0.36	422.28	1	111.13	1143.25	0.24	2.11	403.51	95.97	24.44888	287.97	0.68	2561.99
18	459.8	0.35	410.55	1	108.04	1149.5	0.23	2.05	391.84	91.56	24.73703	280.71	0.68	2487.89
20	471.8	0.35	410.55	1	108.04	1179.5	0.21	2.05	391.84	83.72	22.61974	288.54	0.70	2487.89
22	458.2	0.3	351.9	1	92.61	1145.5	0.24	1.76	333.49	78.81	29.39748	236.10	0.67	2117.37
24	487.8	0.38	445.74	1	117.30	1169.5	0.22	2.23	426.86	94.05	21.41217	313.23	0.70	2710.20
26	468.4	0.35	410.55	1	108.04	1171	0.22	2.05	391.84	85.94	23.21964	286.32	0.70	2487.89
28	464.5	0.35	410.55	1	108.04	1161.25	0.23	2.05	391.84	88.49	23.90776	283.78	0.69	2487.89
30	462.2	0.4	469.2	1	123.47	1155.5	0.23	2.35	450.20	103.40	21.16194	327.23	0.70	2858.41
32	459.8	0.3	351.9	1	92.61	1149.5	0.23	1.76	333.49	77.92	29.06578	236.99	0.67	2117.37
34	462.8	0.5	586.5	2	154.34	1157	0.23	2.93	566.91	129.63	16.73204	417.70	0.71	3599.44

Heure	Npompe(tpm)	Coef Puis	Puissance (kW)	Bouton	Is (A)	Nmoteur(tpm)	sx	Pis(kW)	Pr(kW)	Pf(kW)	Rx	Pmc(kW)	rendement	Tx (N.m)
36	491.7	0.35	410.55	2	108.04	1229.25	0.18	2.05	391.84	70.73	19.10856	301.54	0.73	2487.89
38	547.1	0.35	410.55	2	108.04	1367.75	0.09	2.05	391.84	34.55	9.333732	337.72	0.82	2487.89
40	489	0.5	586.5	2	154.34	1222.5	0.19	2.93	566.91	104.88	13.53685	442.46	0.75	3599.44
42	489.2	0.3	351.9	2	92.61	1223	0.18	1.76	333.49	61.58	22.97067	252.33	0.72	2117.37
44	489.2	0.3	351.9	1	92.61	1223	0.18	1.76	333.49	61.58	22.97067	252.33	0.72	2117.37
46	464.1	0.35	410.55	1	108.04	1160.25	0.23	2.05	391.84	88.75	23.97834	283.51	0.69	2487.89
48	480.7	0.3	351.9	1	92.61	1151.75	0.23	1.76	333.49	77.42	28.87919	236.49	0.67	2117.37
50	461.7	0.3	351.9	1	92.61	1154.25	0.23	1.76	333.49	76.87	28.67188	237.04	0.67	2117.37
52	463.5	0.27	316.71	1	83.34	1158.75	0.23	1.58	298.47	67.90	31.61846	210.99	0.67	1895.06
54	462.1	0.38	445.74	1	117.30	1155.25	0.23	2.23	426.86	98.11	22.33538	309.18	0.69	2710.20
56	462.4	0.3	351.9	2	92.61	1156	0.23	1.76	333.49	76.48	28.52675	237.43	0.67	2117.37
58	491.5	0.4	469.2	2	123.47	1228.75	0.18	2.35	450.20	81.41	16.66234	349.21	0.74	2858.41
12	491.1	0.25	293.25	3	77.17	1227.75	0.18	1.47	275.13	49.94	27.36548	205.62	0.70	1746.85
2	526.8	0.35	410.55	3	108.04	1317	0.12	2.05	391.84	47.80	12.91548	324.46	0.79	2487.89
4	522.8	0.35	410.55	3	108.04	1307	0.13	2.05	391.84	50.42	13.62125	321.85	0.78	2487.89
6	524.5	0.27	316.71	3	83.34	1311.25	0.13	1.58	298.47	37.56	17.48860	241.34	0.76	1895.06
8	490.5	0.32	375.36	1	98.78	1226.25	0.18	1.88	356.83	65.12	21.21611	272.13	0.72	2265.58
10	462.3	0.3	351.9	1	92.61	1155.75	0.23	1.76	333.49	76.53	28.54749	237.38	0.67	2117.37
12	465.6	0.35	410.55	1	108.04	1164	0.22	2.05	391.84	87.77	23.71367	284.49	0.69	2487.89
14	465.6	0.5	586.5	1	154.34	1164	0.22	2.93	566.91	126.99	16.39057	420.35	0.72	3599.44
16	465.7	0.25	293.25	1	77.17	1164.25	0.22	1.47	275.13	61.58	33.74822	193.97	0.66	1746.85
18	465	0.23	269.78	1	71.00	1162.5	0.23	1.35	251.79	56.65	37.06918	175.56	0.65	1598.64
20	464.6	0.27	316.71	1	83.34	1161.5	0.23	1.58	298.47	67.36	31.36366	211.54	0.67	1895.06
22	466.2	0.35	410.55	1	108.04	1165.5	0.22	2.05	391.84	87.38	23.60781	284.89	0.69	2487.89
24	463.8	0.35	410.55	2	108.04	1159.5	0.23	2.05	391.84	88.95	24.03127	283.32	0.69	2487.89
26	492.8	0.3	351.9	2	92.61	1232	0.18	1.76	333.49	59.58	22.22433	254.33	0.72	2117.37
28	493.8	0.3	351.9	2	92.61	1234.5	0.18	1.76	333.49	59.03	22.01701	254.88	0.72	2117.37
30	487.5	0.25	293.25	2	77.17	1218.75	0.19	1.47	275.13	51.59	28.27010	203.97	0.70	1746.85
32	491.7	0.21	246.33	1	64.82	1229.25	0.18	1.23	226.44	41.23	32.77637	167.63	0.68	1450.43
34	494.1	0.23	269.79	1	71.00	1235.25	0.18	1.35	251.79	44.44	29.07871	187.77	0.70	1598.64
36	465.3	0.27	316.71	1	83.34	1163.25	0.22	1.58	298.47	67.01	31.20151	211.89	0.67	1895.06
38	464.6	0.25	293.25	1	77.17	1161.5	0.23	1.47	275.13	62.09	34.02464	193.47	0.66	1746.85
40	462.9	0.25	293.25	1	77.17	1157.25	0.23	1.47	275.13	62.87	34.45184	192.69	0.66	1746.85
42	464.1	0.28	328.44	1	86.43	1160.25	0.23	1.64	310.14	70.25	30.29484	220.32	0.67	1969.16
44	462.5	0.25	293.25	1	77.17	1156.25	0.23	1.47	275.13	63.05	34.55235	192.50	0.66	1746.85
46	463.8	0.35	410.55	1	108.04	1159.5	0.23	2.05	391.84	88.95	24.03127	283.32	0.69	2487.89
48	464.6	0.25	293.25	1	77.17	1161.5	0.23	1.47	275.13	62.09	34.02464	193.47	0.66	1746.85
50	459.7	0.4	469.2	1	123.47	1149.25	0.23	2.35	450.20	105.27	21.54587	326.35	0.69	2858.41
52	461.9	0.25	293.25	1	77.17	1154.75	0.23	1.47	275.13	63.33	34.70313	192.23	0.66	1746.85
54	477.7	0.3	351.9	1	92.61	1194.25	0.20	1.76	333.49	67.98	25.35481	245.94	0.70	2117.37
56	462.6	0.42	492.66	1	129.65	1156.5	0.23	2.46	473.54	108.44	20.06039	345.53	0.70	3006.61
58	463	0.45	527.85	1	138.91	1157.5	0.23	2.64	508.56	116.12	18.62485	372.86	0.71	3228.93
1300	480.7	0.28	328.44	1	86.43	1151.75	0.23	1.64	310.14	72.00	31.05277	218.56	0.67	1969.16
1426	470.5	0.27	316.71	1	83.34	1176.25	0.22	1.58	298.47	64.42	29.99700	214.48	0.68	1895.06
28	462.7	0.3	351.9	2	92.61	1158.75	0.23	1.76	333.49	76.31	28.46456	237.60	0.68	2117.37
30	490.3	0.3	351.9	2	92.61	1225.75	0.18	1.76	333.49	60.97	22.74262	252.94	0.72	2117.37
32	485.2	0.27	316.71	2	83.34	1213	0.19	1.58	298.47	57.11	26.59194	221.79	0.70	1895.06
34	494.6	0.27	316.71	2	83.34	1236.5	0.18	1.58	298.47	52.43	24.41455	226.46	0.72	1895.06
36	483.8	0.27	316.71	1	83.34	1209.5	0.19	1.58	298.47	57.80	26.91623	221.09	0.70	1895.06
38	493.3	0.3	351.9	1	92.61	1233.25	0.18	1.76	333.49	59.30	22.12067	254.61	0.72	2117.37
40	463.4	0.3	351.9	1	92.61	1158.5	0.23	1.76	333.49	75.92	28.31944	237.99	0.68	2117.37
42	460.8	0.27	316.71	1	83.34	1152	0.23	1.58	298.47	69.25	32.24388	209.65	0.66	1895.06
44	457.5	0.27	316.71	1	83.34	1143.75	0.24	1.58	298.47	70.89	33.00828	208.01	0.66	1895.06

BILAN ENERGIE DES MOTEURS DU TRANSPORT HYDRAULIQUE
(Calculs théoriques)

Moteurs PP1, PP2, SR1 et SR3

												r = 3 * 0.5						
U (V)	I (A)	N (rpm)	Con- nection	Ns (rpm)	s	Pe (kW)	Pjs (kW)	Pfe (kW)	Pr (kW)	Pv (kW)	Pautres (kW)		cran 0	cran 1	cran 2	cran 3	cran 4	cran 5
3600	141	1485	D/Y	1500	0.01	835.23	4.83	16.65	813.74	15.65	3.925	s	0.01	0.0206	0.0308	0.041	0.0512	0.0614
												Nmoteur (rpm)	1485	1469	1453.8	1438.5	1423.23	1407.94
												Npompe (rpm)	594	587.6	581.5	575.4	569.3	563
												Pjr (kW)	8.49	16.782	25.07	33.36	41.65	46.94
												Pm (kW)	805.25	796.96	788.672	780.382	772.092	766.802
												Pmc (kW)	785.677	777.385	769.1	760.81	752.51	744.22
												rendement moteur	0.94	0.9307	0.92	0.91	0.901	0.891
												Ppompe (kW)	707.11	699.64	692.19	684.73	677.26	669.8
												T (N.m)	5164.3	5166.8	5166.56	5166.76	5167.5	5166.4

U tension
I intensité
N vitesse
Ns vitesse synchrone
s glissement
Pe puissance électrique consommée par le moteur
Pjs pertes joule dans le stator
Pfe pertes dans le fer
Pr puissance active fournie au rotor
Pv pertes par ventilation

Pautres autres pertes (0.5% de la puissance nominale)
Nmoteur vitesse du moteur
Npompe vitesse de la pompe
Pjr pertes joule dans le rotor
Pm puissance mécanique
Pmc puissance mécanique fournie à la charge
Pducteur pertes dans le réducteur (1% de Pmc)
Ppompe puissance fournie à la pompe
T couple du moteur

CALCULS PRATIQUES SUR LE MOTEUR DE LA SR3

Pour pouvoir faire ces calculs, nous avons posé les hypothèses suivantes:

- $P_{js} = P_e \cdot 0.5\%$
- Pour calculer la résistance globale par phase du rotor, nous allons utiliser la relation suivante:

$$s_x = s_n \left[\frac{T_x}{T_n} \right] \left[\frac{R_x}{R_n} \right] \left[\frac{E_n}{E_x} \right]^2$$

- où
- s = glissement
 - T = couple
 - R = résistance globale par phase du rotor
 - E = tension aux bornes du stator
 - x représente les caractéristiques à l'instant considéré
 - n représente les caractéristiques nominales

en supposant que la tension aux bornes du stator est pratiquement constante, on a:

$$s_x = s_n \left[\frac{T_x}{T_n} \right] \left[\frac{R_x}{R_n} \right]$$

$$\text{alors } R_x = R_n \left[\frac{s_x}{s_n} \right] \left[\frac{T_n}{T_x} \right]$$

- Les pertes par ventilation P_v et celles dans le fer P_f restent constantes
- le facteur de puissance est en moyenne égal à 0.9
- Des exemples des calculs sont mentionnés dans le même annexe
- I_s = Puissance / 3800

03.02.93 : SR3

Heure	Npompe (rpm)	Coef Puis	Puissance (kW)	Bouton	I_s (A)	Nmoteur (rpm)	s_x	P_{js} (kW)	P_r (kW)	P_f (kW)	R_x	P_{mc} (kW)	rendement	T_x (N.m)
830	523.3	0.25	293.25	3	77.17	1308.25	0.13	1.47	275.13	35.17	19.27393	220.38	0.75	1746.85
832	520.2	0.29	340.17	3	89.52	1300.5	0.13	1.70	321.81	42.80	17.14386	259.44	0.76	2043.26
834	520.4	0.22	258.06	2	67.91	1301	0.13	1.29	240.11	31.86	22.91950	188.68	0.73	1524.54
36	488.5	0.4	469.2	2	123.47	1221.25	0.19	2.35	450.20	83.66	17.12305	346.96	0.74	2658.41
40	456.1	0.25	293.25	1	77.17	1140.25	0.24	1.47	275.13	65.99	36.16061	189.57	0.65	1746.85
42	489.1	0.22	258.06	1	67.91	1222.75	0.18	1.29	240.11	44.38	31.93182	176.16	0.68	1524.54
44	460.9	0.3	351.9	3	92.61	1152.25	0.23	1.76	333.49	77.31	28.83773	236.60	0.67	2117.37
46	522.8	0.25	293.25	1	77.17	1307	0.13	1.47	275.13	35.40	19.39957	220.15	0.75	1746.85
48	462.2	0.25	293.25	1	77.17	1155.5	0.23	1.47	275.13	63.19	34.62774	192.37	0.66	1746.85
50	475.2	0.22	258.06	2	67.91	1188	0.21	1.29	240.11	49.94	35.93410	170.60	0.66	1524.54
52	486.2	0.32	375.36	1	98.78	1215.5	0.19	1.88	356.83	67.68	22.04926	269.57	0.72	2265.58
54	467.9	0.22	258.06	1	67.91	1169.75	0.22	1.29	240.11	52.87	38.03601	167.67	0.65	1524.54
56	464.1	0.32	375.36	1	98.78	1160.25	0.23	1.88	356.83	80.82	26.33123	256.43	0.68	2265.58
58	457.3	0.25	293.25	1	77.17	1143.25	0.24	1.47	275.13	65.43	35.85806	190.12	0.65	1746.85
900	458.4	0.3	351.9	1	92.61	1146	0.24	1.76	333.49	78.70	29.35602	235.21	0.67	2117.37
2	470.3	0.3	351.9	1	92.61	1175.75	0.22	1.76	333.49	72.09	26.88895	241.82	0.69	2117.37
4	455.9	0.3	351.9	3	92.61	1139.75	0.24	1.76	333.49	80.09	29.87431	233.82	0.66	2117.37
6	516.7	0.3	351.9	1	92.61	1291.75	0.14	1.76	333.49	46.30	17.26946	267.61	0.76	2117.37
8	482	0.35	410.55	1	108.04	1205	0.20	2.05	391.84	77.06	20.82004	295.20	0.72	2487.89
10	458.1	0.25	293.25	2	77.17	1145.25	0.24	1.47	275.13	65.07	35.65803	190.49	0.65	1746.85
12	422.2	0.27	316.71	2	83.34	1055.5	0.30	1.58	298.47	88.45	41.18507	190.45	0.60	1895.06
14	512.8	0.25	293.25	1	77.17	1282	0.15	1.47	275.13	39.99	21.91247	215.57	0.74	1746.85
16	483.8	0.22	258.06	1	67.91	1209.5	0.19	1.29	240.11	46.50	33.45787	174.04	0.67	1524.54
42	533.4	0.5	586.5	3	154.34	1333.5	0.11	2.93	566.91	62.93	8.122115	484.41	0.83	3599.44
44	256	0.28	328.44	3	86.43	640	0.57	1.64	310.14	177.82	76.68451	112.75	0.34	1969.18

Annexe 17: Bilan énergie du TH.

BILAN ENERGIE DU TH

1. Ratio Energie consommée/volume pompé (kWh/tjm) ou rendement énergétique du TH

Année	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	moy
1990	Prévisions	2.5	2.5	2.56	2.5	2.5	2.5	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.5
	Résultats	2	2.6	2.85	2.7	2.9	2.7	2.73	2.56	2.4	2.66	2.76	2.94
1991	Prévisions	2.6	2.6	2.64	2.6	2.6	2.6	0	0	2.64	2.64	2.64	2.6
	Résultats	3.3	3.4	3.56	3.4	3.3	0	2.87	2.5	3.1	3.12	3.14	3.31
1992	Prévisions	3.3	3.3	3.33	3.3	3.3	3.3	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.3
	Résultats	3.2	3.1	3.29	2.8	2.9	2.7	2.5	2.74	2.68	2.65		2.6

2. Ratio Energie consommée/production marchande ex-mine (kWh/tm)

Année	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	moy
1990	9.1	8.3	8.59	9.0	8.7		0.73	6.52	7.69	8.11	7.58	8.84	6.9
1991	8.5	8.2	8.7	7.3	7.8	7.2	6.75						7.9

tjm tonne de jetée mine

tm production marchande ex-mine

moy moyennes

Mesures du 11/06/93

Heure	Bouton	PP1	SR1	SR2	SR3	Vitesse PP1	Asp. PP1	Ref. PP1	Asp. SR1	Ref. SR1	Asp. SR2	Ref. SR2	Asp. SR3	Ref. SR3
12h21	5	5	0	0	5				2.5	7				
22	2	1	0	0	2	480			2.75	6.5				
23	2	1	0	0	2	482			2.75	6.5				
24	2	1	0	0	1	464.7			2.75	6.5				
25	2	1	0	0	1	470.9			2.75	6				
26	2	1	0	0	1	470			2.75	6				
27	2	1	0	0	1	475.3			2.75	6				
28	2	1	0	0	1	465.5					5			
29	2	1	0	0	1			4.5	2.5	6	5	5.75		
30	2	1	0	0	1			4.5	2.5	6	5	6.1		
31	2	1	0	0	1			4.5	2.5	6.5	5	5.9		
32	2	1	0	0	1			-25	4.75	2.75	6.5	5.5	6.1	2.5
33	2	1	0	0	1	333		-35.5	4.25	2	7	5.5	6.85	2.5
34	2	1	0	0	1			-45.5	4.5	2	8	6	6.55	3
35	2	1	0	0	1	461.5		-25.5	4.5	2	8	6	6.45	2.5
36	2	1	0	0	1	462.5		-30	4.25	2	8	6	6.65	2
37	2	1	0	0	1			-25	4.5	1.5	7.5	6	6.15	2
38	2	1	0	0	1			-27	4.5	1.5	6.5	6	5.85	2
39	2	1	0	0	1			-34.5	4.5	2.5	6	5.5	5.75	1
40	2	5	0	0	5	475.7		-27.5	4	2.5	6.5	5	5.85	1.5
41	2	5	0	0	5			0	4.5	2.5	7	5	5.85	2
42	2	5	0	0	5			-35.5	4.5	2.75	7	5	5.85	2
43	2	5	0	0	5			-33.5	4.25	2.75	7	5	6.1	2.25
44	2	5	0	0	5			-40	4.25	2.75	7	5.5	6.1	2.5
45	2	2	0	0	2			-42.5	5	2.75	7	5.5	6.1	2.75
46	2	1	0	0	1			-35	5	2.75	8	5.5	6.7	3
47	2	1	0	0	1			-26.5	5	2.5	7	6	6.45	3
48	2	1	0	0	1			-32.5	5	2.5	7	6	6.1	3
49	2	1	0	0	1			-35	5	2.5	7	5.5	6.35	2.5
50	2	1	0	0	1			-30	4.5	2.5	7	5.5	6.55	2.5
51	2	1	0	0	1			-30	4.5	2.5	8	6	6.65	2.5
52	2	1	0	0	1			-27.5	4.5	2.5	7.5	6	6.45	2.5
53	2	3	0	0	2			-25	4.5	2.5	7	6	5.4	2.5
54	2	3	0	0	2			-35	4.5	2.5	6.5	5.5	5.55	2.5
55	2	3	0	0	2			-32.5	4.5	2.5	7	5	5.95	2
56	2	3	0	0	2			-37.5	4.75	2.75	7	5.5	6	2.5
57	2	3	0	0	2			-32.5	4.75	2.75	7	5.5	5.85	2.5
58	2	3	0	0	2			-33.5	4.75	2.75	6.5	5	5.65	2.5
59	2	3	0	0	2			-33.5	4.75	2.75	6.5	5	5	2.5
13h00	2	1	0	0	1			-35	4.75	2.75	6.5	6	6	2.3
1	2	1	0	0	1			-32.5	4.75	2.75	6.5	5.5	6	2.5
2	2	1	0	0	1			-90	5	2.75	7	5.5	5.9	2.5
3	2	1	0	0	1	461.1		-40	5	2.75	7	5.5	6.9	2
4	2	1	0	0	1			-22.5	5	2.5	9	6	6.7	2
5	2	1	0	0	1	323.5		-30	5	2.5	9	6	6.9	2
6	2	1	0	0	1			-32.5	4.5	2.5	9	6.5	7.2	2.5
7	2	1	0	0	1			-25	4.25	2.5	9	6.5	6.2	2.5
8	2	1	0	0	1	470.9		-25	4.25	2	8	5.5	6.2	2
9	2	4	0	0	4			-25.5	5	2.5	7	5.5	6.1	2
10	3	4	0	0	4			-25	4.5	2.5	7	5.5	6.1	2.5
11	3	4	0	0	4			-40	4.25	2.5	7	5.5	6	2.3
12	3	4	0	0	4	480.8		-30	4.75	2.5	7	5.5	6	2
13	3	4	0	0	4	464.3		-35	4.5	2.75	7	5.5		
14	2	3	0	0	2	466.2		-37	4.75	2.5	7			
15	2	2	0	0	2			-35	4.5	2.5				
14h45	2	1	0	0	1	483.5		-30	4.5					
46	2	1	0	0	1	484.3		-30	4.5					
47	2	1	0	0	1	483.6								
48	2	1	0	0	1	468.2								
49	2	1	0	0	1	459.4								
50	2	1	0	0	1	456.7								
51	3	3	0	0	3	456.3								
52	3	3	0	0	3	455.2								
53	3	3	0	0	3	480.1								
54	3	3	0	0	3	481.8								
55	3	3	0	0	3	481.9								
56	3	4	0	0	4	483.2								
57	3	4	0	0	4	485.1								
58	3	4	0	0	4	458.6								
59	3	4	0	0	4	465.5								
15h00	3	4	0	0	4	467.5								
1	3	4	0	0	4	476.3								
2	1	1	0	0	1	477.1		-35						
3	1	1	0	0	1	476.2		-35						
4	1	1	0	0	1	476.9		-30						
5	3	3	0	0	3	486.7		-30						
6	3	2	0	0	2	486.9		-33.5						
7	3	2	0	0	2	489.5		-30	2.75	7				
8	3	2	0	0	2	407.5		-22.5	5	2.75	7	5.5		
9	3	2	0	0	2	503.5		-32.5	5	3	8	5.5	6.5	
10	3	3	0	0	3	513.7		-32.5	5	3	8	6	6.4	3

Heure	Bouton	Vitesse PP1	Asp. PP1	Ref. PP1	Asp. SR1	Ref. SR1	Asp. SR2	Ref. SR2	Asp. SR3	Ref. SR3			
11	3	3	0	3	512.2	-22.5	4.75	3	6	6.5	3	8	
12	3	3	0	3	498.6	-30	5	2.75	8	6	6.5	3	8
13	3	3	0	3	494.2	-32.5	5	2.75	8	6	6.7	2.5	7.8
14	3	3	0	3	490.9	-30	5	3	8	6.5	7.1	3	7.8
15	3	3	0	3	485.2	-22.5	5	2.75	8	6.5	6.9	2.5	7.8
16	3	3	0	3	487.5	-20	4.25	2.75	8	6.5	6.9	2.3	7.8
17	2	2	0	2	482.5	-27.5	4.5	2.75	8	6	6.9	2	8
18	2	2	0	2	486.7	-27.5	4.5	2.75	7	6	6.4	2.5	7
19	2	2	0	2	485.5	-30	4.5	2.5	7	5.5	6	2	7
20	2	2	0	2	486.2	-30	4.25	2.5	7	5.5	6.1	2.5	7.3
21	2	2	0	2		-27.5	4.75	2.5	7	5.5	6.3	2.5	7.5
22	2	2	0	2		-30	4.5	2.5	7	5.5	6.25	2.5	7.5
23	3	4	0	3		-32.5	5	2.5	7	5.5	6.1	2.5	7.3
24	3	4	0	3		-30	5	2.5	9.5	5.5	7.1	2.5	8.6
25	3	4	0	3		-35	5	2.75	9.5	7	7.6	3.2	8.5
26	3	4	0	3		-32.5	5	2.75	9.5	7	7.6	3.2	8.5
27	3	4	0	3		-30	5	2.75	9.5	7	7.5	3	8.5
28	3	4	0	3		-32.5	5	2.75	9.5	7	7.7	3	8.5
29	3	4	0	3		-30	4.5	2.75	9.5	7	7.7	3	8.3
30	3	4	0	3		-32.5	4.5	2.5	9.5	7	7.5	3	8
31	3	4	0	3		-35	4.5	2.75	9.5	6.5	7.25	3	8
32	3	4	0	3		-32.5	4.5	2.5	7	6.5	6.5	2.7	7.3
33	2	2	0	2		-30	4.5	2.5	7	5.5	6.3	2.3	7.3
34	2	2	0	2		-32.5	4.5	2.5	7	5.5	6.1	2.5	7.3
35	2	2	0	2		-35	4.5	2.5	7	5.5	6	2.5	7.3
36	2	2	0	2		-27.5	4.5	2.5	7	5.5	6	2.5	7.5
37	2	2	0	2		-35	4.5	2.5	7	5.5	6.1	2.5	7.5
38	2	2	0	2		-30	4.5	2.5	7	5.5	6.1	2.5	7.5
39	2	2	0	2		-32.5	4.5	2.5	7	5.5	6.1	2.8	7.3
40	3	3	0	3		-32.5	5	2.5	7	5.5	5.9	2.5	7.3
41	3	4	0	4		-32.5	5	3	8	6	6.5	2.5	8
42	3	4	0	4		-27.5	5	2.75	9	6.5	7.2	2.3	8.5
43	2	3	0	3		-37.5	5	2.5	9	6.5	7.1	2.3	8.5
44	2	3	0	3		-32.5	5	2.5	9	6.5	6.9	2	8.3
45	2	3	0	3		-27.5	4.5	2	8	6	6	2	7.5
46	2	3	0	3		-30	4.5	2	7.75	6	6.5	2	7.5
47	2	3	0	3		-32.5	4.5	2	7.75	6	6.4	2	7.5
48	2	3	0	3		-32.5	4.5	2	8	5.5	6.4	2	7.5
49	3	4	0	4		-32.5	4.5	2	8	5.5	6.3	2	7.5
50	3	4	0	4		-32.5	5	2.75	9	6.5	7.1	2.3	8.8
51	3	4	0	4		-35	5	2.5	9	6.5	7	2.3	8.8
52	3	4	0	4		-27.5	5	2.5	9	6.5	7.1	2.3	8.8
53	3	4	0	4		-22.5	5	2.5	9	6.5	7.2	2.5	8.8
54	2	3	0	3		-30	4.5	2.5	9	6.5	7.3	2.5	8.8
55	2	3	0	3		-30	4.5	2.5	7.75	6.5	6.4	2	8
56	2	3	0	3		-35	4.5	2	8	6	6.5	2.3	8
57	2	2	0	2		-30	4.5	2	8	6	6.5	2.3	8
58	2	2	0	2		-25	4.5	2.5	7.25	5.5	6.3	2.3	7.5
59	2	2	0	2		-30	4.5	2.5	7	5.5	6.1	2.5	7.3
16h00	2	2	0	2		-35	4.5	2.5	7	5.5	6.2	2.5	7
1	2	2	0	2		-27.5	4.5	2.5	7	5.5	6.2	2.5	7
2	2	2	0	2		-35	4.5	2.5	7	5.5	6.3	2.5	7
3	2	1	0	1		-30	4.5	2.5	7	5.5	6.2	2.5	7
4	2	1	0	1		-27.5	4.5	2.75	6.5	5.5	6.5	2.5	7
5	2	1	0	1		-27.5	4.5	2.75	6.5	5	5.8	2.5	7
6	2	1	0	1		-25	4.5	2.5	5	5	5.7	2.3	6
7	3	3	0	3		-32.5	5	3.5				2.5	5.5
8	3	3	0	3		-32.5	5	2.5	7.5	6	5.2	2.7	7.5
9	3	3	0	3		-27.5	5	2.5	8	6	6.25	2.3	7.5
10	3	4	0	4		-22.5	5	2.75	8	6	6.6	2.3	7.5
11	3	4	0	4		-32.5	5	2.75	8.25	6.5	6.6	2.8	7.5
12	3	4	0	4		-27.5	5	2.5	9	6.5	7.4	3	8
13	3	4	0	4		-32.5	5	2.5	9	6.5	6.9	2.5	8
14	3	4	0	4		-32.5	5	2.5	9	6.5	7.1	2.3	8
15	3	4	0	4		-30	5	2.5	9	6.5	7.1	2.3	8
16	3	4	0	4		-25	5	2.5	8.75	6	6.9	1.5	8
17	3	4	0	4		-25	4.5	2.5	8.5	6	6.7	1.3	8
18	2	2	0	2		-25	4.5	2.5	8.5	5.5	6.6	1.3	7.8
19	2	2	0	2		-22.5	4.5	2	7	5.5	5.5	1.8	6.3
20	2	2	0	2		-25	4.5	2	7.25	5.5	5.8	2	6.3
21	3	3	0	3		-25	4.5	2.5	7.25	8	6.1	2.5	6.3
22	3	3	0	3		-30	4.5	2.5	7.5	6	6.2	2.5	6.3
23	3	3	0	3		-32.5	5	3	8	6	6.5	2.5	6.3
24	3	3	0	3		-22.5	5	3	8.5	6	6.9	2.8	6.3
25	3	3	0	3		-32.5	5	3	8	5	6.9	2.8	6.5
26	2	1	0	1		-35	5	2.75	8	5.5	6.8	2.3	6.5
27	2	1	0	1		-27.5	5	2.75	7	5.5	5.75	2.5	6.5
28	2	1	0	1		-25	5	2.75	7	6.5	6.2	2.3	6.3
29	3	4	0	4			5	2.75	7		6.3	2.5	6.3
30	3	4	0	4			5	2.5	9		7.4	2.5	6.5
31	2	1	0	2			5	2.5	9				
32	2	1	0	2			5	2.5					
33	3	2	0	2			5						

BIBLIOGRAPHIE

- **Les Stations de pompage d'eau**

Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux
(AGHTM).

Edition LAVOISIER - TEC et DOC - 4ème édition

- **Turbo-Machines hydrauliques et thermiques**

M. SEDILLE - Edition MASSON & Cie - Tome II.

- **Hydraulique et Granulats**

J. LARRAS - Edition EYROLLES, Paris.

- **Solid-Liquid Flow - Slurry Pipeline Transportation**

E. WASP, J.P. KENNY, R.L. GANDHI

Trans Tech Publications - 1ère Edition.

- **Mécanique des Milieux formés de particules**

MILTON E. HARR - Presses Polytechniques Romandes.

- **Electrotechnique**

Théodore WILDI - Les Presses de l'université de Laval - 2ème
Edition.

- **Guide de l'ingénierie électrique des réseaux internes d'usine**

Technique & documentation - Edition LAVOISIER

- Documentation technique de la C.S.P.T.

Etude de NEYRTEC,

Fiches techniques des moteurs du Transport Hydraulique,

Relevés mensuels des consommations énergétiques de l'ensemble de l'usine et du Transport hydraulique,

Courbes caractéristiques des pompes du Transport hydraulique,

Profil en long du transport Hydraulique,

Flowsheet de la station de Prétraitement,

Schémas de montage des démarreurs rotoriques des moteurs du transport Hydraulique.